

CONHECIMENTOS FÍSICOS E MATEMÁTICOS PRESENTES NAS FERRAMENTAS MANUAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Physical and mathematical knowledge present in manual tools in civil construction

Joel Rodrigues Serrão [joelserrao17@gmail.com]

Universidade Federal do Pará (UFPA) – Campus Abaetetuba, Rua da Angélica, S/N, Mutirão, Abaetetuba, Pará, Brasil

José Maria dos Santos Lobato Júnior [junioredumat@gmail.com]

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) – Campus Castanhal, Rodovia BR-316, km 63, S/N, Saudade, Castanhal, Pará, Brasil

Sebastião Martins Siqueira Cordeiro [sebastiao@ufpa.br]

UFPA – Campus Abaetetuba, Rua da Angélica, S/N, Mutirão, Abaetetuba, Pará, Brasil

Anderson Portal Ferreira [anderson.ferreira@ifpa.edu.br]

IFPA – Campus Paragominas, Avenida dos Cedros, S/N, Juparana, Paragominas, Pará, Brasil

José Francisco da Silva Costa [jfsc@ufpa.br]

UFPA – Campus Abaetetuba, Rua da Angélica, S/N, Mutirão, Abaetetuba, Pará, Brasil

Recebido em: 26/06/2023

Aceito em: 20/07/2024

Resumo

Este trabalho teve como tema apresentar os conhecimentos físicos e matemáticos presentes nas ferramentas manuais da construção civil. Para desenvolver essa abordagem, utilizou-se uma pesquisa de caráter bibliográfico e de campo com três profissionais da construção civil no sentido de avaliar os conhecimentos que possuem das teorias da Física e da Matemática presentes nas ferramentas manuais que utilizam no cotidiano. Buscou-se comparar a ligação entre o empírico oriundo das experiências desses profissionais com os conhecimentos científicos para constatar o elo entre os dois conhecimentos. Concluiu-se a pesquisa considerando que apesar dos entrevistados não conhecerem a parte científica (conceitos de pressão para as ferramentas cortantes, a Hidrostática inserida na lei de Stevin utilizada no nível de mangueira, o compasso, esquadro e a linha de nylon relacionadas com o conceito de ângulos, círculo, circunferência e retas), conseguiram a partir do conhecimento empírico mostrar os mesmos resultados previstos pelas formulações matemáticas e teorias físicas inseridas nas ferramentas usadas na construção civil.

Palavras-chave: Conceitos físicos e matemáticos; Ferramentas manuais; Conhecimentos empíricos e científico.

Abstract

The theme of this work was to present the physical and mathematical knowledge present in the hand tools of civil construction. To develop this approach, a bibliographical and field research was used with three civil construction professionals in order to evaluate their knowledge of the theories of Physics and Mathematics present in the hand tools they use in their daily lives. We sought to compare the link between the empirical data derived from the experiences of these professionals with scientific knowledge in order to verify the link between the two types of knowledge. The research was concluded considering that although the interviewees did not know the scientific part (pressure concepts for cutting tools, hydrostatics inserted in Stevin's law used at the hose level, the compass, square and nylon line related to the concept of angles, circle, circumference and straight lines), managed to show, from empirical knowledge, the same results predicted by mathematical formulations and physical theories inserted in the tools used in civil construction.

Keywords: Physical and mathematical concepts; Hand tools; Empirical and scientific knowledge.

INTRODUÇÃO

Desde que o homem passou a deixar de ser nômade, buscou construir instrumentos que pudesse facilitar o modo de viver, uma vez que, apenas as habilidades manuais não eram suficientes para conseguir manter a sobrevivência e a concepção de natureza (CARVALHO, 2003, p. 13).

Dessa maneira, ao longo da história, muitos instrumentos de medidas foram sendo construídos para ajudar o homem nos trabalhos cotidianos ((HELLER, 1970, p. 17). Tendo em vista a importância da temática, buscou-se elaborar um conjunto de instrumentos manuais como martelo, serrote, nível de mangueira, etc. para mostrar em cada uma, os conhecimentos matemáticos e físicos aplicados, analisando no cotidiano do profissional a razão que leva a operar esses instrumentos, embora sem saber, cientificamente como explicar as teorias físicas e matemáticas envolvidas, pois aprendem com a utilização da prática cotidiana e dessa maneira apreendam, constroem e “fazem” a gestão do conhecimento adquirido (WENGER, 1998)

Com base nessa abordagem, o trabalho visou como objetivo geral verificar os conhecimentos físicos e matemáticos presentes nas ferramentas manuais da construção civil e, como objetivos específicos, compreender o desenvolvimento do trabalho humano ao longo da história, verificar as teorias da Física e da Matemática com aplicação nas ferramentas do profissional da construção civil e, mostrar a partir de uma pesquisa de campo com profissionais da obra a maneira como compreendem os instrumentos que utilizam a partir do senso comum(SANTOS, 2003, p. 36); (LOPES, 1999, p. 108) , buscando relacionar esse conhecimento com o científico (OLIVEIRA, 2000, p. 77); Aranha e Martins (1993, p. 127)

Para alcançar esses objetivos desenvolvem-se os conceitos de força gravitacional relacionada com a utilização do prumo, o conceito de pressão e aplicação nos instrumentos cortantes, a lei de Stevin com aplicabilidade no nível da mangueira para determinar a altura entre dois pontos que apresentam plano de referência regular ou irregular (HALLIDAY; RESNICK, 2016), conceitos matemáticos de ângulos com a utilização do esquadro e compasso, assim como, segmentos de retas para compreender aplicabilidade da linha usada na construção civil (DOLCE; POMPEU, 1993).

Toda essa teoria se torna fundamental para mostrar que os instrumentos manuais utilizados por profissionais da construção civil têm uma ligação direta com as teorias físicas e matemáticas, não apenas do ponto de vista do empírico, mas também do ponto de vista científico. Em todo caso, espera-se que a teoria desenvolvida ao longo dessa pesquisa contribua para aqueles que pretendem compreender como a Física e a Matemática estão relacionadas nas ferramentas utilizadas por profissionais da construção civil e que reconhecem a relevância da Matemática na área da construção civil (SCHWANTES, et. al, 2019).

Justifica-se essa pesquisa considerando que na sociedade é importante utilizar a ciência para esclarecer o empírico (RUIZ, 1996, p. 129), pois, embora o homem construa equipamentos para facilitar o seu trabalho, a ciência, por outro lado, pode dar explicações a respeito da finalidade e função de sua aplicabilidade prática.

TEORIAS DA FÍSICA E DA MATEMÁTICA APLICADAS NAS FERRAMENTAS DO PROFISSIONAL DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A Física e a Matemática podem ser compreendidas a partir da aplicabilidade cotidiana a saber na cinemática pode ser aplicada para compreender os movimentos dos corpos (HALLIDAY;

RESNICK, 2012). Assim, nesta seção apresentamos a utilização do prumo, serrote, nível de mangueira, martelo, esquadro, compasso e linha de nylon, bem como, explicar suas utilidades a partir de uma visão científica

O CAMPO GRAVITACIONAL TERRESTRE E A UTILIDADE DO PRUMO

O prumo é uma ferramenta formada por três componentes que são: o pêndulo (peso metálico na forma cilíndrica ou cônica), o “taco” ou “castanha” (feito de um pedaço de madeira ou plástico, que possui um orifício central medindo o comprimento do diâmetro da circunferência da parte de metal) e um cordão flexível, que passa pelo orifício central de ambas as partes anteriores citadas, ligando-as.



Figura 1 - Tipos de prumos manuais da construção civil
Fonte: Autoria própria

O uso do prumo está presente no processo da construção civil, quando partes de uma edificação é erguida no sentido vertical, tal como na fundação de pilares, paredes, laterais das portas, janelas, balancins, revestimentos. Por esse motivo, durante as edificações é importante que a prumagem dos objetos esteja correta, pois garante durabilidade e segurança da construção.

Um trabalhador na construção civil quando utiliza o prumo é orientado segundo o conhecimento empírico que adquiriu pela experiência. No entanto, o uso dessa ferramenta segundo o conhecimento científico, tem como base o estudo do campo gravitacional terrestre. O campo gravitacional é criado por um planeta (a terra, por exemplo) que possui uma massa central que cria uma força gravitacional quando qualquer objeto de massa m esteja próximo desse campo.

A força gravitacional descoberta pelo físico Isaac Newton (1642-1727) pode ser formulada da seguinte maneira

$$F = \frac{G}{d^2} m \cdot M \quad (1)$$

onde M representa a massa do corpo central geradora do campo, m a massa do objeto que recebe a interação da força F e $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N/m}^2 \cdot \text{kg}^2$ representa a constante de gravitação universal. Essa força é central, variando com o inverso do quadrado das distâncias entre as massas.

A força gravitacional entre a Terra e um objeto é central, isto é, tem a direção radial onde a linha de ação contém os centros de massa do objeto e da Terra.

Devido a esse conhecimento, o homem pode realizar obras usando o prumo como ferramenta importante em construção de parede que tenha como linha de ação o centro de massa da parede com o centro do globo terrestre, determinando um alinhamento vertical da construção erguida conforme o campo gravitacional terrestre, evitando assim rachaduras, torturas e até desabamento.

Portanto, para que uma edificação seja direcionada no sentido vertical, de acordo com a linha de ação gravitacional, é necessária a utilização do prumo que sofre a influência da gravidade terrestre, contribuindo para a segurança e durabilidade da construção. Dessa forma, observa-se a importância

do conhecimento científico no contexto das construções civis, para que não ocorra quaisquer danos ou perdas futuras na obra realizada.



Figura 2 - O uso do prumo para encontrar a prumagem correta
Fonte: Autoria própria

A PRESSÃO NO USO DAS FERRAMENTAS CORTANTES

A pressão é entendida como sendo a razão entre a força F aplicada pela área de contato A onde atua, isto é,

$$P = \frac{F}{A} \quad (2)$$

onde P = Pressão (N/m^2) = 1 Pascal (Pa); F = Força (N); A = Área (m^2).

Para uma mesma força aplicada, observa-se que quanto menor for a área da superfície, maior será o valor da pressão. Como aplicação da expressão dada por (2), pode-se citar a faca afiada, o serrote amolado e o fato de uma das extremidades de um prego ser mais pontiaguda que a outra. A explicação dessas condições é a busca em diminuir a área de contato, o que eleva a pressão significativamente sem, no entanto, exercer muita força. A figura a seguir ilustra diferentes aplicações envolvendo a pressão.

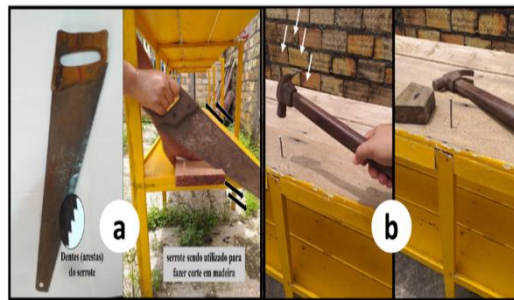


Figura 3 – Utilização do: a) serrote na construção civil; b) prego e do martelo
Fonte: Autoria própria

Todos esses instrumentos contribuem para facilitar o trabalho, sem os quais seria difícil executar com facilidade as atividades cotidianas.

A LEI DE STEVIN E O NÍVEL DE MANGUEIRA DE BORRACHA

O nível de mangueira é um equipamento manual formado por uma mangueira siliconada transparente que contém em seu interior um único líquido, onde o mais utilizado é a água com ou sem corante. Sua finalidade é encontrar a mesma altura horizontal entre dois ou mais pontos diferentes. É importante salientar a necessidade de eliminar qualquer bolha de ar presente no interior da mangueira e evitar qualquer tipo de pressão sobre a sua parte exterior, para evitar alteração no resultado da medida do nivelamento da ferramenta.

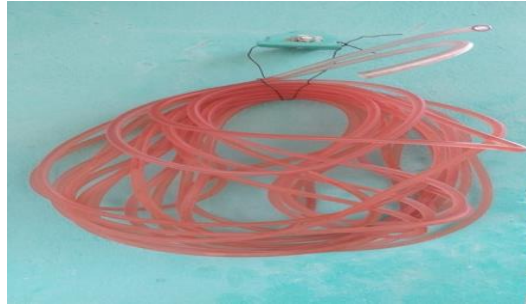


Figura 4 - Nível de mangueira
Fonte: Autoria própria

No momento da utilização do nível de mangueira o profissional da construção civil encontra dois pontos diferentes em uma mesma altura no sentido horizontal, embora seu conhecimento esteja baseado no conhecimento empírico. Por outro lado, o conhecimento científico por meio da Hidrostática, parte da Física que estuda os fluidos em repouso, esclarece o fenômeno ocorrido. Segundo estudos da Hidrostática o nivelamento é resultado da lei de Stevin.

O físico e matemático belga Simon Stevin comprovou experimentalmente que a pressão exercida por um fluido depende exclusivamente da sua altura. Dessa forma, é possível compreender que a superfície de um líquido (fluido) qualquer em repouso, num objeto que possui vasos comunicantes entre si, sempre estará na mesma altura na horizontal. Matematicamente, a lei de Stevin obedece a seguinte expressão

$$P = P_{atm} + \rho gh \quad (3)$$

onde P_{atm} é a pressão atmosférica a nível do mar de valor 1 atm , ρ representa a densidade do fluido, h é a altura do líquido em relação o nível de referência e g o valor da aceleração da gravidade local.

A lei de Stevin é importante na determinação de uma mesma altura em determinada parede com relação a dois pontos diferentes que somente é possível devido o fluido no interior do nível de mangueira, pois possui um líquido homogêneo.



Figura 5 - Aplicação da lei de Stevin na medida de uma altura de uma parede
Fonte: Autoria própria

Para comprovar essa propriedade, usando a expressão dada por (3), considere que na expressão (4) o trabalhador quando segura o nível de mangueira até que o fluido no interior fique em repouso. Nesse caso, ele pode medir a pressão numa altura h_1 , isto é,

$$P_1 = P_{atm} + \rho gh_1 \quad (4)$$

depois, um segundo operador também marca o ponto em que o fluido fica em repouso. Para medir a pressão naquele ponto, usa a mesma lei, assim,

$$P_2 = P_{atm} + \rho gh_2 \quad (5)$$

Considerando que o fluido contido no nível da mangueira seja a água e que seja homogênea, possuindo a mesma densidade, e como a experiência é realizada no mesmo local, a aceleração da gravidade possui o mesmo valor. Nesse caso, pode-se considerar que a pressão tenha a mesma medida para ambos os trabalhadores, logo,

$$P_1 = P_2 \quad (6)$$

assim,

$$P_{atm} + \rho gh_1 = P_{atm} + \rho gh_2 \quad (7)$$

Como a mangueira tem suas extremidades abertas, a pressão P_{atm} tem mesmo valor. Dessa forma,

$$\rho gh_1 = \rho gh_2 \quad (8)$$

Uma vez que a densidade seja a mesma e a aceleração, conclui-se que

$$h_1 = h_2 \quad (9)$$

Desse modo, o nível de mangueira é de fundamental importância para determinar a altura de uma parede ou posição de janelas, portões e assentamentos de lajotas mesmo em regiões irregulares, que apresentam desníveis no solo. Na construção civil é notório uma orientação horizontal, onde se pode observar esse fato na construção de: baldrame, piso, vigas, assentamentos de blocos, partes superiores de paredes, nos telhados, no assentamento de cerâmicas, porcelanatos, pedras, partes superior e inferior de portas, e etc. O conhecimento científico vem contribuir para que haja uma estabilidade melhor e segura em toda a edificação realizada.

O TORQUE E SUA APLICAÇÃO NA RETIRADA DE UM PREGO

Para retirar o prego enterrado em uma madeira, o carpinteiro pode introduzir um pequeno objeto (encalço) sob a parte inferior do martelo para facilitar a retirada.



Figura 6 - Ponto de apoio para retirada do prego com facilidade
Fonte: Autoria própria

Para explicar esse procedimento, deve-se considerar o estudo da alavanca cujo princípio é multiplicar a força para retirar o prego em relação a um ponto fixo. No caso do prego e martelo, a vantagem mecânica depende diretamente da distância entre o ponto de aplicação da força potente e o ponto de apoio. Quanto maior for essa distância, comumente chamada “braço”, menor será o esforço necessário. Portanto, as alavancas conseguem promover uma grande vantagem mecânica que é de multiplicar a intensidade da força produzida. Para explicar o sucesso na retirada do prego, utiliza-se o conhecimento de momento de uma força ou torque. Sendo uma grandeza vetorial, o momento da força pode ser dado pela seguinte expressão

$$\tau = F \cdot d \cdot \text{sen}\varphi$$

Para o caso do martelo, o tipo de alavanca é Alavancas interfijas, pois o ponto de apoio fica entre os pontos onde se aplica a força potente e o ponto onde se encontra o peso do objeto a ser movido.

O ESQUADRO E O COMPASSO NO USO DAS MEDIDAS EM OBRAS CIVIS

Nas edificações civis, medidas angulares e circulares são necessárias, por isso, o profissional da construção civil utiliza o esquadro e o compasso que têm a finalidade de auxiliá-lo nesses cálculos. Essas ferramentas possuem sua funcionalidade com aplicação nas teorias matemáticas que serão abordadas a seguir.

Esquadro

O esquadro é uma ferramenta manual da construção civil, na forma de um “L”, que possui uma haste metalizada com um cabo de madeira, metal ou plástico fixado em uma de suas extremidades, formando um ângulo de 90° (COMMANDINO, 1944)



Figura 8 - Esquadro cabo de alumínio e cabo plástico
Fonte: Autoria própria

Grande parte das construções possui dimensões quadradas e, nesse caso, o profissional necessita do esquadro para evitar que as paredes não formem ângulos diferentes de 90°. A figura a seguir ilustra o caso real de uma obra onde o uso do esquadro se faz necessário para evitar distorções ou curvas no assentamento de cerâmica disposta numa área de forma quadrada.



Figura 9 - O uso do esquadro no assentamento de cerâmica em piso
Fonte: Autoria própria

Numa medida real, o profissional geralmente não utiliza a Matemática para medir a diagonal de um quadrado e sim uma fita métrica para esse fim. No entanto, essa medida pode ser confirmada com o conhecido Teorema de Pitágoras dada pela expressão

$$a^2 = b^2 + c^2 \quad (10)$$

O esquadro possui ainda a vantagem no esquadrejamento de uma construção inicial, uma vez que a fundação, que representa a base essencial para continuidade de uma obra, deve ser realizada

com a utilização da Matemática, onde o pedreiro deve saber as medidas exatas para evitar erros futuros que comprometa a construção com o aparecimento de torturas ou curvas indesejadas.



Figura 10 - O uso de esquadrejamento na fundação de uma construção
Fonte: Autoria própria

Compasso

O compasso é uma ferramenta utilizada para fazer marcações de medidas na realização de cortes circulares e curvos em peças de madeiras, revestimentos, etc. Dessa maneira, utilizando esse instrumento podemos observar de forma concreta, as representações geométricas de círculo e circunferência.



Figura 11 - O uso do compasso na realização de furos e corte curvados
Fonte: Autoria própria

Para calcular a área do círculo, usa-se a expressão

$$A = \pi \cdot r^2 \quad (11)$$

e o comprimento da circunferência é calculado usando a expressão

$$C = 2\pi \cdot r \quad (15)$$

onde a letra grega π (pi) tem valor equivalente a $\pi \cong 3,14159265358979323846 \dots$

Essas expressões podem ser utilizadas para encontrar áreas de blocos de madeira de forma circular ou o comprimento circular de um tubo de PVC, por exemplo.

Observe, na figura a seguir, o uso do compasso na realização de recortes formando arcos, na fabricação de balancins e janelas presente em uma construção.



Figura 12 - Arcos em balancim e janela na construção civil
Fonte: Autoria própria

Da mesma forma podemos observar a formação de um círculo no formato de assentos de madeira confeccionados na carpintaria, como mostrado a seguir.



Figura 13 - Representação geométrica circular no assento de madeira
Fonte: Autoria própria

Portanto, quando um profissional da construção civil utiliza o esquadro e o compasso, ele está fazendo aplicação do conhecimento científico por meio de conceitos matemáticos presentes nas medidas realizadas durante o trabalho executado.

PONTO E A RETA E UTILIZAÇÃO DA LINHA DE NYLON NA EDIFICAÇÃO

A linha de nylon é formada por duas partes: o fio de nylon liso de 0,8 mm de diâmetro e, geralmente, com 100 m de comprimento, ligado a um carretel de plástico. Trata-se de um instrumento de grande necessidade na construção civil, seja na área da carpintaria ou alvenaria.



Figura 14 - Linha de nylon utilizada na construção civil de várias cores
Fonte: Autoria própria

Na da construção civil, a linha de nylon, serve como parâmetro norteador da direção linear das partes que compõem as edificações no sentido vertical, horizontal ou diagonal. Na utilização

dessa ferramenta, observa-se a representação geométrica de forma concreta do ponto, da reta e suas partes.

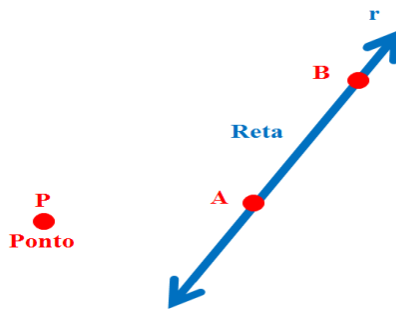


Figura 15 - Representação geométrica do ponto, reta e segmento de reta
Fonte: Autoria própria

O ponto e a reta são elementos que estão presentes na Geometria Plana e são determinantes na construção representativa das figuras geométricas. O ponto é o elemento que existe sem a interferência de uma reta, porém, a reta é dependente dos pontos para ser formada (MACHADO, 2012)

Sabendo que a reta é um conjunto de infinitos pontos, que possui o mínimo de espaço entre si, com a mesma sucessão num sentido retilíneo, faz-se necessário destacar outro elemento geométrico que está contido na reta, o segmento de reta, que é a distância entre dois pontos distintos na mesma reta.

É possível observar os segmentos de reta na construção civil, por exemplo, quando se realiza as divisórias das partes de uma edificação, onde são definidos dois pontos diferentes com extremidades fixas no limite estabelecido a determinada construção.

Sabendo-se que o formato prevaemente das edificações na construção civil é de um formato quadrado possuindo um sentido retilíneo, então, faz-se necessário o uso da linha de nylon para serem evitadas torturas e curvas, e não comprometer o aspecto e a resistência da construção. Observe algumas situações onde o uso da linha de nylon no trabalho da construção civil que retas na vertical, horizontal e diagonal.

Na vertical observam-se as retas perpendiculares

Retas perpendiculares são duas retas que se intersectam entre si formando um ângulo reto, ou seja, um ângulo de 90° .

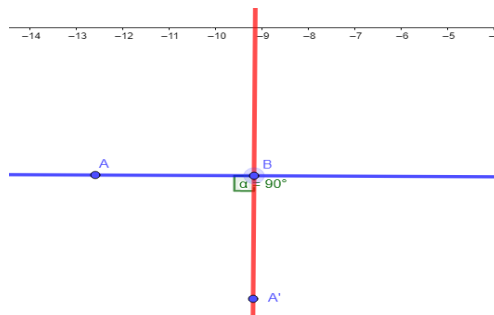


Figura 16 - Representação geométrica da reta perpendicular
Fonte: Autoria própria

A representação geométrica da reta perpendicular na construção civil é possível ser contemplado no esquadreamento de paredes, pilares, encontro de vigas, beiral de telhados, janelas, portas, balancins, no assentamento de revestimentos, etc.

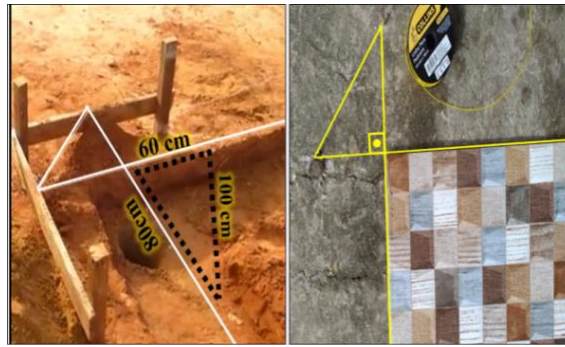


Figura 17 - O uso da linha no esquadreamento de casa e assentamento de cerâmica formando reta perpendicular
Fonte: Autoria própria

Na horizontal observam-se as retas paralelas

Retas paralelas são duas retas onde não há intersecção em nenhum ponto entre si e seguem numa mesma direção.

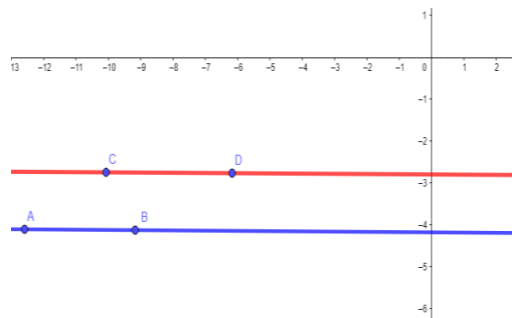


Figura 18 - Representação geométrica da reta paralela
Fonte: Autoria própria

Observe alguns exemplos na construção civil de representação das retas paralelas.



Figura 19 - Retas paralelas presentes em: (a) linha de nylon no assentamento de tijolos em parede, (b) estrutura de madeira para forro, (c) piso de cerâmica
Fonte: Autoria própria

Na diagonal observa-se a reta transversal

Reta transversal é uma reta que corta um feixe de retas paralelas intersectando-as em um único ponto, formando ângulos congruentes (correspondentes, alternos internos e alternos externos) e os ângulos suplementares (colaterais internos e colaterais externos).

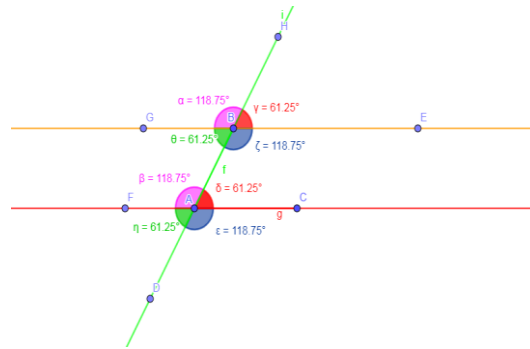


Figura 20 - Representação geométrica de reta transversal formando uma diagonal
Fonte: Autoria própria

Considere os exemplos de representação de reta transversal na construção civil.



Figura 21 - Representação de reta transversal em: (a) forro de madeira formando diagonais, (b) piso de cerâmica formando diagonais, (c) formato do telhado de casas
Fonte: Autoria própria

Portanto, a utilidade da linha de nylon pelo profissional da construção civil torna-se necessária, para que tanto no sentido vertical, horizontal e diagonal de uma edificação haja um sentido reto nas partes construídas.

METODOLOGIA

A presente pesquisa foi realizada no canteiro de obras de um prédio em construção localizado na Travessa Tiradentes, S/N, Bairro Centro em Abaetetuba-Pará, como observado na ilustração.



Figura 22 - Prédio do local da pesquisa e sua parte interior em construção
Fonte: Autoria própria

O período decorrente foi do mês de fevereiro a março de 2022, onde foram contactados os profissionais que tiveram participação nessa atividade por meio de uma entrevista.

A entrevista contou com a participação de três trabalhadores da construção civil no setor da alvenaria, ou seja, três pedreiros identificados pelas simbologias: P1 (Primeiro pedreiro), P2 (Segundo pedreiro) e P3 (Terceiro pedreiro), relacionados no quadro a seguir com algumas informações descritas.

Quadro 1- Pesquisa de campo com os profissionais da construção civil

PEDREIROS PARTICIPANTES			
ENTREVISTADOS	GRAU DE ESCOLARIDADE	IDADE	EXPERIÊNCIA
P1	7ª Série	56 Anos	32 anos
P2	Ensino Superior Incompleto	39 Anos	15 anos
P3	4ª Série	41 Anos	8 anos

Fonte: Autoria própria

Durante as entrevistas foram utilizadas 8 (oito) perguntas como critério de pesquisa sobre “o uso das principais ferramentas manuais da construção civil e sua relação com conceitos físicos e matemáticos”.

O resultado da pesquisa realizada com entrevistas de profissionais da construção civil e sua análise serão relatadas a seguir.

ENTREVISTAS COM OS TRÊS PROFISSIONAIS

1. Quando você utiliza o prumo, por que ele tem a função de manter a parede na vertical?

R: Porque se a parede ficar fora da vertical ela pode obter rachaduras e até cair. (P1)

R: Por que se não ficar bem reta na vertical a construção vai apresentar certos riscos como: trincas, rachaduras e até desabamento, por não está no prumo, ou seja, é uma forma de prevenir acidentes e trazer segurança e durabilidade pra construção. (P2)

R: Por que tem que apumar a parede pra ela não ficar torta e não cair. Dessa forma a casa fica mais segura. (P3)

Observam-se nas falas dos profissionais de construção civil o conhecimento não científico, ou seja, a predominância do empírico. Nenhum deles buscou explicações do uso do prumo pela força gravitacional, pois é ela que pode causar desabamento.

Portanto, o conhecimento empírico que os profissionais já possuem pode ser confirmado pelo conhecimento científico sobre a força gravitacional relacionada a Física, que sendo levado em consideração, vai contribuir para que as edificações realizadas estejam em segurança e tenham durabilidade.

2. Por que o serrote, quando amolado, serra melhor?

R: Por que o dente dele fica bem afiado com as pontas bem apontadas, aí ao passar ele na madeira ele entra melhor. (P1)

R: por que o serrote, bem amolado e travado desenvolve um corte com rapidez e de alta qualidade e com isso um acabamento bem-sucedido. (P2)

R: Por que, aí que está a questão se ele estiver desamolado ele corta devagar, se faz muita força, a gente cansa rápido, e demora mais pra serrar, quando ele está com os dentes bem afiado ele entra melhor na madeira sem fazer muita força, e rende mais o serviço. (P3)

Nas falas dos profissionais entrevistados sobre o uso do serrote, observa-se que ainda não possuem o conhecimento científico pertencente ao estudo da pressão na Física, o que prevalece é uma explicação baseada no empírico, que durante o tempo de execução de seus trabalhos na construção civil, foram adquiridos. O estudo da pressão trata-se do resultado de uma força perpendicular aplicada numa área que conforme o tamanho dessa área obtém-se uma determinada pressão, assim, se a área de aplicação da força for menor a pressão será maior, sendo a área for maior a pressão será menor.

Por essa razão o serrote quando possuem suas arestas (dentes) amoladas passa a ter uma redução da área de aplicação da força podendo cortar com facilidade, rapidez e com menos força do que quando está não amolado durante a execução de um trabalho. Dessa forma, deve-se considerar que o conhecimento do estudo da pressão é relevante para que o profissional da construção civil realize sua atividade com qualidade, rapidez e sem muito esforço físico.

3. Você sabe explicar por que o prego tem uma das extremidades pontiagudas?

R: por que, se não fosse apontada a ponta do prego não entraria na madeira, se ele for rombudo não entra fácil quando vai pregar na madeira, tem que ser apontado pra entrar melhor onde vai ser pregado. (P1)

R: Para que o martelo tenha facilidade de penetrar o prego na madeira, quanto mais pontiagudo for o prego menor será o baque do martelo pra fazer com que ele entre onde está sendo pregado. (P2)

R: Pra poder furar com mais facilidade a madeira e entrar mais rápido quando for pregado com martelo. Quanto mais apontado o prego ele entra melhor e mais rápido. (P3)

É possível observar nas falas dos profissionais entrevistados que o conhecimento que eles possuem até o momento é baseado no empírico, acumulado com a experiência. Nenhum deles fez menção de algum conceito relacionado ao estudo da pressão pertencente à Física.

Dessa maneira, entende-se o propósito do prego possuir uma de suas extremidades pontiaguda que é para obter-se uma redução na área de aplicação da força, gerando maior pressão que possibilitará penetração do prego com maior facilidade onde vai ser fixo. Se for feito uma inversão das extremidades do prego para realizar a fixação com a mesma força aplicada anteriormente, a pressão resultante será menor, pois ocorreu um aumento da área.

Assim, conclui-se que os conhecimentos físicos são importantes para haver uma produção melhor, segura e em maior escala quando a serviço na construção civil for realizado com a utilização de pregos no trabalho de fixação de objetos.

4. O nível de mangueira tem como função de indicar que dois pontos ao nível do solo tenham a mesma altura. Por que isso acontece?

R: Porque a água que está dentro da borracha, faz com que a gente consiga encontrar a mesma altura. (P1)

R: Por causa da água que por ser líquida, fica mais fácil de nivelar numa só altura dois lugares diferentes. Sendo que a mangueira precisa estar com as duas pontas abertas, sem a presença de bolhas de ar no seu interior e não pode estar sendo pressionada por peso algum. (P2)

R: Por que a água fica nivelada dentro, fazendo com que a medida de um lado da mangueira tenha a mesma medida do outro lado. A água é o melhor nível que existe. (P3)

Considerando a fala dos profissionais entrevistados é notória a ausência do conhecimento científico e prevalece o empírico no âmbito do conhecimento por eles obtido na área que atuam. Observa-se que esses profissionais ainda não adquiriram a informação científicas sobre a lei de Stiven em relação ao uso do nível de mangueira.

Stiven realizou vários estudos da Hidrostática, na Física, e descobriu que os líquidos sofrem e exercem certa pressão no recipiente onde se encontram, ou seja, um líquido que seja homogêneo e de mesma densidade em repouso, sempre vai obter a mesma altura no sentido horizontal no recipiente encontrado. Da mesma forma, se esse mesmo líquido for colocado em um objeto que possua vaso comunicante entre si, as medidas das alturas na horizontal continuam a iguais entre si.

Por esse motivo que o nível de mangueira, por possuir vasos comunicantes entre si e contendo um líquido de homogêneo e de mesma densidade no seu interior, reproduz a mesma altura para dois pontos diferentes na horizontal.

5. Para retirada dos pregos usa-se encaços o que possibilita melhor a retirada. Por que se usa esse procedimento?

R: Por que quando o prego é muito comprido para não se fazer muita força quando for arrancar ele, é bom utilizar um calço. E também pra não quebrar o cabo do martelo. (P1)

R: É usado um pequeno pedaço de madeira em baixo do martelo para a retirada do prego onde facilita a rapidez do serviço, sem a madeira podemos danificar o cabo do martelo. E assim a demora do serviço. (P2)

R: Por que sem o calço faz mais força, com o calço faz menos força. Também, quanto mais comprido for a cabo do martelo a gente faz menos força. (P3)

O primeiro entrevistado não faz relação com o sistema mecânico do prego e martelo. Em nenhum momento considera que o sistema, na verdade, faz parte de corpo rígido que apresenta um sistema de alavanca. No entanto, afirma que a retirada do prego comprido se torna fácil quando usa um encaço sob a base do martelo. Essa facilidade de retirada está prevista pelo torque de uma força.

O segundo entrevistado considera que se não for usado o encaço pode ocasionar a quebra do cabo do martelo. Esse fato realmente concorda como o sistema mecânico previsto pelo torque, pois sem o uso do encaço, será necessário fazer um grande esforço físico o que pode danificar o cabo. Para facilitar o serviço, usa-se o encaço para que a força exercida se torne a menor possível e, assim, a retirada do prego aconteça com o menor esforço. O mesmo raciocínio é citado pelo terceiro entrevistado.

6. Em que teoria você se baseia para utilizar o esquadro e o compasso?

R: No caso do esquadro, já desde antigamente os antigos mestres da construção já vêm utilizando essa ferramenta, pois a maioria das construções são feita no jeito de um quadrado. No caso do compasso, os mesmos mestres da construção, nos ensinaram a utilizar para fazermos trabalho com curvas, pegar uma medida de um lugar e levar para o outro e fazer marcação pra furos redondos. (P1)

R: Na teoria tradicional da construção civil, de onde aprendemos que é obrigatório o uso dessas ferramentas. O esquadro e compasso na construção civil e muito utilizado para buscar ângulos com precisão de 90,60,45 e 30 graus. E nesses cálculos é que os profissionais ligados as essas áreas iniciam projetos das edificações. (P2)

R: Com base naquilo que já vem sendo ensinado muito tempo na construção, desde quando começa até quando se termina a construção é usado o esquadro, boa parte da maioria das construções são de forma quadrada. (P3)

Analisando as informações contidas nas falas dos profissionais, é possível observar que prevalece o conhecimento empírico, entre esses trabalhadores, embora possam utilizar expressões que estão contidas no conhecimento científico, ainda é notório que falta um aprofundamento maior dentro desse saber, necessitando de uma melhor compreensão de uma física conceitual (HEWITT, 2015).

. Quando esses profissionais de construção civil utilizam o esquadro e o compasso, existem conceitos matemáticos que estão presentes servindo de parâmetro, como o Teorema de Pitágoras nos cálculos do esquadramento e o de elementos da Geometria como o círculo e a circunferência e todos esses conceitos teve sua construção histórica culminando com utilização e aplicabilidade (ROCHO, 2018), (EVES, 2011).

Dessa forma, é possível afirmar que o conhecimento científico matemático é importante para calcular medidas exatas, no contexto das edificações.

7. Em que situações da construção civil se utiliza o esquadro e o compasso?

O esquadro é usado no esquadrejamento das construções, na divisão dos compartimentos, no assentamento de lajotas, porcelanatos, em janelas, em portas, balancinhos, no encontro das paredes da casa e quando vai fazer o telhado.

O compasso é usado pra transferir a mesma medida e marcar cortes curvados e redondos. (P1)

O esquadro e o compasso normalmente é usado no início de uma obra para buscar o esquadrejamento e o ângulo da edificação, são muito usados em acabamento de revestimento. (P2)

O esquadro na hora que começa a casa no esquadrejamento já usa, no assentamento de lajota, quando vai cortar de ponta de tabuas e pvc pra forro, nas janelas e nas portas da casa, nos cantos das paredes tem que está no esquadro. O compasso a gente usa pra marcar um furo circular, fazer uma curvatura, transferir a medida de um lugar para outro. (P3)

O uso do esquadro como relata o entrevistado, pode ser utilizado no esquadrejamento das construções, na divisão dos compartimentos e no assentamento de cerâmicas e porcelanatos. Usa-se ainda em janelas e portas, tendo a maior utilidade no encontro das paredes da casa e na montagem do telhado. No caso do compasso, que tem como função transferir medidas, o que está de acordo com a fala do segundo entrevistado que considera a mesma medida é marcar cortes curvados e redondos.

O terceiro considera que tanto o esquadro e o compasso são usados no esquadrejamento e no ângulo da edificação, no acabamento de revestimento e no furo circular, fazer uma curvatura, transferir a medida de um lugar para outro. Observa-se que todos apontam o que a Matemática esclarece sobre o esquadro e o compasso. Suas funções e medidas estão baseadas nas aplicações relatadas pelos entrevistados, embora não tenham conhecimento de comprimentos numa visão matemática e nem de ângulos, no entanto, conseguem aplicar utilizando conceitos extraídos empiricamente.

8. O uso da linha é muito utilizado para encontrar uma direção reta. Você poderia explicar porque é importante esse procedimento?

R: Por que como o modelo normal de uma construção é em forma de quadrado ou retângulo, as paredes devem seguir em linha reta pra não ficar torta, isso facilita o acabamento. (P1)

R: O uso da linha na obra é de suma importância como as demais ferramentas, a linha é usada na construção do início da edificação também nas paredes, revestimentos e acabamentos de cimento sempre na linha reta. Evitando qual tipo de tortura na construção. (P2)

R: Se a pessoa não usar a linha ele não pode pegar uma mesma altura, nem seguir uma mesma direção, ai vai ficar torta a construção, e pode até cair. (P3)

Analisando as falas dos profissionais de construção civil entrevistados, percebe-se que eles possuem o conhecimento baseado no empírico, ou seja, quando usam a linha de nylon como ferramenta na construção, por exemplo, de paredes. Assim, ainda não adquiriram os saberes científicos da Matemática relacionados à Geometria Plana referente aos conceitos de ponto e retas., haja visto, que durante a realização das atividades nas edificações, sempre utilizam essa ferramenta.

Os conhecimentos matemáticos sobre o ponto e a reta tratam de dois elementos presentes na Geometria Plana. A utilidade é indispensável, pois estão presentes nas representações geométricas, relacionados à direção retilínea das construções, evitando assim qualquer categoria de curva desenvolvida.

Portanto, esses conhecimentos matemáticos tornam-se necessários para que as edificações civis sejam orientadas no padrão correto, pois de forma concreta fazem representação do ponto e da reta, por possuírem, geralmente, formato quadrado ou retangular.

CONCLUSÃO

Ao longo do desenvolvimento deste artigo, apresentou-se o resultado de uma pesquisa que teve como objetivo verificar os conhecimentos físicos e matemáticos presentes nas ferramentas manuais da construção civil.

Primeiramente, abordou-se uma fundamentação teórica sobre algumas das principais ferramentas utilizadas pelo profissional da construção civil, destacando-se dois aspectos: as utilidades de ferramentas como o prumo, serrote, compasso, esquadro e linha de nylon e os conhecimentos físicos/matemáticos agregados a elas.

Em seguida, convidou-se três pedreiros para participar de uma pesquisa, realizada por meio de uma entrevista, que contemplava oito questões que se referiu aos conhecimentos destes profissionais sobre o uso de ferramentas no seu ambiente de trabalho. O lócus da pesquisa foi um canteiro obras de uma construção localizada no município de Abaetetuba-PA, no ano de 2022.

Após análise das respostas dos entrevistados percebeu-se um forte conhecimento empírico no uso das ferramentas manuais às quais fizeram parte das perguntas, não havendo menção de conceitos relacionados aos conhecimentos físicos e/ou matemáticos.

Ao considerar o saber empírico e o saber científico presentes nas ferramentas manuais da construção civil, é evidente que ambos desempenham papéis significativos e complementares. O conhecimento empírico, baseado na experiência prática e na tradição transmitida ao longo das gerações, oferece insights valiosos sobre o uso eficaz das ferramentas e técnicas específicas. Por outro lado, o conhecimento científico, fundamentado em princípios físicos e matemáticos, proporciona uma compreensão mais profundada dos processos subjacentes e permite o desenvolvimento de novas tecnologias e métodos.

Dessa forma, conclui-se que, agregando o conhecimento empírico ao conhecimento científico tais como a pressão atmosférica, força gravitacional, cálculo de áreas, o torque e a utilização de segmento de retas contribuem para que o profissional da construção civil realize suas atividades com qualidade, rapidez e sem muito esforço físico, além de garantir que as edificações estejam mais seguras e com maior durabilidade.

REFERÊNCIAS

- ARANHA, M. L. da A.; MARTINS, M. H. P. **Filosofando: Introdução à Filosofia**. 2 ed. rev. atual. São Paulo: Moderna, 1993.
- CARVALHO, Marcos de. **O que é natureza**. Editora Brasiliense: Coleção Primeiros Passos. 2. ed. São Paulo, 2003.
- COMMANDINO, F. Euclides. **Elementos de Geometria**. Tradução de Aníbal Faro 1. ed. rev. São Paulo: Cultura, 1944. v. 1.
- DOLCE, O; POMPEU, J. **Fundamentos de Matemática Elementar: Geometria Plana: Exercícios resolvidos, exercícios propostos com resposta, testes de vestibular com resposta**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 1993. v. 9.
- EVES, H. **Introdução à história da Matemática**. Tradução de Hygino H. Domingues. 5. Ed. Campinas, SP: Unicamp, 2011.
- HALLIDAY, D; RESNICK, R; WALKER, J. **Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica**. Tradução de Ronaldo Sérgio de Biasi. 10. ed. rev. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 2.

- HALLIDAY, D; RESNICK, R; WALKER, J. **Fundamentos de Física: mecânica**. Tradução de Ronaldo Sérgio de Biasi. 9. ed. rev. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v. 1.
- HELLER, A. **O Cotidiano e a História**. São Paulo: Paz e Terra, 1970.
- HEWITT, P. **Física Conceitual**. Tradução de Trieste Freire Ricci. 12. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- LOPES, A.C. **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano**. Rio de Janeiro: Ed. UERJ, 1999.
- MACHADO, P. F. **Fundamentos de Geometria Plana**. 1. ed. rev. Belo Horizonte: CAED-UFGM, 2012. v. 1.
- OLIVEIRA, R.J. Bachelard: **o filósofo professor ou o professor filósofo** In OLIVEIRA, R.J. **A escola e o ensino de ciências**. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, p. 59-101, 2000.
- ROCHO, V. *et al.* **História da matemática: e-book - como surgiram alguns conceitos matemáticos?** 1. Ed. Santa Catarina: Sombrio, 2018.
- RUIZ, João A. **Metodologia Científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996.
- SANTOS, B. S. **Introdução a uma ciência pós-moderna**. Rio de Janeiro: Graal, 2003.
- SCHWANTES, Vilson, XAVIER, Márcio Pizzete, SCHWANTES, Eloísa Bernardete Finkler, SCHWANTES, Daniel, JUNIOR, Affonso Celso Gonçalves, KRACKE, Elisa, JUNIOR, Élio Conradi; **Uma reflexão sobre a etnomatemática do pedreiro e a matemática escolar**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 07, Vol. 14, pp. 87-106. Julho de 2019.
- WENGER, E. (1998). **Communities of Practice: learning, meaning and Identity**. New York. Cambridge USA: Cambridge University Press.