O texto a seguir é uma publicação da revista bilíngue Uniso Ciência, da Universidade de Sorocaba, para fins de divulgação científica.

The following story is part of the bilingual magazine Science @ Uniso, published by the University of Sorocaba, for the purpose of scientific outreach.

Acesse aqui a edição completa/ Follow the link to access the full magazine:

Desvendando os segredos do

MONUMENTO À MATEMÁTICA

Revealing the secrets of Uniso's

MONUMENT TO MATH

Por/By: Guilherme Profeta

Foto/Photo: Paulo Ribeiro

Foto/Photo: Assecoms

O monumento está localizado em frente ao bloco F, na Cidade Universitária da Uniso

The monument is located on campus, in front of Building F

Desde o aniversário de 50 anos do curso de Matemática da Universidade de Sorocaba (Uniso), em novembro de 2018, a Cidade Universitária — que é o principal câmpus da Universidade — passou a contar com uma homenagem a essa que é reconhecida como uma das grandes ciências básicas da humanidade. Localizado em frente ao átrio de entrada do bloco F, onde funciona a maioria dos cursos de Exatas da Instituição e por onde passam cerca de três mil estudantes todos os dias, o monumento foi idealizado pelo matemático e engenheiro Adalberto Nascimento, atuante nas áreas da educação e da política na cidade de Sorocaba. A estrutura, que segue à risca o projeto original, é composta por uma base cúbica, a qual sustenta um poliedro de doze lados formado por hastes metálicas.

Segundo o professor mestre Jesaías da Silva Souza, coordenador do curso de graduação em Matemática da Uniso, a estrutura do monumento contém uma série de significados para quem se propõe a olhar com um pouquinho de atenção. Uma volta ao redor do cubo revela, por exemplo, inscrições gravadas em suas faces. Duas dessas inscrições fazem referência a **NÚMEROS** irracionais: π e o número *e*.

NÚMEROS IRRACIONAIS

O primeiro desses números inscritos no cubo, π (pi, que equivale a 3,1415...), é certamente o número irracional mais famoso. Trata-se do resultado da razão entre o perímetro de uma circunferência e o seu diâmetro, uma constante matemática extremamente importante para a geometria, que é usada, por exemplo, em sistemas de posicionamento global (o famoso GPS). Já o número *e*, ou número de Euler (em homenagem ao matemático suíço Leonhard Euler, que escolheu a letra e por ser a inicial da palavra “exponencial”), equivale a 2,7182... e é conhecido como a base dos logaritmos naturais, sendo utilizado para o estudo de muitos fenômenos que progridem de maneira exponencial — como na Economia, para o cálculo de juros compostos.

Since the 50th anniversary of Uniso’s undergraduate program in Mathematics, in November 2018, Uniso’s main campus gained a monument to this science, which is one of the great basic sciences developed by mankind. Located in front of the entrance to Building F, which is home to most of the university’s programs related to STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics), and through which about 3,000 students walk every day, the monument was designed by the mathematician and engineer Adalberto Nascimento, an active personality in the fields of education and politics in the city of Sorocaba. The structure, which follows exactly the original design, is composed of a cubic base, which supports a twelve-sided polyhedron made of metal rods.

According to professor Jesaías da Silva Souza, coordinator of the program, the monument’s structure has a series of meanings for those who are willing to look carefully. A walk around the cube reveals, for example, inscriptions engraved on each of its faces. Two of these inscriptions refer to irrational **NUMBERS**: π and the number *e*.

IRRATIONAL NUMBERS

The first of the numbers written on the cube, π (pi, which equals 3.1415...), is certainly the most famous irrational number. It is the result of the ratio of a circle’s circumference to its diameter, a mathematical constant that is extremely important in Geometry, and which is used in global positioning systems (the famous GPS). The second number is *e*, aka the Number of Euler (in honor of the Swiss mathematician Leonhard Euler, who chose the letter e for being the initial of the word “exponential”), which equals 2.7182..., and is known as the basis of natural logarithms. It is used for the study of many phenomena that progress exponentially—as in Economics, for example, for the calculation of compound interest.

PARA SABER MAIS: O QUE SÃO NÚMEROS?

Números são conceitos matemáticos abstratos, criados pelo homem para representar quantidades e ordem. Quando agrupados, conforme suas particularidades, dão origem aos conjuntos numéricos. Souza explica: “O conjunto dos números naturais (N), nasce a partir da contagem, da ideia de que existe uma relação entre aquilo que é observado e determinados símbolos abstratos: N = {1, 2, 3, 4...}. Quando começaram a ser efetuadas as operações de subtração, tornou-se impossível responder, por exemplo, o resultado de operações como 2 − 3. Então, foi criado o conjunto dos números inteiros, representado por Z = {...−2, −1, 0, 1, 2...}, e depois o conjunto dos racionais (Q), constituído por números que podem ser representados na forma $\frac{a}{b}$ (com *a* e *b* pertencentes a Z, e *b* diferente de 0), com resultados ‘quebrados’, como $\frac{1}{2}$ = 0,5 (decimal finita) ou $\frac{1}{3}$ = 0,333…(dízima periódica). Os números irracionais (I) vêm logo em seguida, compreendendo decimais infinitos e não periódicos, como, por exemplo, $\sqrt[2]{2}$=1,41421356...”

TO KNOW BETTER: WHAT ARE NUMBERS?

Numbers are abstract mathematical concepts, created by men to represent quantity and order. When grouped, according to their particularities, they originate numerical sets. Souza explains: “The set of Natural Numbers (N) is based on counting, from the idea that there is a relation between what is observed and certain abstract symbols: N = {1, 2, 3, 4...}. But then subtraction showed up, and it became impossible to solve operations such as 2 − 3, for example. So the set of Integers was created, represented by Z = {...−2, −1, 0, 1, 2...}, and then the set of Rational Numbers (Q), consisting of numbers that can be represented as $\frac{a}{b}$ (with *a* and *b* belonging to Z, and b other than 0), with fractionated results such as $\frac{1}{2}$ = 0,5 (a finite decimal), or $\frac{1}{3}$ = 0,333… (a repeating decimal). The irrational numbers (I) come right after, comprising infinite and non-repeating decimals, such as $\sqrt[2]{2}$ = 1,41421356...”

NÚMEROS IMAGINÁRIOS

Continuando a volta em torno do cubo, a √(−1) (raiz quadrada de menos um) surge na sequência, na terceira face do monumento. Souza explica que se trata do número imaginário *i*, pertencente ao conjunto dos números complexos — ou seja, um número expresso pela raiz quadrada de um número negativo. “Os números imaginários, ou complexos, são usados em diversos tipos de cálculos”, explica ele, “desde aqueles que impactam as nossas vidas diárias, como os cálculos referentes à aerodinâmica de automóveis e aeronaves, até

IMAGINARY NUMBERS

Continuing to walk around the cube, what shows up on the third face of the monument is the √(−1) (square root of minus one). Souza explains that it is the imaginary number *i*, that belongs to the set of Complex Numbers—that is, a number expressed by the square root of a negative number. “Imaginary numbers, or complex numbers, are used in a variety of calculations,” he explains, “from those that impact our daily lives, such as calculations of automobile and aircraft aerodynamics, to calculations of quantum

O professor mestre Jesaías da Silva Souza, no Laboratório de Educação Matemática da Uniso
Professor Jesaías da Silva Souza, at Uniso's Laboratory of Mathematical Education

cálculos da mecânica quântica, que nos ajudam a compreender o comportamento dos átomos e de partículas subatômicas."

A IDENTIDADE DE EULER

Na quarta face do cubo, pode-se encontrar a equação $e^{i\pi} + 1 = 0$, a Identidade de Euler, que é conhecida como "o padrão de ouro para a beleza matemática" — o termo aparece no livro *As grandes equações: A história das fórmulas matemáticas mais importantes e os cientistas que as criaram*, de Robert P. Crease. Souza explica que a equação sintetiza uma série de elementos que são essenciais para a matemática: "A Identidade de Euler é composta pelas cinco constantes fundamentais, *e*, *i*, π, 1 e 0, além das operações de potenciação, multiplicação, adição e igualdade." Constantemente, os matemáticos comparam a beleza dessa equação à beleza de um poema.

mechanics, thus helping us to understand the behavior of atoms and subatomic particles."

EULER'S IDENTITY

On the fourth face of the cube, one can find the equation $e^{i\pi} + 1 = 0$, the Euler's Identity, which is known as "the gold standard for mathematical beauty"—the term appears in the book *The Great Equations: Breakthroughs in Science from Pythagoras to Heisenberg*, by Robert P. Crease. Souza explains that the equation synthesizes a series of elements that are essential for mathematics: "Euler's Identity is composed of the five fundamental constants, *e*, *i*, π, 1, and 0, besides the operations of exponentiation, multiplication, addition, and equality." Mathematicians often compare the beauty of this equation to the beauty of a poem.

POLIEDROS DE PLATÃO

Tanto o cubo quanto o poliedro de doze lados são formas geométricas conhecidas como poliedros ou sólidos de Platão, mencionadas no livro XIII dos Elementos de Euclides, um tratado matemático escrito por volta de 300 a.C. "Nesse tratado, encontramos os cinco poliedros convexos regulares, sendo eles o tetraedro (quatro faces triangulares), o cubo (seis faces quadradas), o octaedro (oito faces triangulares), o dodecaedro (doze faces pentagonais) e o icosaedro (vinte faces triangulares)", lista Souza. Desses, o dodecaedro é tradicionalmente associado à representação do cosmos, uma associação que remete à história da filosofia e da matemática na Grécia Antiga.

"Platão chega a citar a questão dos poliedros num de seus textos, o diálogo de Timeu, no qual ele discorre sobre o universo e o cosmos", explica

PLATONIC SOLIDS

Both the cube and the twelve-sided polyhedron are known as Platonic solids, as mentioned in the 13th book of Euclid's Elements, a mathematical treatise written around 300 BC. "In this treatise, one finds the five regular convex polyhedra: the tetrahedron (four triangular faces), the cube (six square faces), the octahedron (eight triangular faces), the dodecahedron (twelve pentagonal faces), and the icosahedron (twenty triangular faces)," Souza lists. Out of these, the dodecahedron is traditionally associated with the representation of the cosmos, an association that refers to the history of philosophy and mathematics in Ancient Greece.

"Actually, there is a quotation from Plato on the issue of polyhedra in one of his texts, the dialogue with Timaeus, in which he discusses the universe

A representação da divina proporção, em forma de espiral, pode ser vista de cima
The spiral-shaped representation of the golden ration can be seen from above

o professor mestre André Luiz Sueiro, coordenador do curso de graduação em Filosofia da Uniso. “Nas traduções e nos comentários desses textos, em geral, aponta-se que havia na cultura grega uma relação entre o dodecaedro e os doze astros do zodíaco, um para cada lado da forma geométrica, representando a totalidade do universo. Existe entre os dois conceitos — o dodecaedro e o cosmos — essa aproximação, que aparece citada por historiadores e comentaristas dos textos de Platão, ainda que não nos textos originais. Posteriormente, Euclides cita os poliedros de Platão em seus próprios estudos e foi por meio dessa citação que os poliedros entraram para a história e para os livros de matemática, segundo os historiadores.”

Há de se lembrar, ressalta Sueiro, que o saber grego era um saber uno: “Na Grécia Antiga, o pensamento conceitual lógico e o pensamento matemático não eram domínios separáveis, de modo que os filósofos eram, também, o que hoje nós chamamos de matemáticos. Entendia-se que a natureza apresenta uma determinada organização, que se expressa matematicamente, tanto aritmeticamente quanto geometricamente.”

A DIVINA PROPORÇÃO

Por falar sobre um padrão de organização intrínseco à natureza, que muito interessava aos gregos e aos seus estudos sobre estética, existe ainda no monumento uma última referência a um conceito matemático com múltiplas aplicações. Essa, contudo, precisa ser vista de cima: trata-se de uma constante matemática conhecida como proporção áurea, ou divina proporção, que é comumente representada como uma espiral. Também se trata de um número irracional, ou seja, uma dízima infinita que pode ser arredondada para 1,618, neste caso representada por ϕ (phi).

“Trata-se de uma constante que pode ser observada no mundo natural, tanto nas proporções do corpo humano como nos padrões de crescimento de muitos animais, plantas e insetos”, explica a professora mestra Carla Salles, do curso de Design da Uniso. “Essas são formas que, graças às suas configurações de proporção, harmonia e equilíbrio, costumam agradar o olho humano, pois, diferentemente do que muitas pessoas podem imaginar, a beleza não é necessariamente subjetiva.” É por isso que, desde tempos antigos e especialmente durante a Renascença, arquitetos e artistas vêm emulando essa proporção em suas obras. Grandes exemplos são as obras de Leonardo da Vinci, como o **HOMEM VITRUVIANO**.

“No Design, a geometria oferece coerência na construção do layout e nos processos aplicados, colocando em evidência as relações visuais com base na proporção e nos padrões de crescimento. Não há divisão de espaços sem a modulação geométrica; não há sistemas construtivos sem suportes geométricos”, Salles defende.

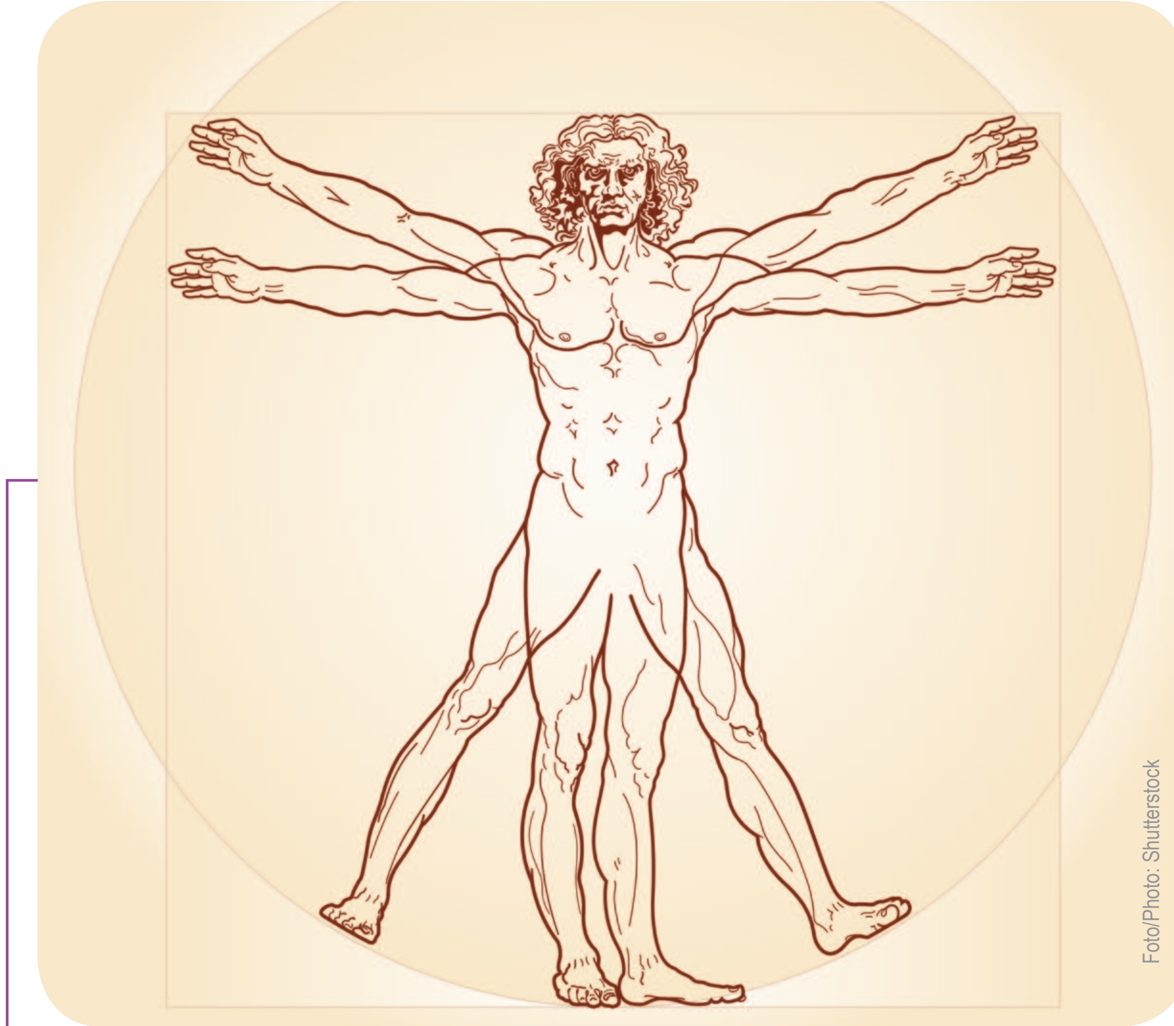
and the cosmos,” explains professor André Luiz Sueiro, coordinator of Uniso’s undergraduate program in Philosophy. “It is usually pointed out, in translations and commentaries for these texts, that there was, in Greek culture, a relation between the dodecahedron and the twelve zodiac signs, one for each side of the dodecahedron, representing the totality of the universe. There is this link between the two concepts—the dodecahedron and the cosmos—, which is cited by historians and commentators of Plato’s works, despite not being mentioned in the original text. Later, Euclid cites Plato’s polyhedra in his own studies, and this was the quotation that placed the Platonic Solids among the annals of history, and in books about Mathematics, according to historians.”

Sueiro points out that Greek knowledge was unified: “In ancient Greece, logical thinking and mathematical thinking were not separable domains, so philosophers were also what we call mathematicians nowadays. They understood that nature presents itself in an organized way, which is expressed mathematically, both arithmetically and geometrically.”

THE GOLDEN RATIO

Talking about a pattern of organization that is intrinsic to nature, which was of great interest to the Greeks and their studies on aesthetics, there is still in the monument a last reference to a mathematical concept with multiple applications. This one, however, must be seen from above: it is a mathematical constant known as the golden ratio, or divine proportion, which is commonly represented as a spiral. It is also an irrational number, namely a repeating decimal that can be rounded to 1.618, in this case represented by ϕ (phi).

“It is a constant that can be observed in the natural world, both in the proportions of the human body and in the growth patterns of many animals, plants, and insects,” explains Carla Salles, a professor at Uniso’s undergraduate program in Design. “These are shapes which tend to please the human eye, thanks to their proportions, harmony, and balance, because beauty is not necessarily subjective, as many people may think.” This is why architects and artists have been emulating this proportion in their works throughout history, especially during the Renaissance. Great examples are the works of Leonardo da Vinci, like the **VITRUVIAN MAN.**


Foto/Photo: Shutterstock

“In Design, geometry offers consistency in the creation of layouts and applied projects, highlighting visual relations based on proportion and growth patterns. No spaces should be delimited without the support of geometry,” Salles argues.