

عرض كتاب " نظام الزمن " لكارلو روفيللي

حقيقة الزمن ونظامه وفق نظرية كارلو روفيللي الأستاذ بجامعة إيكس مرسيليا، ومدير مجموعة بحثية في الجاذبية الكمية.

عرض د. جواد بشارة

يشهد العالم أزمة صحية غير مسبوقه تجبرنا على البقاء في المنزل.. إلى متى؟ لا نعرف شيئاً عن ذلك حقاً. لذلك، فهو وقت مناسب لقراءة كتاب نظام الزمن، ومفهومه، ومروره، وقياسه، وما إلى ذلك .

The Order of Time 2018 نُشرت طبعة Flammarion في أوائل عام L'ordre du temps (L'Ordine del Tempo)ترجمة عن النص الإيطالي لمُنظّر الجاذبية الكمية الحلقية ، عالم الفيزياء الإيطالي كارلو روفيللي المعروف بنجاحه السابق في المكتبات ، خاصة في كتاب سبعة دروس موجزة في الفيزياء. إن نظام الزمن كتاب رئيسي عن سؤال يزعجنا جميعاً وخاصة عشاق الساعات: يتعلق بمرور الوقت ومفاهيمه وقياساته، إلخ.

التفكير في الزمن المدرك كشيء فلسفي وكشيء علمي:

في هذا الكتاب الرائع والممتع والشيق الذي يمكن الوصول إليه من قبل أكبر عدد من القراء العاديين غير المتخصصين، يشرح المؤلف في 288 صفحة كيف أن الزمن الماضي والحاضر والمستقبل ليس ما نؤمن به (ليس له أي تفرد) وأنه كلما حاولنا اختراق أسرارهِ، كلما انزلق أكثر. بعيداً! يجب أن يقرأ في هذه الأوقات الصعبة.

كارلو روفيللي هو أحد المتخصصين المشهورين عالمياً في مجال متخصص للغاية من الجاذبية الكمومية، والذي لا يعد في الوقت الحالي نظرية كاملة ولكنه برنامج بحثي واسع. أصبحت مسألة الزمن، التي كانت في يوم من الأيام حكرًا على الفلاسفة، قضية مهمة للعلم منذ صياغة نيوتن للزمان والمكان المطلقين، ثم الديناميكا الحرارية لكارنو وكلاوسيويس. أعاد أينشتاين خلط الأوراق بالنسبيتين ومفهومه عن الزمكان. ومن ثم لقد شوشت ميكانيكا الكم المسارات. قدمت الديناميكا الحرارية غير المتوازنة مفاجآت. دون أن ننسى الديناميكا الحرارية للثقب الأسود. لقد درس العديد من الفيزيائيين المهتمين أو المهمين مسألة الزمن. بريغوجين Prigogine ، وروجرز ب ينروز Roger Penrose، وستيفن هاوكينغ Hawking ، وولي سمولين Lee Smolin على سبيل المثال لا الحصر، والآن كارلو روفيللي Carlo Rovelli الذي أصدر عدة كتب عن الموضوع. أحدها حمل عنوان نظام الزمن، وآخر عنوان ماذا لو لم يكن الزمن موجوداً؟ كما يشير المؤلف، فإن فهم الزمن مهمة موعودة لكل أولئك الذين يفاجئون برؤية الزمن يمر، ولكن أيضاً من خلال النظر في معادلات الفيزياء المعاصرة.

لا تتوقع فهمًا كاملاً ونهائياً للزمن بعد قراءة كتابي كارلو روفيللي الذي يأخذنا في رحلة عبر متاهة الزمن، بين أحلام اليقظة الشعرية والتلميحات الأدبية والمفاهيم الفلسفية وبالطبع الأساس الرئيسي لهذه الدراسة يتكون من النظريات الفيزيائية. لا توجد حالياً نظرية يمكن أن تفسر حالة الزمن بل عدة مقاربات ورؤى. ما هو متاح حالياً مجرد دراسات أولية عن الزمن مثل دراسات روفيللي التي سترضي فضول المبتدئ ولكن المثقف والجمهور القلق حول كيفية فهم الفيزيائي لجذور وظواهر الزمن (أو في الوقت المناسب). يستحق أي تفكير علمي ومنطقي اهتمام الرجل الصادق في القرن الحادي والعشرين. خاصة إذا كان هذا الانعكاس يأخذ منحى أدبي وشاعري. هذا يجعل الموضوع متاحاً لخطر تشويه العلوم الأكثر دقة .

انحلال الزمن في الفيزياء المعاصرة:

في الجزء الأول من كتاب نظام الزمن، يحكي روفيللي عن تآكل الزمن. لم يكن ذلك الزمن ينفجر ولكن التفكير في الزمن يصبح غير مؤكد. يهرب الزمن من شبكات الشبكة المفاهيمية التي يعتقد الفيزيائيون أنهم يمسكون بها. لا يتدفق بشكل موحد حسب المكان والسرعة والكتلة والجاذبية أو الثقالة، في السهول أو في الجبال. هذا التحول هو متناهي الصغر. تجعل النسبية العامة من الممكن حساب هذا التباين الزمني ولكن ليس ميكانيكا نيوتن. لا يوجد مشهد ثابت، نوع من البروجيكتور العام يرسل الصور على الشاشة. كل شيء يتطور في زمنه الخاص والفيزياء تشير إلى كيفية ارتباط هذه الأزمان. قبل الاضطرابات التي أدخلها أينشتاين، شكلت الديناميكا الحرارية وصياغة الإنتروپيا سهلاً للزمن لا رجوع فيه. لقد انقلب الزمن إلى زمن عكسي، موجوداً في جميع معادلات الفيزياء باستثناء الأنظمة التي تتبادل الحرارة، والتي وصفها بأنها إنتروپيا يمكن أن تنمو فقط والتي تم تفسيرها إحصائياً على أنها مقياس الاضطراب من قبل بولتزمان. يقول روفيللي إن الزمن يبطل السرعة والعكس صحيح حسب مبدأ تباطؤ الزمن مع السرعة التي تضمنته نسبية أينشتاين لاستحضار النسبية ولكن هذه المرة، بصورة مقيدة، التي نشرها أينشتاين عام 1905 وسماها النسبية الخاصة. انتهى الزمن واختفى الحاضر من النظريات الفيزيائية اللاحقة.

الزمن لا يمر بدون فراغ. يرى أرسطو ونيوتن الأشياء في تناقض وفقاً لروفيللي، وفقاً لروفيللي، حيث يكون الفضاء الفارغ منطقياً لنيوتن ولكن ليس لأرسطو، وهو تقدير تقريبي لأن نيوتن اعتبر الفضاء متجهاً لسائل يحمل قوة الجاذبية، بينما يفكر أرسطو من زاوية التواصل. كان أينشتاين يوفق بين طريقتين لرؤية الأشياء باستخدام فكرة المجال، والتي هي حديثة جداً في الفيزياء المعاصرة. ثم تأتي بعد ذلك ميكانيكا الكم التي تطمس المسارات أكثر. ندخل إلى عالم بلا زمن، عالم صاحبنا في رحلته في الجزء الثاني من الكتاب.

عالم مكون من أحداث وعلاقات:

في الجزء الثاني، يصف روفيللي عالماً خالياً من الأشياء ويتكون من أحداث. تقودنا فيزياء الحقول الكمومية إلى التفكير في العالم بهذه الطريقة. الفكرة ليست جديدة. كان علماء الفيزياء الغنوصية في برينستون قد تخيلوا بالفعل كوناً مكوناً من عمليات، وفي بعض الأحيان يتطلعون إلى الميتافيزيقيا الشرقية، أو تاو الصينية أو البوذية. وفقاً لروفيللي، يكمن الخطأ في تفسير العالم من منظور الأشياء وليس الأحداث. لأن الفيزياء تصف كيف تتغير الأشياء، في الترتيب أو التعقيد. الفيزياء الحديثة لا تقل شيئاً عن الأشياء. هل من الشرعي التفكير بذلك؟ يعتقد الفيزيائي روفيللي أن الآخرين مخطئون. الفيلسوف سوف يفكر بشكل مختلف.

يحتوي كتاب روفيللي على بعض التقديرات التقريبية التي لا تغير المحتوى وتهدف إلى فرض التفسير. وهكذا يُقال أن معادلة شرودنغر $L'équation de Schrödinger$ ، تصف الأشكال الذرية وكيف تتحرك الإلكترونات في الذرات، وبالتالي فهي أحداث وليست أشياء. في الواقع، المعادلة التي تجعل من الممكن حساب شكل الذرات تتعلق بالحالات الثابتة. يتم بعد ذلك فصل معادلة شرودنغر إلى قسمين، واحد تتعلق بالزمن وأخرى تتعلق بالمكان. الإلكترونات متحركة بالفعل ولكن لا توجد أحداث، إلا أثناء الانتقال من شكل (حالة) إلى آخر، وفي هذه الحالة، لا تشرح معادلة شرودنغر أي شيء، كما يعلم الخبراء في العلوم والمختصين بميكانيكا الكم. الحدث ليس هو نفسه عملية متكررة.

ما يلي غريب جداً. روفيللي يطمس المسارات من خلال كونه هو نفسه الشاهد والممثل لهذا التدخل الذي ستكون اللغة المسؤولة عنه، بيد أن اللغة غير كافية للحديث عن الزمن. كان أينشتاين نفسه على خلاف، مع زملائه من العلماء بشأن الزمن فغير رأيه عدة مرات بشأن القضايا الرئيسية. في النهاية نظرية العالم

لا تحتاج إلى متغير زمني. يجب أن نخبرنا كيف تتحرك الأشياء وتتحول فيما يتعلق ببعضها البعض. لا تستخدم الجاذبية الكمومية الحلقية التي كان روفيللي أحد مؤسسيها متغير الزمن في معادلاتها.

لا نعرف ما هو الزمن:

في الجزء الثالث، يتم شرح الزمن أمام مرآة الجهل. يكمل روفيللي الزمن الذي يخرج من العالم الخالد أو من أبدية الوجود. هذا الجزء هو الأكثر إثارة للاهتمام بفكرة الزمن الحراري التي قام بتلخيصها في منطقتين. التقليدية التي تبدأ من زمن لتتجه نحو الطاقة والحالة العيانية. يبدأ المنظور الجديد من الحالة العيانية للانتقال نحو الطاقة ثم الزمن. في الإصدار التقليدي، يعد الزمن سبباً فعالاً للأشياء المعقدة. في النسخة الثانية التي اقترحها روفيللي، فإن الحالة العيانية هي التي تؤدي إلى الزمن. هذا الاختيار سهل الفهم بالنسبة للفيلسوف. في الحالة الأولى، نضع أنفسنا في الواقعية والأنطولوجيا، وفي الحالة الثانية نضع أنفسنا في الكون الاسمي، وبعبارة أخرى، الزمن، كمفهوم بشري، يبقى مثيراً للجدل منذ العهد القديم، كما كان الحال بصدد الجراثيم في العصور الوسطى، بين الواقعيين والاسمييين أو المثاليين والميتافيزيقيين.

ثم تتدخل الإنتروبيا في التفكير. إن الإنتروبيا الأولية المنخفضة ستكون مرتبطة بحالتنا أكثر من ارتباطها بالكون. علاوة على ذلك، فإن انخفاض الإنتروبيا سيكون سبب تقدم العالم. هذه الأطروحة مثيرة للاهتمام ولكنها مغامرة. إنها تقوم على تأملات قديمة جداً وعلى تفسير للإنتروبيا ليس واضحاً ويمكن حتى أن يكون مثيراً للجدل. يأخذ روفيللي بعض المسافة مع الصرامة، من خلال استحضار تكوين فوتون عالي الطاقة كمؤشر على إنتروبيا أقل من تلك الخاصة بعشرة فوتونات ذات طاقة أقل. الفكرة بالتأكيد لها معنى ولكن المنطق خاطئ، الفوتون ليس له تكوين. يبدو أن روفيللي يضيع في تفسير الإنتروبيا. كما هو الحال بالفعل في سياق آخر للفيزيائي إريك فيرليند. الإنتروبيا لها صلة بمحرك العالم لكنها ليست هي التي تتبعها روفيللي.

تتميز نهاية الكتاب بميزة إعادتنا إلى حالتنا كبشر في السيرة الذاتية. إنه يقدم الذاكرة ويعيدنا إلى اعتبارات أقرب إلى تجربتنا. ماذا لو ضل الفيزيائيون في مسألة الزمن؟ موقف روفيللي، كما لاحظ هانز هالفرسون، مناهض للواقعية. يمكننا أيضاً الاستشهاد بـ Bishop، أحد المتخصصين في نظرية عدم التوازن التي لسنا من أجلها كنا صنّاع سهم الزمن بل أبناءه. بالنسبة إلى روفيللي، نشعر بالعكس، سهم الزمن باعتباره اختراعاً بشرياً سيكون له فضائل محررة. هذا له ميزة أنه واضح ولكن قابل للنقاش. بريغوجين Prigogine غائب بشكل واضح عن كتاب روفيللي وهذا ما يجعل هذه المحاولة لشرح الزمن غير مكتملة وغير تامة. ومع ذلك، قادنا هذا الكتاب إلى التفكير في الزمن المناسب، والذي، إذا كان قابلاً للنقاش، فله ميزة أن تتم مناقشته من خلال نتائج العلم وكذلك الاعتبار الفلسفية التي تم اختيارها وترتيبها بطريقة متماسكة. أخيراً، اشتمل الكتاب على صور ووسائل إيضاح واضحة جداً، باستخدام الألوان وبعض الرسوم التوضيحية الجميلة.

الزمن هو لب لغز غريب. مثل ندفة الثلج التي تنوب عندما تلتقطها، فإنها تتفكك تدريجياً تحت هجمة العلم: نحن نعلم الآن أن الزمن يمر على السهل بشكل أبطأ منه على المرتفعات والجبال؛ كما هو الحال على مقياس النجوم والكواكب، فإنه يختلف من نقطة إلى أخرى، في حين أنه لا "يمر" على المستوى المجهرى.

عالم مكون من أحداث وعلاقات

هل الزمن موجود؟

أصبح زمن نيوتن المطلق، الخطي والعالمي زمناً نسبياً مع أينشتاين، قادراً على التباطؤ أو التسارع في وجود مجال الجاذبية وجعل حتى فكرة "الحاضر" تختفي. في المقياس الكمي، يصبح الوقت حبيبيًا ويثير وجوده تساؤلات. رحلة عبر مخاريط الضوء وتقلبات الزمكان، بحثًا عن تروس "محرك الزمن" مع الفيزيائي كارلو روفيللي.

هل حان الوقت أم نحن الذين يمر علينا الزمن؟ وعلى أي حال، لماذا يتدفق دائمًا في نفس الاتجاه، من الماضي إلى المستقبل؟ ألا يمكننا أن نتحرك عكس التيار أو نقطع التيار؟ وقبل كل شيء، ما هو محرك الزمن الغامض الذي يولد هذا التدفق؟ إذا كان للزمن مصدر، بداية، فهل له نهاية أيضًا؟ هل نتجه حرفياً نحو نهاية الزمن؟ ما لم يتم طرح سؤال الزمن بشكل سيء وهذا الشيء الغريب الذي نسميه الزمن يجد أصله في أذهاننا وهو قبل كل شيء سؤال عن الإدراك ... لقد طرحنا كل هذه الأسئلة والعديد من الأسئلة الأخرى على المتخصص في الزمن المناسب، عالم الفيزياء، كارلو روفيللي، هو أستاذ في جامعة إيكس مرسيليا، في مركز الفيزياء النظرية حيث يعمل على الجاذبية الكمية الحلقية. العالم، الذي كتب أنه قضى حياته في دراسة التركيب المادي للزمن، هو أيضًا مبسط علمي للنصوص العلمية النظرية مشهور غزير الإنتاج وعلى وجه الخصوص، نحن مدينون له بكتاب رائع هو نظام الزمن، The Order of Time - l'ordre du temps Flammarion 2018 ، والذي يستند إلى العديد من المراجع في هذا ويمكن للقراء قراءته لتعميق السؤال. كما نُشر مؤخرًا مقال للمؤلف، Écrits Vagabonds (Flammarion)، 2019، باللغة الفرنسية.

يذكرنا كارلو روفيللي أن الزمن المنتظم والعالمي والحتمي، الذي يمثله سهم ينتقل من الماضي إلى المستقبل، هو في النهاية مجرد بناء ثقافي يأتي إلينا من نيوتن، وعلى مقياس الكون، تختفي هذه المرة هذه المفاهيم الكلاسيكية عن المكان والزمان لصالح الزمكان الذي نظره أينشتاين: والذي يغدو مرناً، ويمكن أن يتسارع أو يبطئ وفقاً لقرب مجال الجاذبية أو وفقاً لسرعة الشخص الذي يقيسه. لم يعد الزمن الكوني موجوداً، فالجميع يتطور في "زمنهم الخاص" وفكرة "الحاضر" ذاتها تفقد معناها.

على مقياس الجسيمات الكمومية، يفقد الزمن استمراريته. تصبح ماهيته "حبيبية" وتستجيب لمبادئ الكم، مثل الاحتمالية. يصبح التمييز بين الماضي والحاضر والمستقبل نفسه متقلباً و"غير محدد". الاضطرابات تتفاعل لدرجة أننا ندخل، مع كارلو روفيللي، إلى "عالم بلا زمن". إلى أن نحاول اكتشاف ما يمكن، في أذهاننا، أن يخلق وهم الزمن، أو استكشاف المسارات الرياضية القادرة على وضع القليل من الزيت في تروس "محرك الزمن..."

الزمن غير موجود: يشرح الفيزيائي كارلو روفيللي السبب في أن "فكرة وجود" حاضر "محدد في جميع أنحاء الكون هي استقراء غير شرعي لتجربتنا." (لودويك هيرنانديز عن "لوبس") في كتابه الأخير، يأخذنا الفيزيائي إلى الشواطئ المذهلة للثنائي الممتدة أو الانقباضية اعتماداً على الموقع، للحاضر الذي هو مجرد وهم، جزئيات وراء ما قبل وبعد. بقلم فيرونيك رادير نُشر في 09 يونيو 2018 الساعة 10:03 صباحاً L'OBS. نحن نعيش في الزمن، كما هو حال، الأسماك في الماء، والزمن يسكننا، أن الزمن ينبض في كل من أليافنا، يتخلل وجودنا، لكن ما نعتقد أننا نعرفه هو وهم؟ يقول كارلو روفيللي، تظل الطبيعة العميقة للزمن، في كثير من النواحي، لغزاً كبيراً، وربما للغز الأعظم على الإطلاق. روابط غريبة تربطه بالغاز أساسية أخرى مثل طبيعة الوعي أو أصل الكون أو سير الحياة. لقد اكتشفت الفيزياء بالفعل أشياء مذهلة حول هذا الموضوع. أبسطها وأكثرها مباشرة هو أن الزمن لا يتدفق بنفس السرعة اعتماداً على الارتفاع: فهو يمر بسرعة أعلى في قمة الجبل أكثر منه في السهل. منذ أكثر من قرن مضى، كان لدى أينشتاين حدس بهذا الصدد ونحن الآن قادرين، حديثاً جداً، على قياس هذا الاختلاف حتى على بضع عشرات من السنتيمترات من الاختلاف في المختبر. كل ما عليك فعله هو أن تأخذ ساعتين عاليتي

الدقة، وتضع إحداهما في الأعلى والأخرى في أسفل مقياس بسيط، على سبيل المثال، انتظر قليلاً قبل تجميعهما معاً ولن يعرض كلاهما نفس التوقيت. "في" التسلسل الهرمي اللانهائي"، كل ما لا نهاية هو أكبر من اللانهائية السابقة" فهو لا غير ملموس ولا عالمي كما نعتقد، الزمن يلتوي، يسرع أو يبطئ. كيف توصل أينشتاين إلى رؤية هذه المفارقة غير المتوقعة؟ تساءل أينشتاين، ربما مثل أي طالب في المدرسة الثانوية يدرس الجاذبية: كيف يمكن للأرض والشمس "جذب" بعضهما البعض عندما لا يلمس أحدهما الآخر، ولا يوجد بينهما شيء رابط كالحبل بل فراغ أو "لا شيء"؟ كان يتخيل أنهما لا يجذبان بعضهما البعض بشكل مباشر، لكن كل منهما يعمل تدريجياً على هذا "العدم" الذي يحيط به، أي المكان والزمان. تمامًا كما يحرك الجسم الذي يغرق الماء من حوله، يغير الجسم هيكل الزمن من حوله، وتبطئه كتلته. إذا تقدم عقرب الساعة الثاني على قمة جبل أسرع قليلاً من عقرب الساعة في السهل، فهذا يعني أنه بعيد عن مركز الأرض. أدناه، جميع العمليات أبطأ، وهذا الاكتشاف بحد ذاته كافٍ لجعل أدلتنا تنفجر. لقد اندهشت عندما علمت عنها أثناء الدراسة في الكلية. الفهم قبل الرؤية هو من صميم الفكر العلمي. تبدو الأرض مسطحة، والسماء "الأعلى" بوضوح، والأرض "لأسفل"، لكنها عبارة عن كرة أرضية تطفو بدون دعم في الفضاء، كما تصورها الفيلسوف اليوناني أناكسيماندر منذ عشرين قرناً، قبل أن تدور المركبات الفضائية حولها بوقت طويل. تعطي الشمس انطباعاً بالدوران فوق رؤوسنا، لكننا نحن الذين ندور حولها، وبالمثل، يبدو الزمن بالنسبة لنا حقيقة عالمية، وهو التدفق الذي يحملنا جميعاً بنفس السرعة ولكنه مجرد وهم. "يتم تعريف مفهوم الحاضر من حولنا فقط" من هذا الحدس الرائع لأينشتاين نشأ كون جديد حيث يختلط المكان والزمان؟ لجعل نظرية الجاذبية لنيوتن ونظرية النسبية الخاصة متوافقتين، كتب أينشتاين المعادلات التي نشأت ليس فقط الاختلاف في تدفق الزمن وفقاً للارتفاع ولكن أيضاً الثقوب السوداء وتمدد الكون وموجات الجاذبية. في صيغة واحدة، تم إخفاء جميع أنواع المفاجآت. هذه هي أعجوبة الفيزياء النظرية، من خلال وضع الأفكار في شكل يمكن القول إنه صلب ودقيق، يأخذنا إلى أبعد مما كنا نتخيله. كانت الفلسفة قد توقعت ذلك. قال أفلاطون لعلماء الفلك إن فيثاغورس: "استخدم الهندسة لفهم حركات السماء وولد العلم من هذا الحدس: من الممكن التنبؤ بالطواهر." لا يزال العمل الذي كتبه بطليموس في القرن الأول يجعل من الممكن التنبؤ بشكل صحيح بحركات الكواكب التي نراها اليوم في السماء. نحن نعتمد على ما نعرفه، وما نفهمه، للقفز، بالقياس، نحو البقية ولكن أيضاً لانتقاد الماضي وأدلتنا. يمكن أن يقودنا دليل صغير إلى استنتاجات رئيسية: الظل الذي ألقته الأرض أثناء خسوف القمر، دائماً مستديراً بغض النظر عن الوقت واتجاه كوكبنا، كان كافياً لإقناع الجميع، قبل خمسة قرون قبل يسوع المسيح بأننا نعيش جالسين على حصة كبيرة مستديرة! المحرك دائماً هو المفاجأة والفضول، كما قال أرسطو: "الذهول هو أصل رغبتنا في المعرفة". هوبرت ريفز: "لقد ولدنا من النجوم والانفجار العظيم هو قصتنا" يصل إلينا الضوء القادم من النجوم البعيدة عندما لم يعد لها وجود بسبب بعدهم، ولكن ليس هذا فقط. قام علماء الفيزياء باكتشاف مذهل آخر: الحاضر، كما نفهمه، غير موجود... كل جسم، كل ظاهرة في الكون، تنتج زمنها الخاص، وإيقاعها يتحدد بتأثير الكتل المجاورة ولكن أيضاً، كما يفعل أينشتاين أيضاً تكون مفهومة، وفقاً للسرعة التي تتحرك بها: تعمل الحركة أيضاً على إبطاء الطواهر، وتقلص الزمن. في فيلم بين النجوم أنترستيلير "Interstellar"، عندما يعود البطل إلى الأرض بعد مروره بالقرب من ثقب أسود، يجد ابنته. لقد تركها عندما كانت طفلة بعمر العاشرة، وأصبحت أكبر منه بكثير بعمر التسعين. هذا ليس خيالاً علمياً ولكنه عرض دقيق للواقع لم نتح لنا الفرصة بعد ملاحظته. كان الحائز على جائزة نوبل في الفيزياء، العالم كيب ثورن، المتخصص في الثقوب السوداء وموجات الجاذبية، تم تعيينه كمستشار فني قام بحساب العمر الذي يمكن أن تحصل عليه الابنة - الجدة. لذلك عندما نقول كلمة "الآن" فهي لا تعني شيئاً إنها من نسج العقل، في الواقع لا شيء يحدث في وقت واحد هنا وفي أي مكان آخر في الكون؟ هذه إحدى نتائج تشوهات الزمن: يتم تعريف مفهوم "الحاضر" من حولنا فقط. السؤال: ما يحدث الآن، على سبيل المثال، على كوكب بروكسيما ب - أقرب كوكب خارج المجموعة الشمسية إلينا، على بُعد أربع

سنوات ضوئية من الأرض - لا معنى له. إذا تمكنا من مراقبة هذا الكوكب باستخدام التلسكوب، فسندري ما حدث قبل أربع سنوات. تُظهر نظرية النسبية العامة أن الكون لا يحكمه ترتيب واحد، بل سديم الأزمنة "المحلية". معادلاتها تجعل من الممكن حساب الفرق الموجود بينها وبين تطورها فيما يتعلق ببعضها البعض. ما نسميه "الآن"، هو مجرد فقاعة زمنية حول الأرض، إذا حددناها، على سبيل المثال بالنانو ثانية، فإنها تمتد فقط بضعة أمتار، أما إذا حددناها في أجزاء من الألف من الثانية فسوف تمتد لعدة كيلومترات. إن فكرة وجود "حاضر" محدد عبر الكون هي استقراء غير شرعي من تجربتنا. ربما كان أغرب ما اكتشفه أينشتاين هو أن بعض الأحداث ليست في الماضي تمامًا ولا في المستقبل بالكامل، ولكن في الفاصل بين الاثنين، نوع من "الحاضر الممتد" الذي يمكن أن تكون مدته طويلة جدًا: ثلاثون دقيقة على المريخ، ثمانية سنوات على Proxima b ... "الديناميكا الحرارية فقط هي التي تعرف اتجاه الزمن؟" هذا هو أكثر ما يهمننا، هذا التيار الأبدي الذي ينطلق من الماضي الذي حدث والذي لم يعد بالإمكان تغييره، نحو المستقبل غير المؤكد، الأسباب التي تسبق الآثار والنتائج. واجهت فيزياء القرنين التاسع عشر والعشرين اكتشافًا مثيرًا للقلق: القوانين الأولية التي تصف آليات العالم - الميكانيكا والجاذبية والكهرباء والمغناطيسية - لا تميز الماضي عن المستقبل، معادلاتها لا تعرف الزمن. واحد فقط يعرف اتجاه الزمن، وينص على معنى في كشف الظواهر. أعلن العالم الألماني رودولف كلاوسسيوس أن هذا هو القانون الثاني للديناميكا الحرارية، حيث ينص على أن: "الحرارة لا يمكن أن تنتقل تلقائيًا من الجسم البارد إلى الجسم الساخن." سقوط الكرة على سبيل المثال، يمكن أن ترتد، وتنتقل من أعلى إلى أسفل أو العكس، ولكن في حالة عدم وجود تغيير خارجي، لا يمكن أن "ترتفع" حرارة الجسم من الساخن إلى البارد. الفرق بين الماضي والمستقبل هو هذا فقط، هذا الممر من الحار إلى البارد. سمي كلاوسسيوس ذلك "الإنتروبيا" مقياس هذه الكمية من الحركة غير القابلة للعكس للحرارة. إذن الحرارة لا تزيد من تلقاء نفسها في الفضاء؟ لتوليد حرارة النار، على سبيل المثال، عليك تدمير الحطب وليس من الممكن العودة إلى الوراء، فهو فعل لا رجعة فيه، لا يمكنك إعادة الرماد إلى حالة الخشب. هذا هو ما يفصل بين الماضي والمستقبل، لكنه اختلاف طفيف، لأن طبيعة الحرارة معقدة ومرتبطة بوصف غير دقيق للعالم. لا نعرف بعد لماذا، في النهاية، تنتقل من الماضي إلى المستقبل. في الماضي، كانت الأمور أكثر تنظيمًا وبرودة، لكن لماذا هذا، لا نعرف، لا يزال هذا لغزًا. "النيازك هي رسل الماضي" لدينا، كما توضح، رؤية "غامضة" للزمن والمادة والتي تمنعنا من فهم كيفية عملها بشكل أفضل. الحدس العظيم لودفيغ بولتزمان ومعاصريه هو أن الحرارة ليست مائعًا. أظهر هذا العالم والفيلسوف النمساوي من نهاية القرن التاسع عشر بوضوح أنه نتاج التحريض المجهرى للجسيمات. عندما ننظر إلى كوب من الماء، نراه عندما يرى رواد الفضاء الأرض من القمر: كرة هادئة مزرققة، لا يخمنون شيئًا عن صخب الحياة والنباتات والحيوانات. في انعكاسات كأس ثابت من الماء، يخفي النشاط المضطرب لعدد لا يحصى من الجزيئات المائية، عددًا أكبر بكثير من جميع الكائنات الحية على الأرض. هذا التحريض يمزج كل شيء، إذا كانت بعض الجزيئات ثابتة وباردة، يتم جرها من قبل الآخرين، ينتشر التحريض، تصطدم الجزيئات وتدفع بعضها البعض وتسخن. الفرق بين الماضي والمستقبل غير موجود في القوانين الأساسية للحركة، ولا في القواعد العميقة للطبيعة، ولكن في هذا الاضطراب الطبيعي الذي ينتشر منذ ولادة الكون. ومع ذلك، إذا نظرنا إلى الجزيئات الفردية أثناء الحركة، فلا يزال من المستحيل بالنسبة لنا التمييز بين الماضي والمستقبل على هذا النطاق، ولا نعرف ما الذي يميزهما. "خطأ في التطور" على أية حال، اكتشف العلماء في العصور القديمة الكثير عن طبيعة الزمن. بالنسبة لأرسطو، الزمن هو مقياس التغيير المستمر للأشياء، للمرور بين حدث وآخر. حيث لم يحدث شيء، فالزمن، باختصار، لا وجود له. على العكس من ذلك، افترض نيوتن وجود زمن مطلق يتدفق بشكل مستقل عن العالم وظواهره. أظهر أينشتاين أن كلاهما كان على حق في نفس الوقت. التعريف العام الذي قدمه أرسطو وثيق الصلة، ولكن كما كان لدى نيوتن الحدس، هناك بالفعل إطار مستقل ينسج الزمن: إنه مجال الجاذبية الذي يتفاعل مع جميع المجالات الأخرى. أطلق عليها أينشتاين اسم

"قنديل البحر". لكن هذا المجال ليس مطلقاً ولا موحداً. إنه يتجدد مثل الآخرين. إذا كانت الساعات تبطئ، فذلك بسبب اختلاف الجاذبية، يتشوه هذا المجال، ويكون مرناً ويمتد حيث يكون الزمن أطول، ويتقلص حيث يكون أسرع. وفيما يتعلق بالمادة، هناك، بطريقة ما، جسيمات الزمن الأولية ... هذا هو مسار المقاربة العلمية في، مجال الجاذبية الكمومية. ما زلنا نحاول فهم الطبيعة الكمية للزمن. نعتقد أن مجال الجاذبية لا يفلت من خصائص الذرات، فهو مثل المادة، ليس مستمراً ولكنه يتكون من "حبيبات"، من الكوانتات وأن هناك حداً أدنى للفواصل الزمنية، وهو نوع من عنصر الجسيم في الوقت الذي يستحيل تقسيمه. لدينا فكرة جيدة عن قيمة تلك الحبيبات. يقول روفيللي: أثناء تأليف هذا الكتاب، أدركت أنه بطريقة غير عادية إلى حد ما، إنها فكرة قديمة، أثارها بالفعل بعض العلماء في العصور الوسطى. "الرياضيات ليست غير إنسانية" إن مرور الساعات والثواني هو أيضاً عبارة عن علاقة بالنفس، أنت تقول إن دماغنا هو آلة للسفر عبر الزمن مما يجعلنا نخاف الموتى وهذا خطأ؟ الزمن الذي نعيش فيه ليس زمن الفيزياء فقط. كتب مارسيل بروست من وحي هذا الحدس الذي أكده علم الأعصاب: ما ندركه مع مرور الزمن يأتي من ذاكرتنا، من بنية دماغنا. الزمن يجعلنا، يفكنا وهو مشحون بالعواطف. إن جنسنا البشري لديه ذاكرة أكثر تطوراً ولكن لديه أيضاً قدرة كبيرة جداً على التوقع مما دفعنا إلى إدراك محدوديتنا والخوف من الموت. يبدو لي أن هذا نوع من خطأ في التطور. الخطر المباشر، قرب زناد الموت ردود الفعل العنيفة في الثدييات التي يكون اهتمامها بالتطور واضحاً جداً. إنهم يحشدون قواتهم للهروب، مما يؤدي إلى انفجار. لكن لحظة التأهب القصوى هذه لا تدوم. بمجرد زوال الخطر، تعود الحياة الطبيعية إلى مسارها. بالنسبة لنا، فإن إدراك أننا سنموت قد تسبب في حدوث نوع من قصر الدائرة المعرفية مع غريزة البقاء الفورية. يتجه عدد كبير من الآليات في الأحياء نحو الموت، فالخلايا لديها عمليات تدمير ذاتي حتى نتمكن من الاستمرار في الوجود. نحن أنفسنا سنموت حتى تستمر الحياة. رد فعلنا العاطفي البشري المحدد للغاية هو مرض. أعتقد أننا يجب أن نشفى من خلال الاعتراف بأن الفناء هو الذي يجعل حياتنا ثمينة.