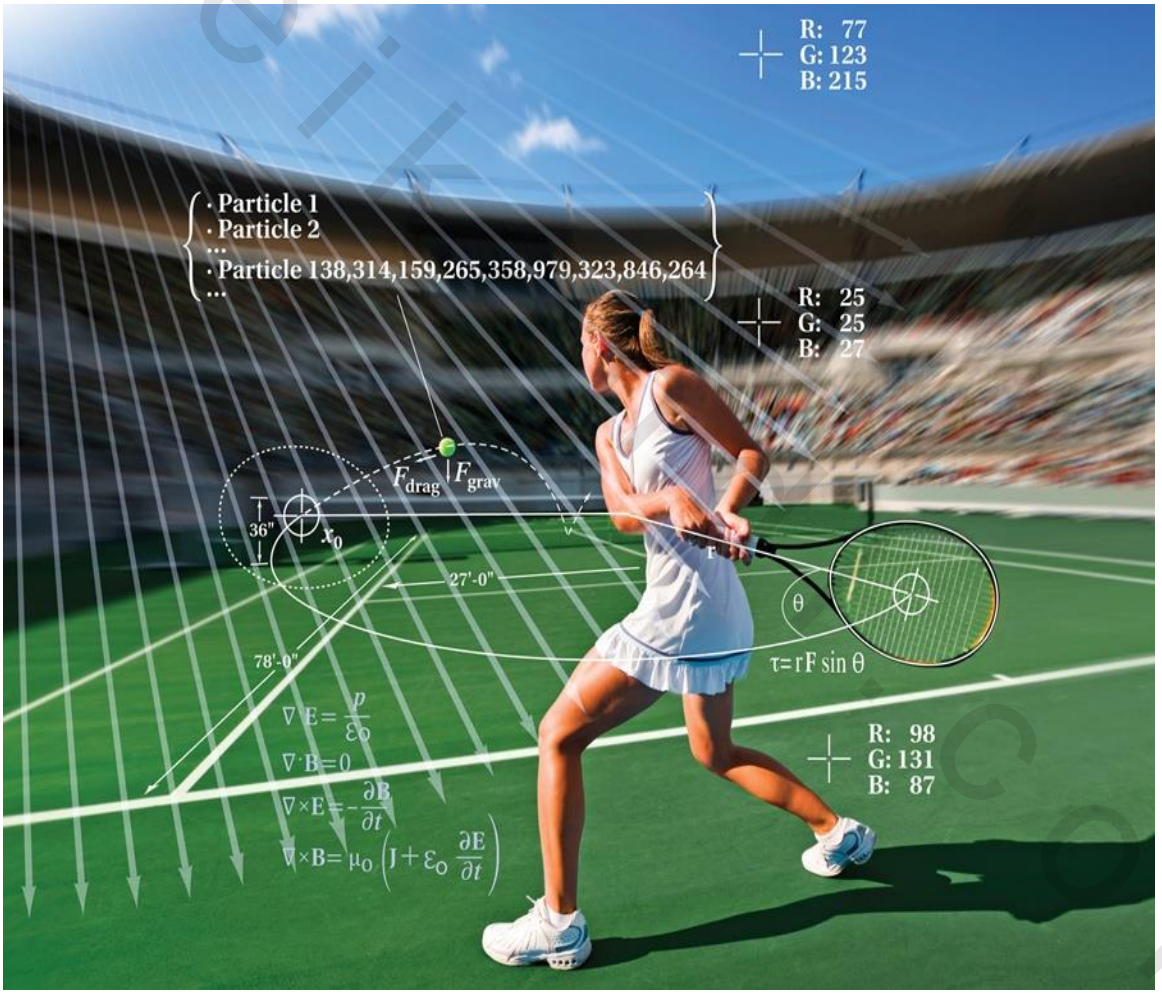
كل شيء في الكون مصنوع من الرياضيات*

كل شيء في الكون مصنوع من الرياضيات - بما في ذلك

أنت



* نشر المقال في موقع منظمة المجتمع العلمي العربي بتاريخ ١٣ يناير ٢٠١٦م.

في هذا المقتطف من كتابه الجديد، يقترح ماكس تجمارك Max egmark أن واقعنا لم يتم وصفه فقط عن طريق الرياضيات، بل هو الرياضيات نفسها .

صباح اليوم الجمعة في برينستون Princeton عندما وجدت هذه التحفة في صندوق بريدي الوارد من أستاذ كبير أعرفه :

الموضوع: ليس أي بريد إلكتروني سهل للكتابة ...

عزيزي ماكس،

لا تساعدك أوراقك غريبة الأطوار. أولا قم بإزالة الجانب "المضحك" منها، إذ تقدمها إلى مجلات جيدة فكونها سيئة الحظ بحيث تنشر ...

أنا محرر من المجلة الرئيسية ... وورقتك ما كانت ستمر أبدا .

هذا قد لا يكون مهماً، إلا أن الزملاء يرون هذا الجانب من شخصيتك يبدو كنذير شؤم على تطورك المستقبلي .

يجب أن تدرك أنه إذا كنت لم تفصل تماما هذه الأنشطة من بحوثك الجادة، ربما تقضي عليها بالكامل، وتحيلها إلى الحانة أو أماكن مماثلة ، وقد تجد مستقبلك في خطر .

لقد تم إحباط مشروعي من قبل، ولكن كانت هذه واحدة من تلك اللحظات العظيمة عندما أدركت أنني كنت سجلت رقما قياسيا شخصيا جديدا، ودرجة عالية جديدة في محاولة للوصل للقمة .عندما أحلت هذه الرسالة إلى والدي، الذي ألهمني مساعي العلمية كثيرا، أشار إلى قول دانتي Dante: "تابع طريقك، ودع الناس يتحدثون "!

أنا وقعت في حب الفيزياء بالضبط لأني كنت مُولَعا بأكبر الأسئلة، إلا أنه بدا واضحا أنه إذا اتبعتْ قلبي فقط ، فإن وظيفتي المقبلة ستكون في مطاعم ماكدونالد، لذا وضعت استراتيجية سرا دعوتها استراتيجية دكتور جيكل / السيد هايد Dr. Jekyll/Mr. Hyde Strategy ، إنها استغلتْ ثغرة اجتماعية: ما تفعله بعد العمل هو عملك الخاصة بك، وسوف لن يكون ضدك طالما أنه لا يصرف انتباهك عن عملك اليومي .

لذا كلما يسأل رؤسائي عما أنا مشغول به، فأتحوّل إلى

الدكتور جيكل المحترم وأقول لهم عملت على المواضيع السائدة في علم الكونيات، ولكن سرا، عندما كان لا يشاهدني أحد، أتحول إلى السيد هايد الشرير وأعمل ما أردت حقا عمله .

عملتْ هذه الاستراتيجية الملتوية أبعد من توقعاتي الأكثر وحشية، وأنا ممتن للغاية أن أبدأ في العمل دون الحاجة إلى التوقف عن التفكير في اهتماماتي العظمى. ولكن الآن، كأستاذ الفيزياء في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، أشعر أن عليّ دين للمجتمع العلمي، لدي التزام أخلاقي للعلماء المبتدئين لإظهار السيد هايد في قاعة الأكاديمية والقيام بدوري لدفع الحد الفاصل قليلا .

فأي ورقة لي تُحدث " قف أو عليك أن تدمر حياتك المهنية" كما في البريد الإلكتروني أعلاه ؟

كانت الورقة حول الفكرة الأساسية التي أنا على وشك مناقشتها: إن عالمنا المادي هو جسم رياضي عملاق .

الرياضيات في كل مكان !

ما هو الجواب على السؤال الأساسي للحياة، والكون وكل شيء؟

في قصة الخيال العلمي ذات المحاكاة الساخرة "دليل المسافر إلى المجرة The Hitchhiker's Guide to the Galaxy" لدوغلاس آدمز Douglas Adams ، كان الجواب ٤٢؛ ظهر الجزء الأصعب في العثور على السؤال الحقيقي .

أجد أنه من المناسب جدا أن آدمز كان يمزح بشأن ٤٢، لأن الرياضيات قد لعبت دورا مميزا في فهمنا المتزايد للكون . تعود فكرة أن كل شيء هو، بمعنى ما، رياضيا إلى الفيثاغوريين من اليونان القديمة وقد فرّخت هذه الفكرة قرونا من النقاش بين علماء الفيزياء والفلاسفة . في القرن ١٧، صرّح جاليليو بشكل ممتاز أن كوننا هو "كتاب عظيم" مكتوب بلغة الرياضيات . مؤخرا، جادل الحائز على جائزة نوبل يوجين فيجنر Eugene Wigner في الستينات أن "التأثير غير المعقول للرياضيات في العلوم الطبيعية" يطلب

تفسيرا لذلك .

قريبا، سوف نستكشف تفسير متطرف جدا. ومع ذلك، أولا نحن بحاجة لتوضيح بالضبط ما نحاول أن نشرحه .يرجى التوقف عن القراءة لبضع لحظات وانظر حولك .

أين كل هذا الرياضيات التي سنستمر في الحديث عنها ؟ أليست الرياضيات كل شيء عن الأرقام؟

ربما يمكنك أن تكتشف أعداد قليلة هنا وهناك - على سبيل المثال أرقام الصفحات من هذه المجلة- ولكن هذه هي مجرد رموز اخترعها وطُبعها الناس، لذلك من الصعوبة القول أن هذه الرموز تعبّر أن عالمنا رياضي بأي طريقة مهما بدت عميقة.

عندما تنظر حولك، هل ترى أي أنماط أو أشكال هندسية ؟

هنا مرة أخرى، لا تعوّل على التصميمات التي من صنع الإنسان مثل الشكل المستطيل لهذه المجلة . لكن حاول أن ترمي حصاة، وشاهد الشكل الجميل الذي تصنعه الطبيعة لمسارها !

هذه المسارات لأي شيء ترميه لها نفس الشكل، ويسمى

قطع مكافئ مقلوب upside-down parabola .عندما نلاحظ كيف تتحرك الأشياء في مدارات في الفضاء، نكتشف شكل آخر متكرر: القطع الناقص ellipse. وعلاوة على ذلك، يرتبط هذان الشكلان: فيتشكل الطرف المدود من القطع الناقص بالضبط تقريبا مثل قطع مكافئ .لذلك، في الواقع، كل هذه المسارات هي ببساطة أجزاء من القطوع الناقصة .

قد اكتشفنا ـ نحن البشر ـ تدريجيا العديد من الأشكال والأنماط المتكررة الإضافية في الطبيعة، والتي لا تنطوي على الحركة والجاذبية فقط، ولكن أيضا الكهرباء والمغناطيسية والضوء والحرارة والكيمياء والنشاط الإشعاعي والجسيمات دون الذرية . وتتلخص هذه الأنماط من خلال ما نسميه قوانيننا في الفيزياء، مثل شكل أي قطع ناقص، ويمكن وصف كل هذه القوانين باستخدام المعادلات الرياضية .

المعادلات ليست الإشارات الوحيدة للرياضيات التي تم تضمينها في الطبيعة: هناك أيضا الأرقام .

أنا أتحدث الآن عن الأرقام التي هي الخصائص الأساسية لواقعنا المادي، كمقابل الإبداعات الإنسانية مثل أرقام

الصفحات في هذه المجلة .

على سبيل المثال، كم عدد أقلام الرصاص التي يمكنك ترتيبها بحيث يتعامدون جميعا (بدرجة ٩٠) على بعضهم البعض؟

الجواب هو ٣، عن طريق وضعها على طول الحواف الثلاث المنبثقة من زاوية غرفتك .

من أين جاء هذا العدد ٣ ؟

نسمي هذا العدد بعدية **dimensionality** فضائنا، ولكن لماذا هناك ثلاثة أبعاد بدلا من أربعة أو اثنين أو ٤٢؟ هناك شيء ما رياضي فعلا في كوننا، وكلما ننظر بدقة، فإننا نعثر على المزيد من الرياضيات، لذا ماذا نفهم من كل هذه الإشارات الرياضية في عالمنا المادي؟

اعتبر معظم زملائي الفيزيائيين أن ذلك يعني أن الطبيعة هي لسبب ما موصوفة بالرياضيات، على الأقل تقريبا، ثم يتركون الأمر عند هذا الحد. ولكني مقتنع أن هناك أكثر من ذلك، ودعونا نرى ما إذا كان هذا مفهوما لكم أكثر من

الأستاذ الذي قال أن هذا الأمر من شأنه أن يفسد حياتي المهنية.

فرضية الكون الرياضي

كنت مفتونا تماما بكل هذه القرائن الرياضية منذ مرحلة المدرسة . ذات مساء في بيركلي في عام ١٩٩٠، عندما كنت وصديقي بيل بواريه Bill Poirier نتناقش حول التكهنات عن الطبيعة الأساسية للواقع، فجأة ظهرت لي فكرة: لا يُوصف واقعنا فقط من خلال الرياضيات - بل هو رياضيات ، بمعنى محدد للغاية.

افتراضي المبدئي، فرضية الواقع الخارجي، تنص على أن هناك واقعا ماديا خارجيا مستقلا تماما عنا. عندما نشتق نتائج نظرية، نحن نعرّف المفاهيم والكلمات الجديدة بالنسبة لها، مثل "البروتونات"، و "الخلايا" و "النجوم"، لأنها مناسبة . من المهم أن نتذكر، مع ذلك، أننا نحن البشر الذين يبتكرون هذه المفاهيم؛ لكن من حيث المبدأ، كل شيء يمكن أن يكون مدروس بدون هذه الزيادات أو النظريات البالية .

Baggage

ولكن إذا افترضنا أن الواقع موجود بشكل مستقل عن البشر، إذن للحصول على وصف يكون كاملا، فإنه يجب أن يكون الوصف أيضا واضح المعالم حتى لكيانات غير بشرية - غرباء أو حواسيب خارقة، أو رأي- التي تفتقر إلى أي فهم من المفاهيم الإنسانية . هذا يقودنا إلى فرضية الكون الرياضي، التي تنص على أن واقعنا المادي الخارجي هو بنية رياضية.

على سبيل المثال، لنفترض أن مسار كرة التنس هي ضربة منحنية جميلة التي تربحك في المباراة وتريد لاحقا أن تصف ما ظهر لك إلى صديق . نظرا لأن الكرة مصنوعة من الجسيمات الأولية (الكواركات والإلكترونات)، فيمكنك من حيث المبدأ وصف حركتها من دون أي إشارة إلى كرات التنس:

- الجسيم ١ يتحرك بقطع المكافئ.
- الجسيم ٢ يتحرك بقطع المكافئ.
- الجسيم

١٣٨.٣١٤.١٥٩.٢٦٥.٣٥٨.٩٧٩.٣٢٣.٨٤٦.٢٦٤

يتحرك بقطع المكافئ.

سيكون ذلك الأمر مزعجا بعض الشيء، لأنه سيستغرق منك وقتا أطول من عمر الكون في قوله، ومن شأنه أيضا أن يكون زائدا عن الحاجة، نظرا لأن كل الجسيمات ملتصقة معا وتتحرك كوحدة واحدة. هذا هو السبب في أننا البشر قد اخترعنا كلمة الكرة للإشارة إلى الوحدة الكاملة، مما يمكننا من توفير الوقت ووصف حركة الوحدة بالكامل ببساطة. الإنسان من صمم الكرة، لكنها مماثلة تماما للأجسام المركبة التي ليست من صنعه، مثل الجزيئات والصخور والنجوم: اختراع الكلمات بالنسبة لها أمر مناسب لكل من توفير الوقت، وتقديم مفاهيم في رموز لتفهّم العالم ببداهة أكثر . على الرغم من أن ذلك مفيد، إلا أن مثل هذه الكلمات هي كلها زوائد اختيارية.

كل هذا يطرح السؤال: هل من الممكن فعلا العثور على مثل هذا الوصف الخارجي للواقع الذي لا ينطوي على أي زيادة؟

البُنى الرياضية

للإجابة على هذا السؤال، علينا أن نلقي على الرياضيات نظرة عن قرب .

في المنطق الحديث، أي بنية رياضية mathematical structure هي بالضبط هذا: مجموعة من كيانات مجردة مع علاقات بينها، لكن هذا تناقض صارخ مع الطريقة التي معظمنا يتصور الرياضيات مسبقا – فهي إما كشكل من أشكال العقاب السادي أو كحقيبة من الحيل للتلاعب بالأرقام. الرياضيات الحديثة هي دراسة صورية formal study للبُنى والتي يمكن تعريفها بطريقة مجردة بحتة، دون أي زيادة إنسانية . فكّر في الرموز الرياضية على أنها مجرد تسميات دون معنى جوهري .لا يهم إذ تكتب "اثنين زائد اثنين يساوي أربعة"، أو"٢ + ٢ = ٤" أو "dos mas dos igual a cuatro."

الترميز notation يُستخدم للدلالة على الكيانات والعلاقات، لكنه غير متصل بالموضوع ؛ فالخصائص الوحيدة للأعداد الصحيحة هي تلك التي تتجسد في العلاقات

بينها.

باختصار، هناك نقطتان رئيسيتان للطرح: تعني فرضية الواقع الخارجي ضمنا أن "نظرية كل شيء" (وصف كامل لواقعنا المادي الخارجي) ليس لها زيادة، والشيء الذي لديه وصف كامل بدون زيادة هو بالضبط بنية رياضية. خلاصة القول هي أنه إذا كنتَ تعتقد بواقع خارجي مستقل عن البشر، إذن يجب عليك أيضا أن تعتقد أن واقعنا المادي هو بنية رياضية، كل شيء في عالمنا هو رياضي بحت ـ بما فيه أنت.

الحياة بدون الزيادات

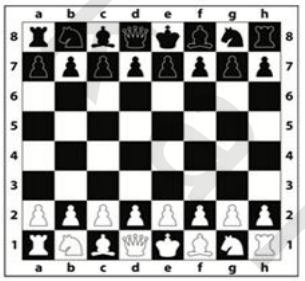
أعلاه وصفتُ كيف نضيف نحن البشر الزيادات إلى توصيفاتنا .

الآن دعونا ننظر إلى العكس: كيف يمكن للتجريد الرياضي أن يزيل الزيادات ويعري الأشياء وصولا إلى جوهرها البحت.

تأمل سلسلة تحركات الشطرنج التي أصبحت تعرف باسم

obeikandl.com

لعبة الخالد، حيث يضحي الأبيض بشكل دراماتيكي بالقلعتين rooks كلتيهما، والفيل bishop والملك ليهزم الخصم بالقطع الثلاث الثانوية المتبقية .عندما يسمي هواة الشطرنج اللعبة الخالدة جميلة، فإنهم لا يشيرون إلى جاذبية اللاعبين، ولكن إلى كيان أكثر تجريدا، والذي يمكن أن نسميه اللعبة المجردة، أو سلسلة من التحركات.



1. e4 e5 2. f4 exf4 3. Bc4 Qh4+ 4. Kf1 B5 5. Bxb5 Nf6 6. Nf3 Qh6 7. d3 Nh5 8. Nh4 Qg5 9. Nf5 c6 10. g4 Nf6 11. Rg1 cxb5 12. h4 Qg6 13. h5 Qg5 14. Qf3 Ng8 15. Bxf4 Qf6 16. Nc3 Bc5 17.Nd5 Qxb2 18. Bd6 Bxg1 19. e5 Qxa1+ 20. Ke2 Na6 21. Nxg7+ Kd8

لعبة الشطرنج يمكن تمثيلها بعدد من الطرق (من اليسار): لوحة طبيعية، وتوضيح بالرسم، ومحاكاة الكمبيوتر، وترميز جبري. يمثل كل شكل من أشكال الزيادة اللعبة المجردة رياضيا.

يتضمن الشطرنج كيانات مجردة (قطع الشطرنج المختلفة والمربعات المختلفة على اللوحة) والعلاقات فيما بينها .على سبيل المثال، إحدى العلاقات حيث قد تضطر قطعة إلى مربع الذي فيه تقف القطعة السابقة على التالية. وعلاقة أخرى

حيث قد تضطر قطعة إلى مربع حيث مسموح لها بالتحرك إلى هناك . بشكل متشابه، وصف موضع الشطرنج شفهيا باللغة الإنجليزية يكافئ وصفه شفهيا تماما باللغة الاسبانية.
ما الذي يتبقى عندما تنزع كل هذه الأوصاف المتكافئة، أو كل هذه الزيادات؟

اللعبة الخالدة نفسها، صافية ١٠٠ في المئة، دون إضافات.
هناك بنية رياضية وحيدة فريدة من نوعها التي تم وصفها بجميع هذه الأوصاف المتكافئة.
تدل فرضية الكون الرياضي ضمنا أننا نعيش في واقع مترابط، بمعنى لا تنبع خصائص العالم من حولنا من خصائص لبنات بنائه النهائية، ولكن من العلاقات بين هذه اللبنات. يجعلنا اعتقادي المجنون والمنطقي هذا- أن عالمنا المادي ليس فقط هو ما تم وصفه بالرياضيات ولكن هو الرياضيات نفسها- أجزاء واعية ذاتية self-aware من جسم رياضي عملاق.
في نهاية المطاف، رغم أن هذا الاعتقاد يُقلل من مرتبة المفاهيم المألوفة مثل العشوائية والتعقيد وحتى يحولها إلى مرتبة الأوهام؛ فإنه يتضمن أيضا مجموعة جديدة وعظمى

من الأكوان المتوازية واسعة جدا وغريبة، والتي تتضاءل كل الغرابة المذكورة أعلاه بالمقارنة بها، وتجبرنا على التخلي عن العديد من أكثر أفكارنا المترسخة عن الواقع. إذا علمتني حياتي كفيزيائي أي شيء على الإطلاق، فهي أن أفلاطون كان محقا: أبدت الفيزياء الحديثة بوضوح تماما أن الطبيعة الأساسية للواقع ليست كما يبدو.

***

هذه المقالة التي ظهرت أصلا بشكل مطبوع بعنوان "رياضيات صنعت اللب Math Made Flesh " هي مقتطف من كتاب كوننا الرياضي: بحثي عن الطبيعة الأساسية للواقع OUR MATHEMATICAL UNIVERSE: My Quest for the Ultimate Nature of Reality ، لمؤلفه ماكس تجمارك .

***

مصدر المقال:

http://discovermagazine.com/2013/dec/13-math-made-flesh