



المكتبة العامة السورية للكتاب

كيف أشرح العلم لأحفادي

المشروع الوطني للترجمة

العلوم الإنسانية

رئيس مجلس الإدارة

الدكتورة لبانة مشوّح

وزيرة الثقافة



المشرف العام

د. نايف الياسين

المدير العام للهيئة العامة السورية للكتاب

رئيس التحرير

د. باسل المسالمة

الاشراف الطباعي

أنس الحسن

تصميم الغلاف

عبد الله القصیر



أشرح العلم لأحبابي

تأليف: جان مارك ليفي لوبلون

ترجمة: سلام مخائيل عيد

الهيئة العامة
السورية للكتاب

منشورات الهيئة العامة السورية للكتاب

وزارة الثقافة - دمشق ٢٠٢٣ م

العنوان الأصلي للكتاب:

La science expliquée à mes petits- enfants

المؤلف: Jean - Marc Lévy – Leblond

الناشر: Éditions du Seuil, 2014

المترجمة: سلام مخائيل عيد

الآراء والمواقف الواردة في الكتاب هي آراء المؤلف وموافقه ولا تعبر

(بالضرورة) عن آراء الهيئة العامة السورية للكتاب وموافقتها.

كيف أشرح العلم لأحفادي / تأليف جان - مارك ليفي - لوبلون؛ ترجمة: سلام
مخائيل عيد . - دمشق: الهيئة العامة السورية للكتاب، ٢٠٢٣ م . - ٩٦ ص؛
٢٥ سم. (المشروع الوطني للترجمة. العلوم الإنسانية)

١ - ٥٠٠ ليفي ف ك - ٢ - العنوان - ٣ - ليفي لوبلون

٤ - عيد - ٥ - السلسلة

مكتبة الأسد

- ما هذه العلامات الغريبة التي تخبر عنها على الورقة؟
- هذا علّمي في الفيزياء.
 - كنت أظنّ الفيزياء تُعني بالذرات أو الجزيئات أو النجوم الزائفة^(١) أو الثقوب السوداء... وأنه يلزم أجهزة معقدة جداً لمراقبة تلك الأشياء؟
 - أنت محقّة تماماً! وهذه الورقة وهذا القلم الرصاص، هما من تلك الأجهزة المعقدة للغاية.
 - أتسخر منّي؟
 - لا، أنا أمزح قليلاً فقط. في الواقع، إنّ الجهاز المعقد حقاً الذي أستخدمه هو دماغي.
 - تقصد أنّه يمكنك أن تدرس الذرات مباشرة في رأسك، مثلاً؟ وأنك لا تحتاج إلى مجهر أو مسرّع جسيمات؟
 - بلى، أحتجّ إليها بالتأكيد، لكن التجارب واللاحظات التي يجريها الماء بهذه الأجهزة لا تكفي، يجب أن نفهم نتائج القياسات والصور التي نحصل عليها، وأن نفسّرها. وهنا يتدخل الدماغ البشري، جهاز التفكير إن شئت، كما يكون قد تدخل أيضاً في تصوّر التجارب واحتراع الأدوات.

(١) النجم الزائف هو المنطقة الغازية الساخنة المحيطة مباشرة بثقب أسود هائل، وتبلغ درجة حرارتها مئات عدّة من آلاف الدرجات المئوية، وتبعث الضوء وأشعة أخرى (المترجمة).

- لكنني لم أرك يوماً تستخدم أداة في عملك...

ذلك لأنّي ما يسمّى بـ "الباحث النظري" ولست "مجرّباً". وكما تعلمين فالعلم اليوم، مثل جميع النشاطات البشرية تقريباً: بات غنياً ومعقداً جداً بما يحتم الاختصاص. على سبيل المثال، تعلمين جيداً - أنت المولعة بالسينما - أنه يلزم لصنع فيلم أن يعمل معاً، مخرج ومتللون...

هل العِلم رياضة جماعية؟

- أو مخرجة، وممثلات...

وكاتب سيناريو، ومصوّر سينمائي، وخبر صوت - حسناً، ومن الإناث أيضاً - ومهنّيون عديدون آخرون. ما عليك سوى أن تلقي نظرة على الشارات  الضخمة للأفلام الحالية، حيث تظهر حتى أسماء طهاة الفريق (أو طاهياته). حسناً، في كثير من مجالات العلم الحالي، يعمل عدد مئات من الأشخاص على مدى شهور في تجربة ما. ويشارك عدد من المؤلفين في كتابة المقالات العلمية التي تنشر نتائج عملهم - ولا يظهر فيها إلا الباحثون والباحثات الفعاليون، فلا يظهر المهندسون والفنّيون وأمناء السر والعاملون في مجال الخدمات، إلخ، وهو الأكثر عدداً، وهم لازمون بالمقدار نفسه لحسن سير التجربة. تخيلي سيارة تخرج من مصنع سيارات وهي تحمل توقيع كلّ المهندسين الذين عملوا على تصميمها الأولى، ورؤساء الفرق الذين أشرفوا على خطوط التجميع، وجميع العمال الذين شددوا برغياً هنا، أو دخلوا سلكاً هناك!

- إذاً لماذا تُعطى جائزة نوبل كـّل عام لعالم أو اثنين فقط؟

في الواقع، ليسوا أكثر من ثلاثة في كلّ مجال - هكذا قرر ألفريد نوبل في وصيّته، في نهاية القرن التاسع عشر، في وقت لم يكن العلم قد حصل فيه بعد على هذا البعد الصناعي حقاً. لكن في حالات كثيرة، لم يعد ذلك يتوافق مع الواقع. وهو، إلى حدّ ما، أشبه بدرس التاريخ قديماً، حيث كانوا يقولون إنّ يوليوس قيصر قد هزم فرسن جتريكس، وإنّ جان دارك حرّرت فرنسا من الانكليز، وإنّ نابليون قد أحرز النصر في أوسترليتز، من غير ذكر آلاف الرجال والنساء الذين كانوا الفاعلين الحقيقيّين في تلك المعارك، والذين لولاهم ما كان لتلك الشخصيّات العظيمة أن تُنجز شيئاً.

- إن عملتُ في مجال العلم يوماً ما، فأظنّ أنّني لن أرغب كثيراً بالعمل في مثل هذه الفرق الكبيرة.

من المحبط، ولا شكّ - وخاصة للباحثين الشباب - ألا يستطيعوا العمل إلّا على جوانب محدّدة جداً من تجربة كبيرة، من غير أن تكون لديهم رؤية عامة واضحة عنها، وأن يتصوروا أنفسهم أجزاء صغيرة في آلة ضخمة. لكنّ لذلك مزاياه أيضاً: الشعور بالعمل الجماعي، والانتفاء إلى مجموعة. تعلمين أنّ بين الرياضيين - سواء كانوا هواة أم محترفين - يفضل البعض رياضيات الفريق ككرة القدم أو كرة السلة، ويفضل آخرون الرياضيات الفردية، مثل التنس أو المبارزة.

- يطمئني أن أعرف كون الاختيار ممكناً!

- وفضلاً عن ذلك، ليس هذا النشاط الجماعي واسعُ النطاق واقعَ جميع المجالات العلمية. إنه سائد في كثير من التجارب في فيزياء الجسيمات وفي علم الأحياء الجزيئي وفي الفيزياء الفلكية، إلا أنه أقل بكثير في الرياضيات وفي علم النفس وفي الجيولوجيا، كي لا أذكر إلا بعض التخصصات، لكن ليس في العلوم الاجتماعية والإنسانية على أية حال.

- حين كنت في المدرسة الإعدادية ثم في الثانوية، هل كنت تحب العلم؟

- لكن "العلم" غير موجود حقاً. ثمة علوم متباينة جداً، وسوف نعود إليها. أما الرياضيات والفيزياء، فكنت أحبّها كثيراً، لكنْ كان حبي أقل بكثير للعلوم الطبيعية كما كانوا يسمونها، وهي التي يُطلق عليها اليوم اسم علوم الحياة والأرض.



لماذا؟

- ربما لأن تلك "العلوم الطبيعية" كانت تُدرّس بطريقة وصفية أكثر من اللازم، وغير نظرية على نحو كافٍ. ويجدر القول إن علم الأحياء والجيولوجيا، بين علوم أخرى، قد أحرزت تقدماً كبيراً منذ الخمسينيات، وأصبحت أكثر إثارة للاهتمام الآن! فقد صرنا نعلم الكثير عن آليات الوراثة، مثلاً، أو عن تشكّل القارات الأرضية.

"أيتها الرياضيات الصارمة"

- جاء هذا الموضوع في أوانه، فعلوم الحياة تحديداً هي أكثر ما يعنيني. لكن، ما الذي كان يعجبك في الرياضيات؟ أجدتها صعبة!

- ولستِ الوحيدةَ في ذلك! هاكِ، اصغي إلى ما كتبه فيكتور هوغو في التأمّلات، مستذكرةً سنوات المدرسة:
"كنتُ آنذاك فريسة الرياضيات.

يا للفترة القاتمة!

طفل تأخذه ارتعاشة، شعرية،
طائر مسكين يصدم بجسمته قضباني،
كانوا يسلمووني حيًّا للأرقام، للجلالدين السود

(...)

كانوا يعصر ونبي، من الجناحين إلى المنقار

على لوح الـ x والـ y الكريه"

- آه، أرأيت؟

- لكنه، فيما بعد، اهتمَ كثيراً بالعلم! وقد كتب شاعر عظيم آخر من شعراء القرن التاسع عشر، هو لوتيامون، مدحًا رائعاً للرياضيات في "أناشيد مالدورور" يبدأ على هذا النحو: "أيتها الرياضيات الصارمة، لم أنسكِ، منذ أن تسرّبت دروسك العاملة، الأحلى من العسل، إلى قلبي، مثل موجة منعشة".

يجب ألا نخلط بين الرياضيات والطريقة التي نعلمها بها. أوافقك في أننا لم نجد حتى الآن، الوسيلة لجعل دروس العلوم ممتعة كما ينبغي، وكما يمكنها أن تكون، ولا شكّ.

- حتّى حين يتعلّق الأمر بقضايا تهمّنا!

- فِيمَ تَفْكِرُّين؟

- حسناً، في دروس التربية الجنسية مثلاً، حيث لا يحذّثوننا إلّا عن التشريح والأمراض.

- في حين أنّ شعور الحبّ هو ما يعنيكم، بالتأكيد، وتعلّمون عنه في الأغاني والروايات أكثر مما في علوم الحياة والأرض. إنه مثال جيد جداً، أودّ أن أقول إنه يمكن أن يكون في العلوم الفارقُ نفسه بين تعلّمها وممارستها، الكائنُ بين درس تربية جنسية وقصة حبّ.

- إِنّكَ تَبَالَعُ!

- بالكاف.

- لكن، لماذا إذًا لا يمكنكم، أنتم العلماء، أن تسمحوا لنا بأن نشارككم

قصص حبّكم العلوم؟

- لأنّنا لم نحلّ بعد مسألة معرفة كيف يمكننا أن ننقل مع المعرف العلمية، متعة اكتشافها. بتعبير آخر، ثمة في العلوم، أكثر بكثير مما في غيرها من المواد الدراسية، بون شاسع بين التعلم والممارسة. في اللغة الفرنسية يكتفون بجعلكم تكتبون الإملاء لتمكّنوا من الكتابة السليمة والقواعد، ويقتربون عليكم كتابة نصوص أو موضوعات إنشاء، هي أشبه بنماذج مقتضبة عمّا يفعله محترفو الكتابة أو الروائيون أو كتاب المقالات. ولنأخذ مثلاً مختلفاً تماماً، في التربية البدنية، نمارس الرياضة لا الجمباز فقط! لكنّنا في الفيزياء أو الرياضيات، نقوم، على نحو

أساسي، بتمارين أو بمسائل تطبيقية للدرس وبقليل جداً من النشاطات

التي تتطلب الخيال أو الاختراع أو الإبداع.

- لا شك في أن ذلك سيكون أمتع، لكنه صعب مع ذلك!

آه، لنعد إلى قضية الصعوبة هذه. أنت تحدين الرياضيات صعبة. لكن النجاح، تحديداً في القيام بشيء صعب، أمر مثير جداً، أليس كذلك؟ ألم يكن لديك هذا الانطباع قط؟

- بلي، هذا صحيح، حين أقوم بالألعاب بهلوانية في مدرسة السيرك، مثلاً. في البداية، كان الأمر محبطاً حقاً، لم أكن أستطيع التوازن على الحبل أو الكرة، لكن حين كنت أرى كم هو رائع نجاح الآخرين في ذلك، ثابرت، وأنا الآن سعيدة جداً بما يمكنني فعله. وحدث الأمر ذاته لأنجي مع الكمان، حين بدأ، كان الأمر فظيعاً، لم يكن يصدر إلا صريراً بشعاً، لكنه واظب، بحبه للموسيقى، ويمكنه أن يعزف أشياء جميلة الآن.

- حسناً، الأمر مشابه. ليست الرياضيات سهلة، لكنها تزداد إمتاعاً. كما أن لها ميزة: حين نحصل على نتيجة، يمكننا أن نعرف فوراً ما إذا كانت صحيحة. لهذا كنت أجد واجبات الرياضيات أو الفيزياء أقل إجهاداً من واجبات الفرن西سية أو الفلسفة، لأنني كنت، على نحو عام، أعرف مقدماً ما إذا كنت سأحصل على علامة جيدة أو لا! كانت الفلسفة والأداب تهمّني أيضاً (ومازالت تهمّني وأكثر غالباً)، لكنني كنت أشعر أنني أقل أماناً فيها. لذلك فإن إعجابي بالكتاب والفنانين أكبر بكثير منه بالعلماء؛ لأن الأولين يتحملون مخاطر أكبر بكثير في نشاطهم الإبداعي.

إذاً في النهاية، هل كان اختيار العلوم حلاً سهلاً عندك؟ -
نعم، بطريقة ما، وأعترف بذلك عن طيب خاطر. -
إذاً، لم تجد من صعوبة قطّ؟ أنت محظوظ جداً! -
آه، لا تصدقني ذلك! انظر، لم أعاشر من صعوبات في المدرسة والثانوية
ثم في الجامعة. لذلك انطلقت إلى البحث. وهناك كانت المفاجأة! في أول
عمل لي كباحث مبتدئ، كان عليّ أن أتطرق لمسألة لم يكن أحد قد عالجها
بعد - حسناً، ليست بالمسألة الصعبة جداً، هي اختلاف بسيط حول
إشكالية معروفة. عندها، أخفقت! لم أكن أعرف إطلاقاً من أيّ جانب
أتناول القضية - ليس مثل تمارين الدروس حيث نعرف مسبقاً إلى أيّ
نظيرية نستند، وأيّ المعادلات نستخدم. انقضت شهور عدّة من
الاكتئاب قبل أن يشرح لي أحد الباحثين المشهورين ودياً أن ذلك أمر
طبيعي، وأنّ العمل البحثي يتمثل تحديداً في أن يقضي الباحث جلّ وقته
لا في أن يجد، بل في ألا يعرف حتى عمّا يبحث بالضبط، والأسوأ من
ذلك، في أن ينخطئ!

"الضلالات المقدّسة، أمّهات (...) الحقيقة"

- هكذا إذاً، وأنا كنتُ أظنّ أنّ المنهج العلمي هو تحديداً وسيلة أكيدة لعدم
الوقوع في الخطأ!
- أعترف لكِ بأنّي لم أفهم قطّ جيداً ما المنهج العلمي، لأنّ الوصف الذي
نضعه له في الكتب بعيدٌ جداً عن الواقع. في كل الأحوال، ليس في العلم،

أكثر مما في غيره، من وسيلة أكيدة للنجاح. لا مفرّ من الضلالات. ليس الضلال خطأ، ويساعدنا علم الاشتقاء هنا؛ حيث نقول: ضلّ في البحث عن الطريق الصحيح. وقد كتب فيكتور هوغو أيضاً (في الفن والعلم): "أيتها الضلالات المقدّسة، يا أمّهات الحقيقة البطيئات والعمياوات والمقدّسات!"

- جميل جداً، أمّا أنا فأولى بي أن أقول إنني أرتكب ضلالات لعينة!
- وأنا أيضاً يمكنني أن أقول لك إنّ غالبية الحسابات التي أجريها - بصفتي باحثاً نظريّاً - خاطئة، وإنّ غالبية تجارب أصحابي التجاريين مصيرها الإخفاق - في البداية على الأقلّ - ثمّ - وأحياناً ولكلّة ما نستأنف العمل - فإنّا نصل إلى نتيجة مُرضية. غالباً ما أقول لطلابي إنّي أخطئ بقدر ما يخطئون، لكن لدليّ ميزة كبيرة: أعلم مقدّماً أنّني مخطئ، والأهمّ من ذلك، أنّ لدليّ عدداً من أدوات التثبت والتصويب التي تسمح لي بأن أكتشف وأصحّح العديد من أخطائي - لكن ليس كلّها بالتأكيد، وليس أكثرها حِذقاً! لعله يمكننا القول - إن كان ينبغي حتّماً تعريف المنهج العلمي - إنّه نشاط النقد الذاتي المنهجي. يسهل أن نقول ذلك، لكنّ السهولة أقلّ بكثير عند التطبيق!
 - إلّا أنه لا بدّ أن يكون ذلك محِيطاً جداً.
 - قد يكون كذلك. لحسن الحظّ أنّ العمل في مجال العلم، لا يقتصر على إجراء البحث فقط. إنّه أيضاً، أو على الأقلّ ينبغي أن يكون، عند العلماء كافية، أن يتعلّموا ويشرّعوا. لا أن يُتّسّعوا المعرفة الجديدة فحسب، بل أن

يشاركوها. إنّه نشاط مُجِزٌ، أقلّ ربيماً من لحظات الإلهام والنجاح النادرة في البحث، لكنّه أكثر تطمئناً. وهذا السبب أجد كثيراً من المتعة في التحدّث معكِ!

- حسناً، حين سأخفق في مسألة، سأحاول تذكر أنّ ذلك يحدث لك أيضاً!
- سأخبركِ أمراً، كي أعود إلى تجربة مواجهة الإخفاق المؤلمة تلك التي عرفتها - حالياً حال معظم الباحثين، في الواقع - وإن كان قليل منهم يحكي عنها -، أقول في نفسي أحياناً: إنّ "الطلاب الجيدين" الذين يعانون من هذه المحنّة في وقت متأخر، ليسوا الأفضل تهيئاً لمواجهتها. قد يكون "اللاميذ السيئون"، الذين عرّفوا نكسات مبكرة جداً، أقلّ تزعزاً إزاء واقع العمل العلمي هذا. حتّى إنّي أتساءل عما إذا كان من المفيد تعين جزء من الباحثين من بين الطلاب الأقل نجاحاً في العلوم!

- ألم تشعر بالشوق حين أسقطت التخصصات الأدبية، وببدأت تكرّس نفسك للعلوم؟

- بلى، بكلّ تأكيد. في الواقع إنّي لم أتخلّ عنها حقاً، وقد واصلت احتلاطي بها، كهاو طبعاً. وواصلت قراءة الفلسفة والأدب والتاريخ.
- مع ذلك، نسمع غالباً أنه للعمل في مجال العلم، ينبغي أن يكرّس المرء نفسه له بتفرّغ تام، وألاّ يفعل أيّ شيء آخر. وهذا تحديداً ما يُقلقني قليلاً حين أتساءل عما إذا كنت سأتجه لا حقاً نحو مهنة علمية أو أدبية.
- أولاً، دعني أخبرك أنّ هذا التقسيم بين العلمي والأدبي الذي مازلنا نكرّر الكلام عنه هو أمر غبي تماماً، ويجيل إلى مفهوم قديم للتعليم. فشّمة

الكثير من الأنشطة، بل معظمها في الواقع، التي ربما يصعب تصنيفها في أيّ من هاتين الفئتين.

- مثلاً؟

- إذا شئنا الالكتفاء بتخصصات أكاديمية، هناك الديموغرافيا (علم السّكان)، والاقتصاد، والجغرافيا، وهندسة العمارة...

وكي نعود إلى العلوم التي تتطلب التزاماً بدوام كامل، فیناسب أن أروي ما يُحکى، مثلاً، عن نيوتن الذي يُقال إنه ردّ على شخص سأله عن الطريقة التي حقّق بها اكتشافاته الكبرى، بقوله: "بأن فكرت فيها باستمرار." وتلك كانت - بلا شكّ - حال العباقرة مثل نيوتن أو آينشتاين. إلّا أنّهم نادرون، والعلم في حاجة إلى الكثير من الموهوب الأخرى. لحسن الحظ أنّ غالبية العلماء ليسوا كذلك أربعاءً وعشرين ساعة على أربع وعشرين! فكثيرون منهم - بعيداً عن مكاتبهم ومخابراتهم - مولعون بالموسيقا مثلاً أو بالجبال. ثمّ، كما تعلمين، ثمة طرائق كثيرة للعمل في العلم، مثله مثل معظم الأنشطة البشرية.

بالتأكيد، لقد أصبحت التقنيات التجريبية أو النظرية متطورة جدّاً وفي فيزياء الجسيمات مثلاً، ينبغي العمل فتراتٍ طويلةً وباستمرار للقيام بتجربة على مسرع كبير أو بحساب رياضيّاتي. لكنَّ العلوم لا تقوم فقط على اكتشاف مناطق مجهولة. إذ يجب أيضاً، بعد ذلك، استكشاف تلك المناطق ووضع الخرائط لها واستصلاحها. وبعبارات أخرى، يجب أن تفهم لا أن

نعلم فحسب. لذا - ومن أجل هذا النوع من العمل - فإنّ تمعّن المرء بثقافة فلسفية و حتّى فنية جيدة مزّية أكيدة.

- لا أرى حقاً كيف يمكن لرواية أو لقصيدة أن تساعد في حلّ مسألة رياضيات أو في إنجاح تجربة كيمياء!

- بالتأكيد، ليس الأمر بهذه البساطة. لكن، وبرغم ذلك، في ما يتعلّق بالعلوم - مثلما نتعلّمها في المدرسة أو الثانوية - يمكن لتعلم الأحرف واللغات أن يكون مفيداً في مواجهة الصعوبات. سأوضح قصدي. هل تذكرين ما أقوله لك حين أجعلك تعملين على تمارين الفيزياء ولا تنجحين في حلّها من أول مرة؟

العمل و/هو المتعة

- أجل، تقول لي إن ذلك أمر عادي: فلو كنا نصل إلى الحل على الفور فلن يستحق الأمر عناء القيام بتلك التمارين، وتوضّح لي أنها صُممّت خصّيصاً لإجباري على التفكير.

- تماماً. وحين أصرّ على ذلك، فلا إنّ معرفة نظرية رياضياتية أو قانون فيزيائي، على عكس ما يعتقد غالباً جداً، ليست فقط، ولا حتّى على نحو أساسي، في أن تحفظها عن ظهر قلب، إنّما ينبغي أن نفهمها بعمق، وأن نعرف معانيها وفي أيّ الحالات يمكن تطبيقها. ولا يمكن لهذا التمكّن أن يتوج إلا عن تدريب. بمعنى أنّ الأمور، حتّى في ما يتعلّق بالتمارين

- البسيطة، كالحسابات العددية مثلاً، لا تسير على المبدأ الفوري: "كل شيء أو لا شيء". وتعلمين كم أستاء حين تشعرين بالإحباط مباشرة، إزاء مسألة لا تجدين حلّها على الفور أو على الأقل لا تجدين المسار الواجب اتباعه للعثور عليه، فتجيئيني بـ "لا أعرف..." بالتأكيد أنت لا تعرفين، وإنّا فلا أهميّة للقيام بهذا العمل! ثم عليكِ أنتِ أن توضحي لي السبب في اعتقادكِ - وأنّي بعيدة عن أن تكوني الوحيدة في ذلك! - أنه يمكن للمرء في العلوم (أو ينبغي له) أن يصل إلى النتائج الصحيحة على الفور، وإنّا فلن يجدنا قط!
- يُقال غالباً: إنّه ينبغي، كي يكون المرء جيداً في العلوم، أن يكون موهوباً. لذا، ينتهي بنا الأمر إلى الاعتقاد أنّ الأمر يحدث من تلقاء ذاته عند من لديهم هذه الموهبة، وإنّا فأنّت فاشل، وكلّ جهد هباء.
- لكن هل تعتقدين، أنتِ الجيدة في اللغة الإنكليزية مثلاً، أنّ سبب ذلك هو أنّكِ تتمتّعين "بموهبة" خاصة تجعلك لا تحتاجين إلى العمل؟ هل أمكنك فهم نصّ إنكليزي بمجرد أن قرأتِ نصّاً أو سمعته؟
- لا، وأذكر لكم كان يُغضبني عدم فهمي كلمات أغاني فرقه البتلز حين كنتُ صغيرة.
- فهذا فعلتِ إذاً؟
- حسناً، لقد تعلّمتُ مفردات وقواعد وصوتيات...

- في المدرسة؟

نعم، لكن ليس فيها فحسب. فقد بحثت على الإنترنت عن كلمات الأغاني التي أحبّها، بالإنكليزية والفرنسية، وقارنت بينها، وفتشت في القواميس عبر الإنترنت عن الكلمات التي أجهلها. آه نعم، ثمّ، وفيها كنت أشاهد الأفلام والمسلسلات التلفزيونية، كنت أسعى غالباً إلى اختيار الإصدارات المترجمة، وأحرص على الإصغاء إلى الحوارات وأنا أقرأ الترجمة المكتوبة.

- باختصار، لقد عملت كثيراً؟

لا، فقد كنت أفعل ذلك من أجل المتعة.

ها نحن أولاء في صليب موضوعنا. لماذا لا نسمّي "عملًا" إلّا ما نفعله من غير متعة؟ ألا تظنين أنه يمكن للمرء أن يهتم بالرياضيات أو الفيزياء

اهتمامك بالإنكليزية؟

ليس بالضرورة: إذ لا توجد أغاني أو مسلسلات علمية...

- وهذا أمر مؤسف! لكنه غير دقيق تماماً: من غير الكلام حتّى عن Numbers، لعلك تذكرين تلك المسلسلات البوليسية - مثل NCIS أو الخبراء - التي كنت تشاهدينها بشغف وكانت تُشعرك بالرغبة، إلى وقت غير بعيد، في دخول الشرطة العلمية لاحقاً؟

- كنت أجد تحقيقاتهم وأجهزة الكيمياء وتشريح الجثث أمراً رائعاً!

- وعلم الفلك؟ ومجموعات النجوم والكواكب، لعلك اكتفيت بمشاهدة النساء كي تعرفيها؟

- لا، بالتأكيد، إنما لأنك غالباً ما تُرِينا إياها بمنظارنا الصّغير حين نذهب إلى الرّصد مساءً، ولأننا نذهب، كلّ صيف إلى مهرجان الفلك، وأرى فيه صور المريخ أو زحل الرائعة.
- حسناً، إلا أنه وجب أن تحفظي ذلك كله وأن تفهمي حركة الأجرام السّماوية المعقدة، أي أن تعملي.
- أجل، لكن ليس في المدرسة!
- هنا أيضاً مؤسف حقاً أنهم لا يدرّسون علم الفلك أكثر، تدرّيساً ملماوساً أكثر، في المدارس والثانويات. لكن إن كان العمل، في رأيك، هو فقط ما تقوم به في المدرسة، فإنني أقترح عليك كلمة أخرى لتوصيف هذا الجهد الضروري، في العلوم كما في غيرها. ماذا لو تحدّثنا عن "تدريب"؟
- أقصد كما في الرياضة؟
- تماماً! أو فكري مثلاً في مدرسة السيرك: لن تقولي لي إنه يكفيك أن تشاهدني معلّمتك وهي تقوم بحركة الجسر إلى الخلف أو بالشقلبة حتى تستطعي فعلها.
- لا، حتى إن ذلك يحتاج وقتاً طويلاً كي تتعلّمه، وهو متعب.
- حسناً، ينطبق الشيء ذاته على العلوم. بالتأكيد ثمة أناس لديهم سهولة (أفضل هذه الكلمة على كلمة "موهبة") أكثر من غيرهم. إلا أنه يمكن للناس كافةً تقريراً أن يفهموا العلوم، كما يمكن للناس كافةً تقريراً أن يتعلّموا الرقص أو لعب كرة القدم أو التحدّث بالإنجليزية.

جيد، لكن يلزم أن تكون لديك الرغبة في ذلك.

- بالضبط، وهنا مفتاح القضية. ليست العلوم أصعب على التعليم من الآداب أو اللغات، لكنها حالياً أصعب إثارة للاهتمام، في المدرسة على الأقل.

- ولماذا؟

- سأقول لكرأيي. إن كانت الإنكليزية تهمك، فليس لأن اللغة نفسها تهمك، في البداية على الأقل...

- لا، بل لأنني كنت أرغب في فهم الأغانيات التي تعجبني، والمسلسلات التلفزيونية.

- حسناً، هذا ما أردت قوله! أظن أنه، في ما يتعلّق بالعلوم، يجري تعليم أساليب حل المسائل على نحو أساسى: كيف يمكن إقامة برهان في الهندسة، أو حساب مشتقّات، أو وضع رسم تخطيطي للقوى، أو موازنة تفاعلات كيميائية، وما إلى ذلك، من غير أن يُمضوا وقتاً، أولاً، حول طبيعة المسائل والفائدة منها، تحديداً. وتفهمين جيداً أنني لا أتحدث هنا عن المسائل بمعنى التدريبات على الدرس، إنما عن المسائل التي على العلماء أنفسهم حلّها. ذلك تقريباً كما لو أنهم لا يعلمون في اللغة الفرنسية سوى الإملاء والقواعد، وليس التفكير في نصوص الروايات أو المسرحيات لفهم معناها، وما تقدّمه لنا. يعجبني كثيراً - من وجهة النظر هذه - ما كتبته مؤلفة كبيرة من القرن الماضي، اسمها ناتالي ساروت، عن دور الأدب بذكرها "ما يمكنه وحده إعطاءه للقراء: معرفة معمقة، أعقد وأصح من المعرفة التي يمكن أن يكتنوا بها أنفسهم عمّا هم عليه وعن أحوالهم وعن حياتهم".

- صحيح أننا تعلّمنا بقراءة "البورجوazi النبيل"^(١) أو "الأحمر والأسود"^(٢)، الكثير عما كانت عليه الصّلات بين الناس، أو العلاقات الأسرية أو الغرامية، إلا أنني لا أرى حقاً كيف يمكن أن يكون هناك ما يعادلها في العلوم!

- حسناً، سأعطيك مثالاً. أتذكرين ما اسم الاختبار الذي خضع له عمّك بسبب مشكلات الدّورة الدّموية لديه؟

معرفة التاريخ، تشعرك بالرغبة!

- "دوبلر"، أهو كذلك؟
هو كذلك. إنه في الواقع اسم فيزيائي نمساوي، كريستيان دوبلر، اكتشف في القرن التاسع عشر ما نسميه اليوم "تأثير دوبلر". ستدرسين ذلك في  الصف الأخير.

ما هو هذا التأثير؟

- هل لاحظت يوماً ما الذي يحدث حين تمرّ أمامك سيارة إسعاف تطلق صافرتها؟
نعم، يكون صوتها أشدّ حين تبعد منه حين تقترب.
حسناً، ذلك هو بالضبط تأثير دوبلر: تغيير تردد الصوت تبعاً لسرعة المرسل والمستقبل النسبية.

(١) البورجوazi النبيل: مسرحية للكاتب الفرنسي مولير الذي عاش في القرن السابع عشر. (المترجمة)

(٢) الأحمر والأسود: رواية نفسية تاريخية للكاتب الفرنسي ستاندال، وكان من أبرز الوجوه الأدبية في القرن التاسع عشر. (المترجمة)

- وما علاقـة ذلك بالفحوص الطبـية التي خضـع عـمـي لـهـا؟

سـأـصلـ إـلـىـ ذـلـكـ. فـيـ الـوـاقـعـ اـكـتـشـفـ دـوـبـلـرـ هـذـاـ التـائـيرـ، لاـ عـلـىـ الـأـمـواـجـ
الـصـوـتـيـةـ، بلـ عـلـىـ الـأـمـواـجـ الضـوـئـيـةـ: يـتـغـيـرـ لـوـنـ ضـوءـ النـجـومـ تـبـعـاـ
لـسـرـعـتـهـ نـسـبـةـ إـلـيـنـاـ - وـتـلـكـ تـحـدـيـداـ طـرـيقـةـ لـدـرـاسـةـ حـرـكـتـهـاـ. ثـمـ أـدـرـكـنـاـ أـنـ
ذـلـكـ التـائـيرـ نـفـسـهـ يـنـطـبـقـ عـلـىـ كـلـ ظـاهـرـةـ مـوجـيـةـ، كـالـصـوتـ مـثـلاـ. وـقـبـلـ
بـضـعـةـ عـقـودـ، اـبـتـكـرـتـ طـرـيقـةـ لـتـقـدـيرـ سـرـعـةـ الدـمـ فـيـ الـأـوـرـدةـ أوـ الشـرـاـينـ
عـبـرـ قـيـاسـ كـيـفـيـةـ تـغـيـرـ تـوـاتـرـ مـوـجـةـ فـوـقـ صـوـتـيـةـ حـيـنـ تـرـتـدـ عـنـ الـكـرـيـاتـ
الـحـمـرـ الـمـتـحـرـكـةـ.

- بـالـتـأـكـيدـ أـنـ رـغـبـتـيـ فـيـ فـهـمـ تـائـيرـ دـوـبـلـرـ كـانـتـ سـتـزـدـادـ فـيـهـاـ لـوـ قـدـمـ إـلـيـ عـلـىـ
هـذـاـ النـحـوـ. *

لـقـدـ قـلـتـ الـكـلـمـةـ الصـحـيـحةـ: "تـقـدـيمـ". إـذـ ثـمـةـ بـالـتـأـكـيدـ، فـيـ الـكـتـبـ المـدـرـسـيـةـ
الـخـدـيـثـةـ، تـمـارـينـ عـلـىـ تـطـبـيقـ صـيـغـ تـائـيرـ دـوـبـلـرـ فـيـ حـالـةـ تـخـطـيطـ الصـدـىـ (أـيـكـوـ)
الـطـبـيـ دـوـبـلـرـيـ. إـلـاـ أـنـ مـاـ يـدـورـ فـيـ رـأـيـ، هوـ أـهـمـيـةـ روـاـيـةـ قـصـةـ الـاـكـتـشـافـ
ثـمـ تـطـبـيقـاتـ هـذـاـ التـائـيرـ، قـبـلـ أـنـ يـوـضـعـ وـصـفـهـ الرـيـاضـيـاتـيـ.

- لـوـ عـرـفـنـاـ مـسـبـقاـ فـيـ أـيـ شـيـءـ يـمـكـنـ اـسـتـخـدـامـ ذـلـكـ، لـازـدـادـ حـمـاسـنـاـ حـتـمـاـ
لـمـتـابـعـةـ الـدـرـوـسـ!

- أـجـلـ، لـكـنـ اـنـتـبـهـيـ، فـيـمـ تـفـكـرـيـنـ وـأـنـتـ تـقـولـنـ "استـخـدامـ"؟

- كـمـاـ فـيـ الـمـثـالـ الـذـيـ سـقـتـهـ لـيـ، حـيـثـ تـُسـتـخـدـمـ الـفـيـزـيـاءـ فـيـ الـطـبـ.

- قد أكون أخطأت باعتمادي مثلاً بهذه البساطة... لسببين: من جهة لأنّ الاكتشافات العلمية غالباً ما "خدم" أيضاً في تحقيق اختراعات خطيرة، بل إجرامية...
- تقصد الأسلحة، مثل القنابل الذرية؟
- نعم.
- وما السبب الثاني؟
- السبب الثاني، ولعله الأهمّ، هو أنّ العلم لا "يخدم" فقط في إحراز التقدّم التقني، سواء كان إيجابياً أم سلبياً. يمكننا حتّى القول إنّه لا يؤدّي هذا الدور إلّا منذ مدة قريبة، في الواقع، منذ أكثر من قرنين بالكاد.
- إلّا أنّ ذلك زمن طويل جداً!
- قياساً إليك، نعم، فذلك يساوي خمسة عشر أضعاف عمرك تقريرياً، لكنه لا يساوي إلّا ثلاثة أضعاف عمري. وعلى مستوى تاريخ البشرية الذي يبلغ آلافاً عدّة من السنين، فستوافقين على أنّ قرنين ليسا بالأمر الكبير.
- إذًا، لم تكن الرياضيات لخدمة الإغريق في شيءٍ مثلاً، بالرغم مما يقال عن أنّهم اخترعواها؟
- لم تخدمهم في شيءٍ، أو في شيءٍ كثير إذا ما فكرنا في التطبيقات التكنولوجية. إنّ النظريات التي تعلّمناها، والتي تُنسب إلى طاليس أو فيثاغورس، لم يكن المهندسون المعماريون والنجارون والمساحون وغيرهم يستخدموها بالتأكيد، لسبب بسيط هو أنّ غالبية أولئك

الحرفيين العظمى كانوا عبيداً. لذا، لم يكونوا يعرفون حتى القراءة، ولم يكن لهم أي إمكانية للوصول إلى المعرفة النظرية المقتصرة على الرجال الأحرار - نعم لقد قلت الرجال، لأن النساء كن هن أيضاً مُستبعِدات من عالم الفكر، إلا في استثناءات نادرة. كي نفهم هذا الفصل الجذري، والازدراء الذي أبقي فيه أولئك الذين يعملون بأيديهم، يكفي أن نقرأ أفلاطون، أو زينوفون الذي كتب على هذا النحو: "طبيعي جداً، بالتأكيد، الإبقاء (على مهن الحرفيين) في حالة من الازدراء الكبير في المدن. فهي تدمّر أجساد العمال الذين يمارسونها، وأجساد الذين يوجّهونهم بأن يُرغموهم على حياة يلزّمون فيها بيوتهم، جالسين في ظلّ ورش عملهم (...). وحين تكون الأجساد واهنة على هذا النحو، تصبح الأرواح هي أيضاً أجبـن بكثير (...). يُعدّ (هؤلاء الحرفيون) أصدقاء سـيـئـين ومـدافـعـين سـيـئـين عن الوطن؛ كما أنهـ، في بعض المدن، ولا سيـما تلك التي تعدّ نفسها محـارـبة، يـحـظرـ على أيـ مواطنـ مـارـسـةـ مـهـنـ الـحرـفـيـنـ".

عالم الأفكار

- إذاً، لماذا كان الإغريق يستغلون بالرياضيات؟
- كي يفكّروا! إنّ ما اخترعه الإغريق ليست الرياضيات عموماً ولا الهندسة بل فكرة البرهان، وهي إجراء منطقي للاستدلال المفـكـرـ فيه. لذا كانت الرياضيات تـهمـهمـ كـوـنـهاـ تـقـدـمـ أـنـمـوذـجـ مـحاـجـجـةـ قادرـاـ على جـلـبـ الـاعـتـقادـ بـهـاـ يـتـجاـوزـ مجرـدـ الرـأـيـ. وـتـرـىـنـ كـيـفـ آـنـ المـقصـودـ هـنـاـ

بالمعنى الحديث - هو تقدّم فلسفـي أكثر منه علمـي. لذلك تقول الأسطورة إنـه، عند مدخل الأكـاديمـية، وهي المدرـسة التي كان أـفلاطـون يـعلـم الفلـسفة فيها، نقـش هذا الشـعار: "لا يـدخل هنا إـلا من كان رـياضـيـاتـياً". وهذه الفـكرة القـائلـة إنـه يمكن للـمناقـشـة العـقلـانـية أنـ تؤـدـي إلى اعتـقاد مشـتركـ، هي فـكرة أـسـاسـيـة وـتـكـمـنـ في أـسـاسـ فـكرة الـديـمـقـراـطـيـة حتـى إنـ لمـ تـكـنـ الـديـمـقـراـطـيـة الـأـثـيـنـيـةـ تـشـمـلـ - لـلـأـسـبـابـ التي ذـكـرـتـهاـ - أـكـثـرـ منـ ١٠%ـ مـنـ سـكـانـ الـمـدـنـةـ.

- هل يمكننا القـولـ إذاً إنـ الـرـياـضـيـاتـ قدـ خـدـمـتـ السـيـاسـةـ؟
- إذا شـئـتـ، لكنـ تـشـعـرـينـ جـيدـاًـ أنـ فعلـ "خـدـمـ"ـ ليسـ منـاسـباًـ جـدـاًـ هـنـاـ. لـعـلـ منـ الـأـفـضـلـ القـولـ، مـثـلاًـ، إنـ الـرـياـضـيـاتـ لمـ تـكـنـ مـنـفـصـلـةـ عنـ الـفـلـسـفـةـ التيـ كـانـتـ لهاـ وـظـيفـةـ سـيـاسـيـةـ.
- معـ ذـكـرـ لـيـسـ الـفـلـسـفـةـ لـلـعـملـ بـالـسـيـاسـةـ فـقـطـ؟
- لاـ، بـالـطـبـعـ، إـنـهـ طـرـيـقـةـ لـلـتـفـكـيرـ سـوـاءـ تـعـلـقـ الـأـمـرـ بـعـالـمـ الـبـشـرـ أوـ عـالـمـ الـأـشـيـاءـ أوـ عـالـمـ الـأـفـكـارـ.
- أـلـيـسـ التـفـكـيرـ فيـ عـالـمـ الـأـشـيـاءـ هـدـفـ عـلـومـ الطـبـيعـةـ؟
- نـعـمـ، تـدـرـسـ عـلـومـ الـفـلـكـ وـالـفـيـزـيـاءـ وـالـكـيـمـيـاءـ وـالـأـحـيـاءـ وـالـجـيـوـلـوـجـيـاءـ، الـيـوـمـ، النـجـومـ وـالـذـرـّاتـ وـالـمـوـادـ وـالـمـيـكـرـوـبـاتـ وـالـخـصـىـ وـماـ إـلـىـ ذـلـكـ. غـيرـ أنـ هـذـهـ الـعـلـومـ كـلـهـاـ لمـ تـكـنـ مـوـجـودـةـ فيـ الـعـصـورـ الـقـدـيمـةـ كـفـرـوـعـ مـعـرـفـيـةـ مـتـخـصـصـةـ.

- وماذا تقصد حين تحكي عن عالم الأفكار؟

حسناً، إن التفكير في العالم يعني أن نصنع لأنفسنا أفكاراً عن ماهيّته. يعني أن ليس المقصود وصفه فحسب، بل فهم تنظيمه وكيفيّة عمله. وإذا اكتفيينا بالطبيعة الأقرب التي نراها حولنا، هنا في هذه الحديقة، فلن ندركها إلّا من خلال تصنيفنا للنباتات والحيوانات في فئات مختلفة تُدخل شيئاً من الترتيب على ما يحتويه فوضى كبيرة في داخله: أزهار، أشجار، حشرات، طيور...

- لا أفهم جيداً، إلام تريد الوصول من خلال ذلك؟

إلى أن غالبية الكلمات التي نستخدمها في التعبير عن نراه لا تشير إلى أشياء إنما إلى أفكار مجرّدة.

- لا أفهمك: أليست الزهرة أو العصفور أشياء ملموسة؟

هذه الزهرة المزروعة في تلك الزاوية الصغيرة، ببتلاتها البيض وأعناقها الطويلة، نعم؛ وذاك الطائر الأسود كلّه بجناحيه اللذين على شكل منجل، الذي يشقّ الهواء مزقزاً، نعم. إلّا أنّك إذا ما اكتفيت بالمظاهر الفردية مثل هذا الشيء المحدّد، بدا لكِ العالم ركاماً هائلاً غير متجانس. ولن يكون ذا معنى إلّا إذا نظمته في فئات: فهذه الزهرة، الحمراء العطرة، بأشواكها، لا تشبه الأولى كثيراً؛ وهذا الطائر البنّي المختبئ في السياج، بذيله المتتصب الصغير، ليس كسابقه في شيء. وعلى الرغم من ذلك، فإنّنا نجمعها في فئة واحدة: أزهار، طيور. وتهدف تلك الفئات إلى

تصويف أشياء لها عدد لا يأس به من الخصائص المشتركة، كي يضع

ذلك شيئاً من النظام في تصوّرنا.

- وماذا بعد ذلك؟

بعد ذلك، فإنّ النقطة المهمّة هي في أنّ "زهرة" أو "طائراً" لا يشيران إلى

شيئين محدّدين إنما إلى فكرتين مجرّدين: فكرة الزهرة، وفكرة الطائر.

غالباً ما تُنسب إلى سبينوزا - وهو فيلسوف القرن السابع عشر الكبير -

المقوله المستفزّة إلى حدّ ما، القائلة إن "تصوّر الكلب لا ينبع". هل

تفهّميين معنى ذلك؟

أظنه يعني: إنّ الذي ينبع هو هذا "الباسيه" البني الصغير ذو الأذنين

الطوبيتين، أو ذاك البيتبول^(١) الريّب، لا "الكلب" عموماً. لكن ما

علاقة ذلك بالرياضيات الإغريقية؟

سأصل إلى ذلك، لكنك ترين أننا انعطفنا، من غير إرادتنا، نحو علوم

الطبيعة، وأدركنا أمّها، حتّى وإن كانت تعنى بالأشياء والكائنات

الملموسة، فهي لا تفعل ذلك إلّا عبر ممارسة التجريد. حسناً، والرياضيات

هي مملكة التجريد أكثر أيضاً. فكري في فكرة العدد أو لا. لاحظي أنّي

أقول فكرة، لأنّك لم تري عدداً قطّ.

- كيف ذلك؟ أرى جيداً أنّ في هذه السلة ثلاثة ثلاث تفاحات وإجاصتين،

وثمّة ست لوحات على جدران الغرفة!

(١) الباسيه، Basset فصيلة من الكلاب الفرنسية صغيرة الحجم، أما البيتبول

فهي سلالة كلب أميركية كبيرة الحجم. (المترجمة)

- بالتأكيد، لكنك ترين، تحديداً، اثنين أو ثلاثة أو ستة من "شيء ما"، لا اثنين أو ثلاثة أو خمسة! اثنان، هو مفهوم: ما هو مشترك بين إجاصتين أو حصتين أو كلبين. وبالطريقة ذاتها فأنت لم تري دائرة قط!
- فهمت: أرى هذا الصحن الدائري، وهذا القرص الرقمي، والبدر هذا المساء، لكن الدائرة هي الفكرة المجردة التي تسمح بأن نقول إن هذه الأشياء الشكل نفسه؟
- بالضبط، وتعمل الهندسة تحديداً على أفكار الشكل هذه. حتى حين يرسم أستاذ الرياضيات ما يدّعى أنه دائرة على السبورة، فإنه يترك في الحقيقة أثراً من غبار الطباشير له سماكة ما، وشكلاً ليس متناسقاً بدقة - هو تمثيل ملموس غير كامل لفكرة الدائرة.
- كيف يمكن حينها إذاً أن نفكّر في تلك الأشكال إن كانت لا تتوافق مع الأفكار التي تريد تمثيلها؟
- تحديداً بالقيام بإيضاحات، أي بالاعتماد على الخصائص النظرية التي تعرّف الأشكال الرياضياتية، وبالتالي في فيها تبعاً لقواعد المنطق!
- بدأت أفهم لماذا أجد صعوبة في الهندسة: حين أرسم شكلاً، فإن ما يطلب مني أن أبرهن عليه، يبدو لي واضحاً إلى درجة لا أعلم معها لماذا يجب إثباته.
- الجواب بسيط: لأن عينيك قد تخدعنك، ولعل للشكل الذي رسمته صفاتٍ خاصةً جداً، ربما تجعلك تظنين خطأً أنها تنتمي إلى الحالة العامة. مثلاً، هل لاحظت كم من الصعب رسم مثلث يبدو حقاً عادياً؟ إذ غالباً

ما يبدو متساوي الساقين أو قائم الزاوية... والأسوأ من ذلك، أنه يمكن لشكل أن يكون خاطئاً على نحو مخادع إلى درجة يصبح فيها مصدرًا للالتباس والتناقضات.

- هل علينا إذًا، في النهاية، أن نعمل على الهندسة من غير استخدام الأشكال؟
- بطريقة ما، نعم، وهذا ما سعت الرياضيات الحديثة إلى فعله، بعد الإغريق بكثير، لِتَقْلُلْ منْذِ الْقَرْنِ التَّاسِعِ عَشَرَ بِرَغْمِ ذَلِكِ، نَحْنُ لَا نَعْمَلُ بِطَرِيقَةٍ مُنْطَقِيَّةٍ فَقَطُّ، وَكَثِيرًا مَا نَحْتَاجُ لِلإِعْتِمَادِ أَيْضًا عَلَى تَمْثِيلَاتِنَا وَاللَّجْوَءِ إِلَى خِيَالِنَا الْبَصْرِيِّ. وَهَذَا يَسْتَمِرُ عُلَمَاءُ الرِّياضِيَّاتِ، حَتَّىٰ فِي مَجَالَاتِ أَكْثَرٍ تَجْرِيدًا بِكَثِيرٍ مِّنْ مَجَالَاتِ بِرَامِجِ الْمَدَارِسِ الْإِعْدَادِيَّةِ وَالثَّانِيَّةِ، فِي رِسْمِ أَشْكَالٍ، وَوْضُعِّفُ مُخْطَطَاتٍ وَّ، بِالْخَتْصَارِ، فِي اسْتِخْدَامِ عِيُونِهِمْ لَا أَدْمَغْتَهُمْ وَحْدَهَا. إِلَّا أَنَّنِي أَضِيفُ أَنَّ ثَمَةً أَمْثَلَةً عَنْ عُلَمَاءِ رِياضِيَّاتِ كَبَارٍ جَدًا، مَكْفُوفِينَ، عَمِلُ بَعْضُهُمْ عَلَى قَضَائِيَا تَعْلَقُ بِالْخِيَالِ الْبَصْرِيِّ.
- حسناً، لكن ماذا لو عدنا إلى دور الرياضيات عند الإغريق؟
- لو تبعتنِي لِوَاقْفَتِنِي فِي أَنَّهَا يُمْكِنُ أَنْ تَصْقِلَ قَدْرَاتِ الْبَشَرِ عَلَى التَّفَكِيرِ، وَتَوَفَّرَ، بِطَرِيقَةٍ مَا، لِلْفَكَرِ مَنْصَّةً اخْتِبَارِ، وَمِيدَانًا لِلتَّدْرِيبِ.
- يَعِدُنَا ذَلِكَ إذًا إِلَى حَقِيقَةٍ أَنَّ لَا قِيمَةَ لَهَا سُوَى لِأَنَّهَا "تَنْفَعُ" فِي شَيْءٍ آخَرَ؟
- ظَنَّنْتُ أَنِّكَ سَتَبْرَهُنَّ لِي عَلَى أَنَّهَا أَهْمِيَّتَهَا فِي حَدَّ ذَاتِهَا.
- أَجَلُ، بِكُلِّ تَأْكِيدٍ، سَأَصْلِي إِلَى ذَلِكَ. هَذَا لِأَنَّهَا يُمْكِنُ لِأَيِّ نَشَاطٍ بَشَرِيٍّ، سَوَاءٌ كَانَ تَفْكِيرًا مُجَرَّدًا أَمْ فَنًا أَمْ رِياضَةً، أَنْ يَكُونَ مَصْدَرًا سَرُورًا -
- وَسَأَقُولُ مَصْدَرًا سَعَادَةً حَتَّىٰ - حِينَ يَتَجَاهُزُ الْحَدُودُ الَّتِي ظَنَّنَا أَنَّهَا

رُسمت له، منها كانت الصعوبات التي اعترضتنا في عبور تلك الحدود،

بل ربما ازدادت السعادة كلّما كانت تلك الصعوبات أكبر!

- قبل أيام، شاهدت على التلفزيون برنامجاً عن تاريخ ألعاب القوى. لا بدّ

أنّ أول عدّاء قطع مسافة المئة متر في أقلّ من عشر ثوانٍ كان سعيداً!

- مثال جيد! أذكر ذلك تماماً، كان ذاك جيم هاينز خلال الألعاب الأولمبية

في مدينة مكسيكو في تشرين الأول من عام ١٩٦٨، وهي لحظة غير

عادية، تميّزت بالأحداث السياسية الكبرى التي جرت في ذاك العام

التاريخي: الثورات الطلابية (التي قُمعت بالدماء في مكسيكو تحديداً)،

والمظاهرات ضد الفصل العنصري الأميركي (بما فيها تلك التي جرت

في أثناء الألعاب) ...

- انتظر، ليست قصصك كمحارب قديم في عام ١٩٦٨ ما يهمّني اليوم،

دعها ليوم آخر، كنّا نتحدث عن العلوم!

- اسمحي لي بملحوظة واحدة فقط عن سباق المئة متر الشهير ذاك - وعلى

أيّ حال، أنت من تحدّث عنه - الجدير باللاحظة أنّه، وفيما لم يكن أحد

قد نجح قبل جيم هاينز في قطع المئة متر في أقلّ من ١٠ ثوانٍ، فقد فعل

ذلك عشرة رياضيين آخرين تقريباً في العام التالي، ومنذ ذلك الحين صار

في إمكان جميع العدائين الكبار (ويجب عليهم) القيام بذلك. وهكذا، في بطولة

العالم عام ٢٠٠٩ في برلين، حيث سجلَ يوسين بولت الرقم القياسي العالمي

الحالي في ٩.٥٨ ثانية، نزل الخمسة الأوائل إلى أقلّ من ١٠ ثوانٍ!

- وماذا في ذلك؟

- في ذلك أَنَّ ما يستطيع إِنسانٌ أَنْ يفعله، يستطيع كثيرون - ولا أقول الجميع - أَنْ يفعلوه! والأمر نفسه في العلوم. إِنْ واجهتك أحياناً صعوبة في فهم نظرية فيثاغورث أو طاليس تذكّري أَنَّها قبل ٢٥٠٠ عام لم تكن متاحة إِلَّا لأعمق عقول الإنسانية. واليوم تعلّمتها المليارات من البشر حين كانوا أطفالاً! أليس في هذا ما يستحق أن تفخري به؟ لكن، ومن غير أن نذهب إلى هذا الحدّ، ألا تشعرين بالسعادة حين تنجحين في حلّ مسألة أو تفهمين درساً؟

أفضل من هاري بوتر!

- نعم، هذا صحيح، أكون مسروبة ويسّر ذلك مزاجي، ويجعلني أرغب في المتابعة.

- هذا ما أردتُ أن أوصلك إليه: للمعرفة العلمية فائدتها الخاصة، إِنَّها تجلب الفرح، بل المتعة حتّى.

- إِلَّا أنه ثمّة في الحياة كثير من النشاطات الممتعة الأخرى!

- لحسن الحظ! إنَّما، تحديداً، التنوّع الهائل في النشاطات البشرية وتنوع المللّات التي يمكن أن توفرها، ما يعطيان الحياة قيمتها. لا أقصد أن أقول إِنَّ العلم هو الأجمل أو الأنبيل أو الأنفع بين هذه النشاطات، إنَّما ينبغي إِلَّا نحكم عليه بناءً على المنفعة من تطبيقاته وحدتها. لا أحد ملزم بأن يحبّه. يحقّ لنا تماماً أن نفضّل الموسيقا أو الأدب أو الرياضة أو الطهي لكن ينبغي إِلَّا نتغافل عن أنَّ العلم جزء من الثقافة الإنسانية - أو على الأقل لعلّه يستطيع أو يجب أن يكون جزءاً منها!

- لماذا تقول لعلّ؟

- لأنني أخشى أن يكون العلم قد ابتعد عن الثقافة في القرن الماضي، على أقلّ تقدير.

على الرغم من ذلك، نسمع الكثير عن "الثقافة العلمية".
هذا تحديداً! فلو كان العلم حقاً جزءاً من الثقافة لما احتجنا أن نقول ذلك! حين نتكلّم عن الأدب أو الموسيقا أو السينما، نعلم أنّها ثقافة، ولا نشعر بالحاجة لأن نتكلّم دائماً عن "ثقافة أدبية"، "ثقافة موسيقية"، "ثقافة سينمائية". سأخبرك أمراً، إنّ الثقافة مثل الجمهورية الفرنسية: واحدة وغير قابلة للتجزئة. إن قطعناها بأن أضفنا إليها صفات...

لصاقات؟
إنّ الشيء نفسه! إن قطعناها انتزعنا عنها ما يصنع جوهرها: إمكانية التنقل بين مختلف جوانبها التي يعني بعضها بعضاً.

بأيّ معنى تقول إنّ العلم يُفلت من الثقافة؟
تحديداً في أن لا علاقة له بالنشاطات المُعترف بأنّها ثقافية.
إلا أنّ ثمة الكثير من الموسيقيين الذين يستخدمون الإلكترونيات، والفنانين الذين يستعملون المعلوماتية!

نعم، وهذا أمر جيد، لكنه يتعلق بالتكنولوجيا، بآدوات الإبداع، لا بمضامينه.
هل تعرفين كثيراً من الروايات أو الأفلام شخصياتها علميةً (ما عدا "العلماء المجانين" في بعض القصص المصورة!)؟ نظراً لأهمية العلم في حياتنا الاجتماعية وحتى الفردية، يمكننا أن نأمل أن تساعدنا الثقافة المحيطة في فهم دوره فهماً أفضل.
بماذا تفكّر؟

- مثلاً، يمكن للإخصاب الاصطناعي وزرع الأعضاء والتلّوث الكيميائي أن تكون موضوعات لقصص مثيرة. وثمة أيضاً جوانب أكثر إثارة: اكتشاف كواكب خارج المجموعة الشمسية، دراسة القردة العليا، وماذا أيضاً... على أيّ حال، هناك الكثير من الظواهر التي يدرسها العلم، وهي غامضة ومثيرة مثل قوى هاري بوتر السحرية!

- ربما، لكن من الضروري أن تُروى لنا تلك الظواهر بدرجة الموهبة نفسها التي لدى مؤلفة هاري بوتر، أو بأفضل منها حتّى، وأن تُظهر لنا بالقدر نفسه من البراعة التي حُولت بها روایاتها إلى أفلام سينمائية.

- أنت على حقّ تماماً. يذكّري ذلك بملحوظة لفيكتور فايسكوف، وهو عالم فيزياء ممتاز من علماء القرن العشرين، وهو أيضاً رجلٌ عظيمُ الثقافة. يقول: إنّنا في معظم مجالات الثقافة نُعجب بالطبع، على نحو صائب، بكتّار المبدعين والشعراء والكتّاب المسرحيين والملحّنين وما إلى ذلك، إلّا إنّنا نقدّر عالياً أيضاً المؤدّين الكبار. فمن غير الممثلين ومن غير الموسيقيين، كيف كان لنا أن نطلع على الأعمال؟ لقد احتجنا إلى قادة أوركسترا مثل برونو والتر وتوسكانينيكي نصل إلى موزارت وفيريدي، وإلى مغنيات مثل كاثلين فرير وكالاس كي نسمع مالر وبوتشيني، ومخرجين مثل فيلار وشيرو لتلتلقّي بریخت وشكسبير، وسائرك لـ متابعة القائمة بأسماء مثلي السينما ومثّلاتها وبمعنى الروك. بعبارة أخرى، ليس المؤلّفون وحدهم من يصنعون الثقافة وينقلونها، بل المؤدّون أيضاً. ويتساءل فايسكوف كيف أنه نادراً ما يُعترف بوضع المؤدّي الكبير هذا أو تُبرز قيمته، في العلوم؟

- لكنَّ السؤال هو، هل ثمة في العلوم "مؤدّون كبار" كما تقول؟
- أجل، بكلٍّ تأكيد. يمكنني أن أحدّثك عن بول لانجفين الذي فهم نظرية النسبية وشرحها في بداية القرن العشرين، أفضل من آينشتاين نفسه، أو عن ستيفن ج. جولد الذي عمل الكثير في نهاية القرن نفسه من أجل توضيح نظرية التطوّر. والعديد من العلماء الآخرين الذين كانت موهبتهم الرئيسة، التي لم تلقَ كثيراً من التقدير، هي موهبة المؤدي أكثر منها موهبة المخترع، وهو أمر لا غنى عنه.
- وما تفسيرك لأن يكون الاعتراف ضئيلاً جداً بهذا البُعد للعمل العلمي؟
- يبدو لي أن ذلك مرتبط بخاصية أخرى من خصائص العلم الحالي تفصله عن الثقافة، وهو افتقاره إلى الذاكرة التاريخية.

لا نسبيٌّ (لا عقلانيٌّ) ^(١) معقولٌ

- حقاً؟ لكننا نتحدّث عن نظرية فيثاغورث وعن قانون أرخميدس وعن صيغ ديكارت وعن قوانين نيوتن، وما إلى هنالك.
- بالتأكيد، لكنّها ليست سوى تسميات، إضافة إلى أنها خاطئة أحياناً. الحقيقة أنّنا لا نتداول أعمال هؤلاء العلماء. لم يقرأ علماء الفيزياء، في غالبيتهم العظمى، غاليليو، ولا حتى آينشتاين، ولم يقرأ علماء الأحياء أرسسطو أو داروين، إلخ.

(١) في النص الأصلي تلاعب باللفظ حيث تحمل كلمة *irrationnel* معنيين في الفرنسيّة: لا عقلاني، ولا نسبي (المترجمة)

- ما الفائدة من قراءة أعمّا لهم إن كنّا نعلم جيداً اليوم ما اكتشفه هؤلاء

العلماء؟

- هي، في الواقع، فكرة واسعة الانتشار تفيد بأنّه لن تكون للعلم علاقة بتاريخه، كونه سيلخّصه باستمرار. إلا أنّي أظنّها فكرة خاطئة، فللمواظبة على تاريخ العلوم - إن جرى تصوّره بطريقة فعالة - مزايا عدّة أوّلها أنها تسهّل التعلّم بإتاحتها وصولاً أيسر إلى المعارف الحالىّة من خلال معارف الماضي. سأعطيك مثالاً مهماً. لقد سمعت بالتأكيد عن النسبية؟

- نعم، أليست نظرية آينشتاين التي لا يكاد أحد يفهمها؟

- حسناً، إنّ هذه، تحديداً، أسطورة يนาقضها التاريخ. أوّلاً، إن كان لسمعة عدم القابلية للفهم هذه من معنى قبل قرن، حين كانت أفكار آينشتاين ما تزال جديدة، فما عاد لها من معنى اليوم حيث صارت النظرية تُدرّس منذ أولى سنوات الجامعة، ويفهمها ملايين الناس، ويستخدمها عشرات الآلاف يومياً. إنّما، وقبل كلّ شيء، لم يكن آينشتاين من اكتشف فكرة النسبية! فهي تعود إلى بدايات العلم الحديث، مع غاليليو - وإن لم يُسمّها على هذا النحو. ما فعله آينشتاين هو أنّه استبدل بنظرية النسبية القديمة تلك التي كانت تواجه صعوباتٍ خطيرة، نظريةً جديدة أكثر إرضاءً، وإن كانت أكثر تعقيداً بقليل. إلا أنّ التأكيد على نظرية النسبية القديمة - الأقلّ وضوحاً وبساطة في الحقيقة مما نتصوّر - يسمح بمقاربة أسهل للنظرية الحديثة.

- هل كنت تتحدث عن مزايا عديدة قد نحصل عليها من المواظبة على

تاریخ العلوم؟

- نعم، إن ذلك يسمح أيضاً بفهم أفضل لمكانة العلم في تاريخ المجتمع وعلاقاته بالاقتصاد والسياسة والتكنولوجيا التي صارت على قدر كبير من الأهمية اليوم. إلا أنني أود الرجوع إلى متعة التفكير التي يمكن للعلم أن يقدمها، مع مثال تاريخي تحديداً، يعيينا إلى الإغريق. فيم تفيد الأعداد؟

- في العد؟

الأعداد الصحيحة، أجل. لكن ماذا عن الكسور التي تعلّمت أنها تُسمى "بالأعداد العشرية"؟

للقياس وللمقارنة: أشتري نصف رطل زبداً، تطلب ربع ليتر نبيذاً، وهكذا.

- بكل تأكيد، وهذا أمر فهمه الإغريق تماماً، كانت لديهم نظرية جيدة للنسب سمحت لهم بالتحكم بهذه الكسور. لمقارنة أطوال العصي مثلاً، كان يكفي أن يجدوا كسرأ لإحداها ليكون كسرأ للأخرى أيضاً؛ على سبيل المثال، إذا كسرنا إحداها إلى خمس قطع متساوية، واستطعنا أن نقيس طول الثانية بثلاث من تلك القطع، قلنا إن قياس الثانية يساوي $\frac{5}{3}$ من قياس الأولى. ويُسمى هذان الطولان بالـ "متناسبين"، إذ ثمة طول يسمح "بقياسهما معاً".

- حسناً، لكن لسنا نحتاج إلى رياضيات صعبة جداً لفهم هذا!
- انتظري. انظري إلى مربع، وافتراضي أنّ ضلعه يساوي متراً. فما طول قطره؟
- لا أعلم، ما علينا سوى أن نقيس!
- آه، لا، هذا ما ليفعله حرفٌ يصنع قطعة أثاث، مثلاً، وسيكون ذلك كافياً له بالطبع. إلا أننا نريد نتيجةً يمكن أن نبرهن عليها! كيف يمكنك ربط طول القطر بطول الضلع؟
- انتظر... ماذا لو جربنا نظرية فيثاغورث؟
- بالتأكيد، هيّا!
- إذاً أسميت طول القطر بالأمتار «، فإن نظرية فيثاغورث تقول لي إن $x_2 = 1^2 + 1^2 = 2$. إذاً x يساوي جذر الـ 2 المربع أي $\sqrt{2}$.
- وما ناتج ذلك؟
- هل يُسمح لي باستخدام آلة الحاسبة؟
- حسناً، مرة واحدة...
- أجد 1.414231562
- وهل هذا عدد عشري؟
- أجل، هذا $1.414231562 / 1\,000\,000$
- وهل هذه القيمة الدقيقة لـ $\sqrt{2}$ ؟
- لا أدرى، فالتي الحاسبة لا تعطيني سوى هذه المنازل العشرية التسع.
- ما العمل إذاً؟

- حسناً، نستخدم جهاز كومبيوتر قوياً بما يكفي ليعطينا كل المنازل العشرية، حتى وإن كان ثمة الكثير منها.

- حين تقولين "الكثير"، أظنّين أنه عدد كبير جداً، لكنه متّه؟ هذا تحديداً ما يخدعك! يمكننا أن نبرهن من غير صعوبة كبيرة - سنقوم بذلك في يوم آخر إن شئت - على أن ذلك لا يمكن أن يتوقف، وأن ذلك لا يتكرّر (كما في بعض الكسور، مثل ... $0.9090909 = \frac{1}{11}$). بعبارة أخرى، ليس $\frac{1}{2}$ كسراً. لذلك من الضروري تصوّر مقادير غير متناسبة، في حالتنا هذه، ضلع المربّع وقطره.

- هذا يعني إذاً أن ثمة أطوالاً لا يمكننا قياسها؟

- على الأقل ليس بهذه الأعداد الكسرية التي نسمّيها "عشرية". ينبغي لقياسها استخدام أعداد أخرى لا تكون كسورة، أعداد "لا نسبية"

irrationnels

- إنّها تحمل اسمها بجدارة، فهي لا تبدو معقوله^(١) جداً...
نعم، لكنّها في الواقع لعبة كلمات غير مُعتمدة، تستند إلى معنّي كلمة ratio في اللاتينية، من جهة "rapport" (يعني نسبة) - وفي هذا المعنى يتم استخدامها لتسمية الأعداد العشرية: نسب الأعداد الصحيحة - ومن جهة أخرى "العقل" بالمعنى المعتاد. في الحقيقة، إنّ هذه الأعداد تتوافق

(١) يلعب المؤلف هنا على معنّي اللفظ المختلفين، بين اللا النسيبي واللا معقول. (المترجم).

مع العقل تماماً، بل هي من نتاجه! وسوف أفاجئك، فشّمة ما هو أكثر بكثير من الأرقام العشرية، وسترين ذلك إن تابعت دراسة الرياضيات بعد الثانوية.

- كيف هذا، أكثر بكثير؟ ألا يوجد عدد لا منتهٍ من الكسور، لأن البسط والمقام هما أيّ عدد صحيح كان؟
- أجل، لكن ثمة أعداد لا نهائية أكثر أو أقل كبراً، ويمكننا مقارنتها!
- توقف، إنّك تُشعرني بالدوار.
- عظيم! إذاً إنّك تشعرين على الفور بدوار الفكر هذا الذي يمكن للرياضيات أن تسبّبه. وأيّ شعور أكتف من التغلّب على الدوار؟

أجل، مثل ما حصل معي ذاك اليوم على قمة روش دو لايس^(١)، كنت خائفة حقاً عند حافة المنحدر الشاقولي تقريباً، لكنّني نجحت في السيطرة على نفسي، ونظرت إلى تلك الهاوية بإعجاب.

- تعلمين أنك لست أول من يصيّبها الدوار أمام الأرقام غير النسبة. تقول أسطورة: إنّ الفيثاغوريين هم من اكتشفوها (في الحقيقة، القصة أقدم بكثير وأعقد)، وقد صُدموا بها إلى درجة أنّهم أحاطوا عمليّة البرهنة تلك بالسرّية. بيد أنّ اللافت في الأمر، مرّة أخرى، هو أنّ تلك

(١) la roche de l'Abysse قمة جبلية بين فرنسا وإيطاليا يرتادها هواة الرحلات والمشي. (المترجمة).

المعرفة التي كانت استثنائيةً جدًا في البداية، قد أمكن إتقانها وشرحها وتناقلها. وقد استخدمها أفلاطون مثلاً في واحدة من أشهر محاوراته، الشتيس^(١) le Théétète ، من أجل مناقشة عميقة حول طبيعة مفاهيم الرياضيات وبراهينها. وقد قوبلت امتدادات ذلك الاكتشاف وصولاً إلى التحكم بمفهوم اللا نهاية (ومقارنة مختلف اللا متغيرات) - وكان ذلك، على وجه خاص، عملَ عالم الرياضيات الكبير جورج كانтор في نهاية القرن التاسع عشر - بمقاومة عنيفة، قبل أن تصير جزءاً من الرياضيات "العادية" وقابلة لأن تدرس بدءاً من نهاية الثانوية.

- أَجل، لكنني لا أرى تماماً ما يمكننا استخلاصه من هذا المثال.

- بكل بساطة، هو نوع من الثقة بقدرات العقل البشري على تجاوز ما يبدو له طبيعياً وبدهياً. وهو درس في التفاؤل يمكن أن ينطبق على مجالات

كثيرة أخرى غير العلوم!

- وهل لديك أمثلة علمية أخرى، في غير مجال الرياضيات؟

- بالطبع! ويمكننا التأكيد حتى على أن المعرفة لا تكون علمية حقاً إلا إذا تعارضت مع البديهيات الأساسية. مثلاً: الشمس لا تدور حول الأرض، حين يُجمع غازان، الأكسجين والهيدروجين، نحصل على سائل هو الماء؛ للبشر ودود الأرض جد مشترك؛ الماس والفحم مصنوعان من

(١) الشتيس : عنوان واحدة من محاورات أفلاطون حديث عام ٣٦٩ . تعاور فيها الثلاثي سقراط ووتيلودوروس وثيتس في محاولة للإجابة عن السؤال: "ما هي المعرفة؟" (المترجمة)

المادة نفسها؛ ثمة طاقة (نوية) في غرام من اليورانيوم بمقدار ما في طين من نفط من طاقة (كيميائية)؛ إلخ.

- فهل العلم ممليء بالمفارقات، إذًا؟

- هذا أقلّ ما يجب أن يُقال. إنّما ينبغيأخذ الكلمة "مفارة" "paradoxe" بمعناها الدقيق لا كمرادفة للا منطقية أو العبيّة. اشتقاً يأتي هذا المصطلح من اليونانية، para = ضد (مثل استخدامها في الكلمة parapluie^(١)) و doxa = رأي عام. المفارقة هي إذًا تأكيد يتناقض مع الحسّ السليم، الفكر المعتمد. وإن كنّا نحتاج العلم، فتحديداً لأنّ هذا الحسّ العام غير كافٍ للسماح لنا بفهم العالم في مجالات ليست لنا فيها خبرة ملموسة فوريّة.

ما الذي تريد أن تقوله؟

- إنّ العديد من الظواهر التي تدرسها العلوم اليوم لا يمكن لحواسنا أن تدركها مباشرة. مثلاً، نحن مغمورون حالياً بكميات من موجات الراديو والتلفزيون وما إلى هنالك، لكنّنا لا نكتشفها إلا بمساعدة أجهزة لهذا الغرض. هل تعلمون أنه، في كلّ ثانية، تعبّر عشرات مليارات النترونات القادمة من الشّمس زاوية إصبعك الصغير؟ فمن الطبيعي جداً إذًا أن يكون العلم مُفارقاً في جوهره.

(١) كلمة parapluie وتعني بالعربية المظلة مؤلّفة من مقطعين para و pluie أي ضد المطر. (المترجمة)

- حسناً، لكن حين ثبتت الحقيقة، المفارقة إذًا، يتهي الأمر، أليس كذلك؟

هل ينبغي أن يتوقف عمل العلم حين نكون قد اكتشفنا كل شيء؟

- هذا ما يعتقد بعضهم. يظنون فعلاً أننا سنكتشف الحقيقة النهائية، ذات

اليوم، وسيكون كل شيء قد وجد تفسيراً: يعتقدون أننا إذا ما فهمنا حقاً

فيزياء الجسيمات، فسوف نفهم بالكامل الذرات والجزئيات، وعليه

سنفهم التراكيب الكيميائية والكيميائية الحيوية، وعليه سنفهم الكائنات

الحية، وعليه سنفهم البشر، وعليه سنفهم دماغهم ومجتمعاتهم...

لا تبدو متفقاً مع وجهة النظر هذه؟

- لا، إطلاقاً. أو لاً، ليس هناك ما يثبت أننا لن نكتشف أشياء مادية ضمن

الأشياء التي نعدّها أولية (عناصرية)^(١)، ما سيقتضي حينها أن نبدأ من

جديد عمل البحث والفهم على هذا المستوى الجديد. بالنسبة، هل

تعلمين من أين جاءت كلمة "ذرّة" atome ؟

- من اليونانية؟ على ما أظن.

- أجل، في اليونانية، يعني فعل tomein قطع، وتجدينه في العديد من

الكلمات البليغة مثل (التصوير المقطعي) tomographie، التي تشير إلى عملية

التقطات صور لقطع (افتراضية) للكائن الحي. وهكذا، فإن tomos - a، مع

الـ a وهي أداة استثناء في اللغة اليونانية، تعني ما لا يمكن قطعه، ما لا

يقبل التجزئة.

(١) المقصود أنها مواد مشكلة من عناصر أساسية لا تتجزأ (المترجمة)

من الذرّات إلى الكائنات الفضائية

الذرة هي إذاً شيء لا يمكننا تحليله، هل هي عنصر؟ لكن لماذا يستخدم العلماء دوماً كلمات يونانية غير مفهومة؟

سؤال جيد جداً، ذكرني بأن أعود إليه. ولنبق الآن في الذرّات التي كانت تشير عند اليونانيين القدماء إلى تلك الجسيمات الأولية غير القابلة للتجزئة التي كان بعض الفلاسفة يتصور أنّ المادة مكونة منها. وجب انتظار القرن التاسع عشر حتّى يتوصل الكيميائيون والفيزيائيون إلى مفهوم علمي للذرّات، ويبرهنون على وجودها، ويقيسون حجمها وكتلتها وما إلى ذلك، إلّا أنّهم - وهنا مفارقة أيضاً - ما إن قاموا بتلك الاكتشافات حتّى اضطروا للاعتراف بخاصيّة الذرّات المركبة. فكما تعلّمتِ، فإنَّ الذرّات البعيدة عن أن تكون غير قابلة للتجزئة، مكونة من نوع من سحابة إلكترونية حول نواة مرکزية سُيكتشف لاحقاً أنّها هي أيضاً مكونة من بروتونات ونويات، أمّا هذه فمصنوعة من كواركات وغلوونات.

وكأنّها لعبة الدُّمى الروسية!

باستثناء أنه، وخلافاً للماتريوشكا^(١)، فإنَّ الأشياء المحتواة بالتالي تتباين تبايناً كبيراً جداً من مستوى إلى آخر، وهذا ما يجعلها مثيرة للاهتمام.

(١) الماتريوشكا، مجموعة دمى تقليدية خشبية روسية متتشابهة، بقياسات مختلفة، في كل دمية منها دمية أصغر. (المترجمة)

الآن، وكيفي أعود إلى مسألة نهاية العلم، فإنّ التاريخ يُظهر لنا جيداً أنه ما من ضمانة لدينا (ولن تكون لدينا أبداً) على أنه ليس ثمة مستوى أو مستويات عدّة أو حتّى لا نهاية من المستويات، تحت آخر مستوى من مستويات الواقع المعروفة حالياً، وهو مستوى الكواركات اليوم. إنّما ليس هذا، في الواقع، السبب الأساسي وراء عدم اعتقادي بإمكانية توقف العلم نتيجة نفاد مواده.

فما هو ذاك السبب الأساسي إذًا؟

- هو أنّ العالم يبدو لي غنياً ومعقداً إلى درجة لا يجعلني أرى حقاً كيف يمكن للعقل البشري أن يتصدّى لكلّ هذه الوفرة ويكون أفكاراً عميقـة عنها بما يكفي لتفسيرها بالكامل.

- إلا أنّك كنت قبل قليل تُشيد بقدرات العقل البشري، ويبدو أنّك تقول إنه ليس على ما يكفي من القوّة وإنّه سيلافق حدوداً لن تسمح له بالمزيد من التقدّم. أ تكون هذه طريقة أخرى لرؤيه أنّ العلم يتوقف؟

- هذا احتمال، لكنّني لستُ بالمتفائل بالمقدار الذي يجعلني أعتقد أنّنا ستوصل إلى فهم كلّ شيء، ولا بالمشائئ بما يكفي كي أعتقد أنّنا لن نعود نفهم شيئاً. لا أظنّ أنّ ثمة حدوداً متأصلة لقدرات تنمية العقل البشري، لكنّني أعتقد أنّ لا نهاية لتعقيد العالم، ولذلك فليس مهمّة إدراكه نهاية يمكن التنبؤ بها غير نهاية النوع البشري ذاته.

- تقول "أعتقد، ولا أعتقد..." لكن يبدو أنّ العلم تحديداً ليس قضية

اعتقاد إنّما هو معرفة؟

- أنت على حق، ما قلته لك هنا ليس تأكيداً علمياً! فحين يعمل العالم في مجال العلوم، فهو لا يعمل في العلوم فقط. لا يمكنه أن يتخلص من شخصيته، ومن متعاه الثقافي ومن أفكاره الفلسفية، ومن حالته النفسية، لحسن الحظ، وإلا لصار العلم نشاطاً غير إنساني تماماً. يتمثل عمل العلم كله في محاولة صياغة المعرفة بقدر ما أمكن من التحرر من هذا السياق. إلا أنها مهمة لا نهاية لها، وهذا سبب عظمتها. كما تعلمين، ليس ثمة أصعب من إعطاء تعريفات لكلمات عامة جداً مثل "العلم" (أو "الثقافة" أو "الأخلاق"، وما إلى ذلك)، ولهذا السبب مضينا في مثل هذا الحوار الطويل مليء بالحركات والالتفافات. إلا أنه ثمة توصيف للعلم إن لم يكن تعريفاً - أحبه حقاً، وهو لا يعود لعالم أو فيلسوف إنما لكاتب من القرن العشرين اهتم كثيراً بالعلم، هو برترولت بريخت. كتب: "قد لا نجد أية مشقة، وسنجد مزية كبيرة في تعريفنا للعلم على أنه جهد لاكتشاف الطابع غير العلمي للتأكيدات والمناهج العلمية". بمقوله أخرى: إن العمل في مجال العلم هو إثبات أن ما كنا نظنه على الأقل كذلك.
- أعجبتني كثيراً هذه المفارقة الجديدة، لكنني أود أن تعطيني مثالاً.
- لنأخذ مثال حركة الأرض والشمس. أولاً اليقين المشترك هو أن الشمس تدور حول الأرض - يكفي مشاهدة الشمس ساعات. ثم

تصوّر بعض الحكماء، واقتراح كوبرنيكوس، وأثبتت غاليليو ومن تلوه أنّ الأرض، وبالرغم من المظاهر (التي حلّلوها)، تدور حول الشّمس. لكنّنا لن نتوقف هنا! فإنّ ميكانيكا^(١) نيوتن سوف تثبت أنّ الأرض والشّمس - (وأنا أبسط الأمور بأنّ أنسى بقية الكواكب حالياً) - تدوران كلتاهم حول مركز جاذبيّتها المشترك. بالتأكيد إنّ مركز الجاذبية هذا قريب جداً من مركز الشّمس، وحركة الشّمس مُقلّصة جداً. إنّما لا تظني هذا التفصيل غير مهمّ. أتعلمين أنّ واحداً من أكبر اكتشافات السنوات الأخيرة هو اكتشاف الكواكب الخارجيّة^(٢)، أي الكواكب التي تدور حول نجوم أخرى؟

- أجل، غالباً ما يتحدّثون عنها في التلفزيون، ليتساءلوا عما إذا كانت ثمة كائنات فضائية في مكان ما.

- في الواقع، إنّ إحدى تقنيات إلقاء الضوء على تلك الكواكب الخارجيّة، غير المرئية في معظمها، هي مراقبة حركة نجومها البطيئة التي سببها^(٣) وجودها. على أيّ حال، كما ترين، يعلّمنا العلم أنّ الكون لا يدور حول

(١) الميكانيكا هي الفرع الأقدم في علم حركة الأجسام وهي تهتم بدراسة القوى الواقعة على الجسم وحركته (المترجمة)

(٢) Exoplanètes: وتعني الكواكب الموجودة خارج المجموعة الشّمسيّة، أي الكواكب التي تدور حول نجم آخر غير الشّمس (المترجمة)

(٣) أي أنّ سبب حركة النجوم البطيئة هو وجود تلك الكواكب الخارجيّة. (المترجمة)

الأرض بل حول الشّمس، ثم يصحّح نفسه، فالشّمس والأرض

تدوران معاً...

- ثمّ ماذا؟

ثمّ يستمرّ ذلك، تدور المجموعة الشّمسيّة حول مركز المجرّة، وتتحرّك المجرّة هي أيضاً، وهكذا.

- هل ذلك بلا نهاية إذًا؟

من يستطيع أن يقول ذلك؟ على أيّ حال، آمل ذلك، فما أجمل أن نكتشف جوانب الكون الجديدة دوماً، لكن لا تظني أنّ هذه الحدّة لا تظاهرة إلّا حين ندرس الأشياء الأبعد دوماً والأصغر دوماً. يظلّ العالم على مقاييسنا مليئاً بالمفاجآت.

- هلا أعطيني مثلاً؟

- طبعاً، لقد قيل طويلاً إنه يمكن للهادئة أن تكون في ثلات حالات.

- نعم، هذا ما علّمونا إياه: المواد الصلبة والسوائل والغازات. أليس صحيحًا؟

- ليس صحيحًا أتّها غير موجودة إلّا في حالات ثلات. لا شكّ في أنك سمعت عبارة "بلورات سائلة"؟

- وقد قرأتها حتّى في دعاية تجاريّة ما عُدْتُ أذكر لأيّ جهاز إلكتروني، لكنّني لم أفهم ما الذي تعنيه.

- قولي لي لماذا؟

- إن كنت أحفظ جيداً ما تعلّمته، فالبلاوره هي قطعة من المادة تكون فيها الذرات متراصّة ومنتظمة جيداً، والسائل هو حين تكون الذرات متراصّة أيضاً لكنّها غير منتظمة.
- صحيح. إذاً تخيلي مادّة لجزيئاتها أشكال قضبان صغيرة وهي مصطفة متوازية كلّها، إذاً هي منتظمة جيداً.
- كما في مادّة بلوريّة صلبة.
- إلا أنّ توزّعها في الفضاء فوضوي تماماً.
- كما في سائل.
- بالضبط. ذلك واحد من أشكال التنظيم (والفوضى في آن واحد) الممكن "البلاوره سائلة". وكما لاحظت، فإنّ هذه المواد التي اكتُشفت في القرن التاسع عشر، لكنّها لم تُفهم إلا في القرن العشرين، قد صار لها، منذ ذلك الحين، العديد من التطبيقات الفنيّة الشائعة جداً: شاشات عرض الساعات الرقمية، موازين الحرارة التي يتغيّر لونها تبعاً للحرارة... إلخ.
- ثمّة مثال آخر: وربّما سأفاجئك، لكنّ إحدى الظواهر الفيزيائية التي لم تُفهم جيداً إلى يومنا هذا هي ظاهرة الجريان المضطرب.
- ما هو؟
- بكل بساطة، هو ما يحصل حين تفتحين صنبور الخوض وتزيدين قوة سيلان الماء. لا بدّ وأنّك لاحظت أنه حين يكون الدفق ضعيفاً، يكون

السيلان أملسٌ ومنتظماً، ثم مع ازدياد التدفق، يصير غير منتظم مع كل أنواع الدوّامات والاضطرابات.

- أجل، لهذا السبب غالباً ما توضع على الصنابير فوّهات مضادة للدوّامات.

- تخيلي أنّ الفيزيائيين يلاقون صعوبة كبيرة في فهم كيف يتقلّل التدفق من أحد هذين النظامين إلى الآخر، وحتى في وصف حالة التدفق المضطرب.

- تقصد أنّه، وفيما يستكشف الباحثون العالم على نطاق صغير جداً بمسرّعات ضخمة للجزيئات، وبينما يدرسه آخرون على نطاق واسع باستخدام أجهزة تلسكوب عملاقة، ثمّة من يقومون بتجارب في حوض المغسلة لدّيهم؟

- هو ذلك تقريراً. إلا أنّهم يحتاجون، ولا شكّ، أحواض مغاسل متطرّفة قليلاً لمراقبة التدفقات بالتفصيل والقيام بقياسات دقيقة.

- أحواضبرات؟^(١)

- ليس سيئاً! وأرجو أن تصدقني أنّ المعادلات التي يستخدمها المنظرون في محاولة وصف تلك الظواهر، ووضع نهادج لها، لا تقلّ تعقيداً عن معادلات علماء الفيزياء الكمية أو علماء الكونيات. ويمكّنني مضاعفة الأمثلة عن هذه الفيزياء الجديدة على مقياسنا: فالمواد

(١) كلمة مركبة مُبتكرة نتيجة دمج كلمتي أحواض ومخبرات (المترجمة)

الجُنُبِيَّة مثل أكوام الرمل والمواد اللاصقة والمواد الهممائية، وما إلى ذلك، ما زالت تحتوي على كثير من الألغاز المثيرة والغنية بالتطبيقات المحتملة.

- لكن لماذا تقول: إن تلك "فيزياء جديدة"؟ أليست، على عكس ذلك، الفيزياء الأقدم، تلك التي كانت تهتم بالظواهر المرئية واليومية؟
- كان الأخرى بي أن أقول "متجدد" بدلاً من جديدة. فما حدث أنه وكما أشرت لك - اكتشف الفيزيائيون، في القرن التاسع عشر، ظواهر تُفلت من حواسنا المباشرة: موجات غير مرئية، ذرات غير محسوسة... إلخ، راحت شيئاً فشيئاً تسترعي جوهر انتباهم وولدت هذه التخصصات الغريبة في الكبير جداً والصغير جداً. إلا أنه، ولحسن الحظ، حدثت في النصف الثاني من القرن العشرين حركة عودة نحو المجالات الأقرب من مستوانا والتي بقيت قفراً.
- أنت لا تحدثني إلا عن الفيزياء. ماذا عن العلوم الأخرى؟
- هذا لأنني أفضل الكلام في ما أعرفه أكثر. إلا أننا نستطيع أن نتيّن تطورات مشابهة جداً في علوم الحياة على سبيل المثال. في منتصف القرن العشرين، تطور علم الأحياء الجزيئي الذي كان يدرس خصائص الكائن الحي على المستوى المجهرى...

ماذا تخبيء هذه الكلمات البربرية؟

- مثل جزيء اللولب المزدوج للحمض، الديروكسي بيزونيكليك déroxybisonucléique، أليس كذلك؟
- تقريباً: إنه désoxyribonucléique الديوكسي ريبونوكليك، أو حمض الديوكسي ريبونوكليك (الحمض الريبي النووي) l'acide désoxyribonucléique المعروف أكثر باسمه الصغير ADN. حسناً، إنها فرصة للعودة إلى كلمات العلم، إن شئت. لمَ هذا الاسم المعقد إذاً؟ ما الذي تفهمينه من مصطلح "ديوكسي ريبونوكليك"؟
- أفهم "نووي" nucléique، هل له علاقة بالنواة le noyau؟
- حسناً، لكن انتبهي، هي نواة الخلية الحية، لا نواة الذرة! وماذا بعد؟
- أفهم "أوكسي" oxy، مثل أوكسجين oxygène؟
- أجل "ديوكسي" حتى، ما يعني في الحقيقة "منقوص الأوكسجين" désoxygéné
- لكن ما هو منقوص الأوكسجين؟
- هنا يصبح الأمر ممتعاً. يجب الانطلاق من الجذر "ribo-", في منتصف الكلمة؛ وهو يأتي من ribose، وهو جزيء ينتهي اسمه بـ "أوز" -ose، ما يعني في مصطلحات الكيميائيين أنه سكر.
- مثل الغلوكوز أو السكروز؟

(١) يبدو أن الحفيدة أخطأت في لفظ الاسم لصعوبته. (المترجمة).

- بالضبط. أمّا عن "ريب" rib، فاتحدّاكِ أن تعرّفي ما هو: إنّها الأحرف الأولى من (معهد روكلر للكيمياء الحيوية) Rockefeller Institute of Biochemistry حيث اكتُشف ذلك الجسم في عام ١٩٠٨. تأخذين إذًا هذا الجزيء، تزيلين منه الأوكسجين قليلاً، وتمزجيه مع حمض الفوسفوريك، وتحصلين على حمض الديوكسي ريبونيك كليل الشهير هذا الذي تستخدمنه الطبيعة منذ زمن بعيد لقدرته العجيبة على تشكيل سلسل حلقونية طويلة مزدوجة تُستخدم في تخزين المعلومات الوراثية.
- أوف! لكن لماذا كلّ هذا التعقيد؟ ما دمنا نحكى عن ذلك، فاشرح لي إذًا لماذا يستخدم العلماء مثل هذه الكلمات غير المفهومة؟
- غير مفهومة، لا، فقد أوضحتُ لك توًّا كيف يمكن شرحها، لكن أن يصعب فهمها، وهذا أكيد. حسناً، هذا لأنَّ الأشياء أو الأفكار التي يدرسها العلماء هي نفسها صعبة على الفهم. في بدايات الفيزياء الحديثة، في القرن السابع عشر، في عصر أمثال غاليليو ونيوتن، كان الفيزيائيون يدرسون ظواهر المحسوسة والمرئية على نحو مباشر، ولذلك كانوا يستخدمون كلمات مأخوذة من لغة العامة: القوة والعمل للميكانيك مثلاً. إلا أنَّهم كانوا يستخدمونها لمعنى خاص جدًا أكثر محدودية بكثير من دلالتها الدارجة، عدا عن المخاطرة بالوقوع في سوء الفهم. ثم راحوا يدرسون ظواهر تخرج من نطاق مداركنا الشائعة وليس لها تسميات في المفردات المستعملة. لذا، بدؤوا يصوغون كلمات عالمية، كما يُقال، مستخدمين جذوراً يونانية ولاتينية كونها تشكّل جزءاً من إرثنا الثقافي.

وهكذا، ظهرت هذه الألفاظ التي قد ترينها ببريرية: التيرموديناميک^(١)، الكهرومغناطيسية^(٢)، الإنتروربيا^(٣)، إلخ. إلا أنك ستلحظين أن بعض تلك الكلمات التي كانت لا تزال غامضة جداً على الأشخاص العاديين قبل قرن، قد باتت مألوفة اليوم نتيجة أنها ارتبطت بمهارات تقنية شائعة؛ هذه هي حال الطاقة والكمون الكهربائي، والكثير غيرها.

- إلا أن ما يؤسف له، أن ذلك لا يعني للخيال شيئاً، ولا يساعد على تخيل ما المقصود. فعلى الأقل، حين نسمع عن ثقوب سود أو عن أوتار فائقـة^(٤)، يمكننا أن نتخيل صوراً.
- هي خادعة عموماً! إنك تضعين إصبعك على صعوبة حقيقة في العلوم الحالية. فكلما ازدادت تجریداً وابتعاداً عن العالم اليومي، ازداد شعور



(١) التيرموديناميک أو التحرير الحراري هو العلم الذي يدرس تحولات الطاقة من حالة بدئية إلى حالة نهائية. مثل تحول الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية كالذى يحدث في محرك احتراق داخلي في آلة بخارية، أو تحول الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية في محطات القوى، وتحول الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية عند توليد الكهرباء من السدود والأنهار. (المترجمة)

(٢) فرع من فروع الفيزياء يدرس العلاقة بين الكهرباء والمغناطيسية (المترجمة)

(٣) الإنتروربيا أو القصور الحراري، أصل الكلمة مأخوذ عن اليونانية ومعناها "تحول" وهو مفهوم هام في التحرير الحراري. (المترجمة)

(٤) نظرية الأوتار الفائقـة: محاولة لشرح طبيعة الجسيمات الأولية والقوى الأساسية في الطبيعة ضمن نظرية واحدة عن طريق نمجتها كلـها في إطار اهتزازات لأوتار فائقـة التناـظر (عن ويكيبيديـا).

العلماء، عن حقّ، بأنّهم مُضطّرون إلى بذل جهد لمشاركة معرفتهم. إلاّ أنّهم غالباً جداً ما يستسلمون للأساليب الدعائية للاتصالات الحديثة. أعتقد شخصياً أنّهم يخطئون إذ يظنّون أنّ استخدام الكلمات البسيطة سوف يسمح لهم بأن يفهموا فهماً أفضل. على العكس، إنّهم يضاعفون بذلك حالات سوء الفهم والتفسيرات الخاطئة: فليس "الثقب الأسود" ثقباً ولا هو أسود، وليس "الأوتار الفاقعة" أسلاماً للهادىء، والبيغ بانج Big Bang - ويعبر عنه في الفرنسيّة تعبيراً أقلّ جاذبية، le Gros Boum الانفجار الكبير - ليس انفجاراً... إنّها استعارات خادعة. على الأقل، وحتى إن لم تكن مفهومه، فإنّ لكلمات القرن التاسع عشر العالمية ميزة أن لا يُساء فهمها!

تقصّد أنه يستحيل على علماء اليوم إيصال معرفتهم ببساطة؟

- إيصالها ببساطة، نعم، فما هذه المعرفة بالبساطة، وهذا تحديداً ما يجعلها مثيرة للاهتمام. كان ريتشارد فاينمان، أحد أكبر علماء الفيزياء في القرن العشرين - وقد عمل كثيراً على نشر علمه بنفسه - يروي الطرفية التالية: بعد أيام على حيازته جائزة نوبل، أجرى التلفزيون معه لقاءً مقتضباً حول أعماله. وفي اليوم التالي استقلَّ سيارة أجراة، فتعرف السائق إليه: "هل أنتَ من شاهدته على شاشة التلفزيون مساء أمس؟ - أجل. - حسناً، لو كنتُ مكانك، لأجربتُ أولئك الصحافيين الذين أرادوا أن تشرح لهم اكتشافاتك في ثلاثة دقائق، بأنه لو كان لذلك أن يُشرح في ثلاثة دقائق لما استحقّ جائزة نوبل!"

- كان سائق التكسي على حق! على العلماء أن يشاركونا معرفتهم، لكنّها مهمة صعبة، على المدى الطويل، ويجب أن تبدأ من جديد دوماً. وبالتالي فإن الشرط الضروري (لكن غير الكافي) هو شرح الكلمات المستخدمة، بلا توقف، كما فعلت بخصوص الحمض النووي الريبي.
- أودّ لو أننا نفعل ذلك في دروس العلوم. ففي معظم الأحيان، يرمي المعلمون هذه الكلمات العالمية إلينا كما لو أنها اختيرت اعتباطياً، من غير أن يقولوا لنا من أين جاءت.
- تعلمين أمّها، على نحو عام، لم تُشرح معلّميك هم أيضاً! على أيّ حال عليكِ ألا تتردّدي في سؤالهم من أين، ومتى جاءت هذه المصطلحات. إن لم يستطعوا إجابتكم على الفور، فسيبذلون، بالتأكيد، جهداً كي يستعلموا، وسيقدّرون لكِ سؤالك.
- آه، تحديداً: لقد سألت نفسك لماذا نتحدّث عن النيازك météorites في علم الفلك، وعن الأرصاد الجوية météorologie حين نقصد حالة الطقس. ما علاقة ذلك بالأمر؟
- هذه حالة مثيرة جداً للاهتمام، وهي تُظهر أهميّة أن يُعاد تغطيس العلوم في تاريخها الطويل! ليس المقصود هنا كلمة علميّة حديثة، اخْتَلَقَت كيما كان. في اليونانية القديمة، تشتّق كلمة meteôros (من meta، ومن aer، air الهواء)، وهو ما "في الهواء" "en l'air" "en" ، فهي تعني إذاً الظواهر السماويّة عموماً، سواء الغيوم والمطر وقوس قزح والصاعقة، أو الشُّهب. سيستغرق الأمر وقتاً طويلاً، حتى القرن التاسع عشر، كي

يقبل العلماء فكرة أن تلقى الأرض حجارة قادمة من الفضاء، بعد جدل علمي مثير يستحق أن يُحكى عنه! ومنذ تلك الفترة صار التمييز بين ما يحدث في الغلاف الجوي الذي جاءت منه météo(ologie)، (الأرصاد الجوية)، وما يأتي من الفضاء بين الكواكب، ومن هنا كلمة météorites (النيازك).

- إنما، وقبل أن نبدأ الكلام على الكلمات العلمية، وفيها يتعلّق بحمض، أوه، الديوكسي ريبونيكليك، أهو كذلك؟ كنتَ تريد أن تخبرني شيئاً عن تطوير علم الأحياء.

- نعم، كنتُ أريد أن أبين لكِ تشابهه مع تطوير الفيزياء. فقبل ظهور علم الأحياء الجزيئي، كانت علوم الحياة تعنى بالكائنات الحية على حالها، وبوظائفها (التنفس، الهضم، التكاثر، إلخ) على مستوى الحي ذاته. ثم فهمتُ، مثل الفيزيائيين الذين أرادوا شرح سلوك المادة، أنّ من المفيد جداً النزول إلى المستوى الجزيئي.

- ثمّ ماذا، أليس أمراً رائعاً أن تقدر على فهم هذه الظواهر المعقّدة بإرجاعها إلى آليات أبسط؟

- بالطبع، وقد أكسينا علم الأحياء الجزيئي هذا معارف جديدة وعميقة حول الوراثة، وحول بعض الأمراض، وما إلى ذلك.

- ما المشكلة إذًا؟
- كانت نتيجة ذلك أن فقد الوسط العلمي ككل اهتمامه نسبياً بدراسة الكائنات الحية في كلّ تعقيداتها. غير أنه، كما في الفيزياء، حدثت، ولحسن

الحظ، عودة في النصف الثاني من القرن العشرين إلى دراسة الحيوانات في وسطها الطبيعي وليس في المختبرات فقط. بمقولة أخرى، عادت علوم الحياة من جديد علوماً طبيعية تماماً.

لماذا كل هذه العلوم؟

لم تشرح لي إلى الآن سبب وجود هذه العلوم المختلفة كلّها. ألا يمكننا جمعها في "علم كبير" واحد؟ مثلاً، تتحدث الكيمياء والفيزياء عن الشيء ذاته، عن الذرّات والجزيئات، أليس كذلك؟

إنه حلم قديم فعلاً، بأن يكون هناك علم واحد يمكنه أن يعالج أيّ ظاهرة كانت. إنّما يبدو أنّ التاريخ يسير في الاتجاه المعاكس، ويفصل التخصصات إلى تخصصات فرعية، وحتى إلى تخصصات متفرّعة عن الفرعية. لقد رأينا ذلك للتوّ في مثال الأرصاد الجوية وعلم الفلك اللذين لم يتم التفريق بينهما إلاّ متأخراً جداً. إذ، وكما قلت لك، يبدو أنه لا يوجد منهاج علمي وحيد قد يسمح بمعالجة المسائل كلّها بالطريقة نفسها. بتعبير آخر، ومرة أخرى، إنّ تعقيد العالم وثراءه يجعله يتجاوز كلّ إطار نريد أن نحدّده به سلفاً. وأشياؤه معقدة إلى درجة أننا نحتاج إلى أدوات مختلفة، مادية وفكريّة، كي نفهمها. إلاّ أنّ ذلك لا يخصّ العلم وحده! ففي معظم مجالات النشاط الإنساني تؤدي التنمية إلى التنويع. ونستخدم أدوات تزداد تخصّصاً وتكيّفاً دوماً مع مهام محدّدة. تأمّلي، على سبيل المثال، هذه الممارسة العاديّة: القطع. حسناً، إن كان البشر

الأولون قد استخدموه، للقيام بذلك، نوعاً واحداً من الأدوات، حجراً حادّ الحواف، فلدينا منها اليوم جميع الأنواع: فؤوس، مناشير، سكاكين، قطّاعات ورق، مقصّات، شفرات حلاقة، مباضع... إلخ. وفي كُلٌّ من هذه الفئات عشرات الأنماط المختلفة؛ فمن السكاكين وحدها، وما أكثرها، هناك سكين الجزّار، وعلى المائدة هناك سكين للحم، وللسماك، وللقطع، وخناجر الصيد أو الحرب، ومطاوي الجيب متعدّدة الشفرات، وهلّم جرّاً. وقياساً على ذلك، فإنّ مقصّ الخليّاط ليس كمقصّ التي تطرّز، ومفكّ ميكانيكي السيّارات ليس كمفكّ الساعاتي. فلماذا يكون الأمر مُغايراً في الأدوات الفكرية وفي أجهزة العلوم التجريبية؟

هل يمكنك توضيح ذلك في حالة الفيزياء والكيمياء؟ -

بالتأكيد. ففي الحقيقة إنّ الفيزياء، الذريّة والجزيئيّة على أيّ حال، تتعامل مع الأشياء ذاتها التي تتعامل الكيمياء معها، إلا أنها تُعنى بمسائل أخرى، مثل سلوك الإلكترونات الدقيق في الذرة: ما الطاقات التي يمكن أن تكون لها، وما الإشعاعات التي تبثّها حين يتمّ تحريضها، وما إلى هنالك. وهذا الغرض، لدى الفيزيائي نظرية متطورة جداً هي النظرية الكموميّة، وجهاز رياضيّاتي مُتقن. بيد أنه، إن كانت هذه النظرية تفسّر على نحو جيد جداً ما يحدث في ذرات محدودة عدد الإلكترونات، فسرعان ما يصبح حلّ معادلاتها في غاية الصعوبة في ما يخصّ الذرات الأغنى بالإلكترونات، حتى مع استخدام أجهزة كومبيوتر قوية. إنّ الكيميائي الذي يهتمّ أكثر بالطريقة التي يمكن

للذرّات أن تجتمع بها، لا يسعى إلى الحصول على وصف بهذا التفصيل، وسيستخدم تصوّرات أقل دقة لكنّها أكثر جدوّيًّا، مثل مفهوم التكافؤ الذي لا بد وأنك بدأت تعلّمه؟

- نعم، مع تمثيل لويس^(١) وذلك كله؟

تمامًا. كي أعود إلى التشبيه الذي ذكرته أعلاه، تختلف أدوات الكيميائي والفيزيائي اختلافًا مقصّ الخياطة وبموضع الجراح اللذين، وكما ترين، لا يمكن التبديل بينهما. أو أيضًا، تأمّل الجيولوجيا وعلم الفلك اللذين يهتمّ كلاهما بكونينا. يسعى الفلكي إلى حساب حركته في الفضاء، ويستخدم لهذا الغرض معادلات الميكانيك استخدامًا فعّالًا جدًّا. ويستطيع شرعيًا إلا يهتمّ كثيرًا بطبيعة الصخور أو بشكل القارات على سطح الأرض، إلا أن تلك هي تحديداً المسائل التي تهم الجيولوجي

والتي لا يمكنه أن يستخدم فيها النظريات الرياضياتية ذاتها.

- وبالرغم من ذلك، يُقال إن الرياضيات تخدم العلوم الأخرى؟

ليس ذلك خطأً، لكنّها لا تخدم بالطريقة ذاتها. تهتمّ الفيزياء بأشياء بسيطة البنية (ولا يعني ذلك أنها بسيطة السلوك!) يمكننا أن نستخدم من أجلها أدوات تحليل دقيقة جدًّا، تلك التي تقدمها الرياضيات. إلا أن تلك الأدوات - وبسبب دقّتها حتى - هشة وعاجزة أمام الأشياء

(١) تمثيل لويس، أو تركيب لويس هو رسم بياني ثانوي الأبعاد يستخدم في الكيمياء لإظهار الترابط بين ذرات جزيء ما وأزواج الإلكترونات الوحيدة التي قد تكون موجودة في هذا الجزيء (عن ويكيبيديا).

الأعقد، مثلما لا تستطعين أن تقطعين أَنْ شجرة بسْكِينٍ صغيرة. في العلوم الأخرى، عموماً، يمكن للرّياضيّات أن تتدخل لتوفير إحصاءات أو لمعالجة أشكال هندسيّة أو مشكلات خاصة أخرى. إلّا أنَّ المفاهيم الأساسيّة في تلك العلوم، وخلافاً لحالة الفيزياء، لا تستند إلى الرّياضيّات. قارني، مثلاً، مفهومين أساسيين، أحدهما في الفيزياء والآخر في الكيمياء: في الأوّل نُطبّق الرياضيات على مفهوم القوة، إلّه قطاع موَجَّه، أمّا في الثاني، فليس للوظيفة الحمضية شيءٌ من الرّياضيات في تعريفها.

تحدّثت حتّى الآن عن العلوم كما لو أنها لم تُعنَ إلّا بالعالم الطبيعي، بالذّرات والحيوانات والحجارة. إلّا أنّني أسمع أصدقاءك يتحدّثون أحياناً عن "علوم إنسانية واجتماعية"، وأذكر مناقشة كبيرة أكّد فيها عالم فيزياء أنَّ علم الاجتماع ليس بالعلم حقاً، ما لم يرق طبعاً لعالم الاجتماع! فما رأيكَ أنتَ؟

يتوقف ذلك كله على ما نسميه "علمًا"، وقد رأينا إلى أيّ درجة يصعب أن نقدّم تعريفاً له، أو توصيفاً بسيطاً حتّى. طال ما عُدّت الفيزياء الأنموذج لما ينبغي أن يكون عليه علم من العلوم - ولكي أوجز في كلمتين، إثناها المعرفة الموضوعية والصارمة. الموضوعيّة عكس الذاتيّة، ما يعني أنَّ على الذّات - وهي العالم في حالتنا هذه - إلّا ترك آراءها ومعتقداتها وموقعها الاجتماعي تؤثّر في أبحاثها. ولئن بدا أنَّ معيار الموضوعيّة هذا يمتدّ بلا صعوبة ليشمل فحص الأشياء

الطبيعة الجامدة كلّها، فإنّه يطرح مشكلات حين يكون الاهتمام بالحيوانات...
-

نعم، لم يعجبني على الإطلاق حين قمنا بتجارب على أرنب في الصف، وقد ذكرني ذلك كثيراً بأرنوبي بومبون.

على أيّ حال، تعرّض مفهوم الموضوعية عوائق كبيرة حين نهتم بالبشر، سواء بعقلهم الفردي (علم النفس) أم بتنظيمهم الجماعي (علم الاجتماع)، إذ يكون الباحث حينئذ هو ذاته صاحب مصلحة في ما يدرس، ولذلك لا يكون حيادياً حيال ما سوف يكتشفه.

تقصد أنّه يمكن لآرائه السياسية أو معتقداته الدينية أن تؤثّر في عمله؟
-
هذا ما أقصده تماماً. فكري في علماء القرن التاسع عشر الذين كان كثيرون منهم يتشاركون نظرة عرقية إلى البشرية ترى أنّ بعض البشر -
تبعاً لللون بشرتهم - أدنى مقاماً بطبيعتهم من آخرين، فكريأً على الأقلّ.
واضح أنّ هذا الرأي سوف يؤثّر في طريقة قيامهم بأبحاثهم، كونهم سيجهدون لإثبات ما يعتقدون به سلفاً. وهذا ما حدث فعلاً، فقد رأينا الكثيرين من علماء الأنثروبولوجيا، (أولئك الذين يدرّسون الطبيعة البشرية)، يقيسون أحجام الأدمغة وزوايا الوجوه وما إلى ذلك، ويستنتاجون منها أنّ الأفارقة كانوا أقرب إلى القردة من الأوروبيين، ما يثبت خطأه التام حين نعيد القياسات من غير أفكار مُسبقة. أو، ولكي آخذ مثلاً آخر، لا يزال راهناً، سيلaci الاقتصاديون الذين يعيشون في عالم رأسمالي محجّف يهيمن عليه المال والسوق، صعوبةً بالغةً في تصوّر

مجتمع أكثر عدالة لا تلعب فيه التقويد دوراً مهيمناً، وفي إثبات أنه يمكن
لمثل هذا المجتمع أن يعمل.

- واضح. لذلك فأنت تعتقد أيضاً أنه لا يمكن أن تكون ثمة علوم إنسانية
واجتماعية حقيقة كونها لا تستطيع أن تكون موضوعة؟
- آه، لا، ليس هذارأيي. لسبب وجيه أولاً، وهو أن ليس هناك موضوعة
مطلقة حتى في علوم الطبيعة.

هل الموضوعية والصرامة مستحيلتان؟

لا أفهم بهذا يمكن لآراء باحث أن تؤثر في طريقة دراسته جرثومة
أو ذرة؟

- ذلك أنه، وقبل البدء بالبحث، يكون لكل عالم تقييات للعالم ترتبط
بثقافة عصره - بالدور الذي يلعبه الدين فيه مثلاً - مثلما ترتبط
بشخصيته. سيؤثر ذلك أولاً على مصالحه، على اختيار موضوعات
بحثه، على المستوى الجماعي لا الفردي فقط. فعلى سبيل المثال، في علوم
الحياة، دار نقاش كبير في القرن التاسع عشر بين أولئك الذين كانوا يرون
أنه لا يمكن اختزال كائن حي إلى آلية عضويته الفيزيائية - الكيميائية،
 وأنه يجب أن يحرّكه - فوق ذلك - "مبدأ حيوي": مستقل، وبين الذين
كان ينفون، على عكس ذلك، ضرورة اللجوء إلى مثل هذا المبدأ
الخارجي لشرح ظواهر حيوية.
- ما الذي يغيّره ذلك في طريقة البحث؟

- بكل بساطة، لن تكون الوسائل التجريبية هي ذاتها. إن كنت تؤمنين بوجود مبدأ حيوي، فلن تستطعي دراسة ظواهر الحياة إلا على حيوانات حية! وعلى العكس، إن كنت لا تؤمنين به، فإنك تعتقدين أنه يمكن لتشريح حيوان ميت أن يقدم لك معلومات ثمينة عن عمل عضويته وستكون لك إذاً استراتيجية بحث أخرى.
- إلا أن الأمر أبسط فيما يخص العلوم الفيزيائية، أليس كذلك؟ ليس تماماً، حتى وإن كان ذلك أقل ظهوراً للعيان غالباً. حسناً، ساعطيك مثالاً تاريخياً مهماً جداً. تعلمين أن غاليليو قد وضع، بشكل أو باخر، في بداية القرن السابع عشر، أساس علم الفلك الحديث؟
- نعم، نعم، أذكر جيداً أنك أخذتنا إلى متحف تاريخ العلوم في فلورنسا حيث شاهدنا أدوات المراقبة التي كانت له.
- وتعلمين إذاً أن ما أتي به من أساسيات هو فكرة أن العالم السماوي والعالم الأرضي ما هما إلا واحد، وأن القوانين الفيزيائية هي نفسها هناك، على عكس التقليد الأرسطي^(١) الذي كان يفصل العالم الأرضي، عالمنا، عالم النقص والتغيير، عن العالم السماوي، عالم الكمال والثبات. في الواقع، اكتشف غاليليو، بعد أن أدار منظاره نحو السماء، في بضعة أسابيع من شتاء ١٦٠٩ - ١٦١٠، جبال القمر (الذي لم يبد كروياً تماماً وهو يشبه الأرض)، وأقمار المشتري (ما يثبت أن الأرض ليست مركز دوران مطلق)، وما إلى ذلك. قد تعتقدين أن هذه الملاحظات سوف

(١) نسبة إلى أرسطو.

تُقنع دفعةً واحدةً جميع مؤيدي النظرة القديمة للعالم، حيث كان في إمكان أيّ شخص أن يؤكدّها بأنّ ينظر عبر المنظار. إلّا أنّ الأمر لم يكن كذلك! ففي الحقيقة، جادل بعضهم بأنّ المنظار شيء مصنوع من مواد العالم الأرضي؛ وأنّه قادر على تقديم وصف وفيّ لطبيعته، كما يتضح لنا حين نراقب سفناً في البعيد، فلا شيء يدعو إلى الدهشة. إنّما كيف يمكننا التأكّد من أنّ المنظار - بحكم طبيعته الأرضية - لا يشوّه مظاهر عالمٍ ساوي مختلف كلياً، وكيف يمكننا الوثوق باللاحظات التي يسمح بها؟ بالطبع، نحن مقتنعون اليوم بأنّ غاليليو كان على حقّ، إلّا أنه لم يكن ممكناً وقف حجّة خصومه، على مستوى المنطق. وترى كيف يمكن لفهم معين للعالم، ذي قياس فلسي بل ميتافيزيقي أيضاً، أن يلعب دوراً في تطور العلم.

وهل ذلك أشدّ خطراً على من يدرسون البشر ومجتمعهم؟
بالتأكيد، لكنّي أردتُ أن أبيّن لكِ، من جهة، أنّه لا توجد أبحاث موضوعية تماماً، ولا أبحاث ذاتية كلياً، من الجهة الأخرى. الموضوعية غير مضمونة البّة، ويقوم جانب أساسي في العمل العلمي على البحث عنها، وتعزيزها - بالتشكّيك فيها كلّما اقتضى الأمر. يُظهر تاريخ العلوم الإنسانية جيداً أنّ هذا العمل النقدي ممكن، وإن كان صعباً. لنعد إلى مثال الأنثروبولوجيا (علم الإنسان): تحت تأثير تغيير العقلية الذي أقصى شيئاً فشيئاً مفهوم "الأعراق الأدنى" (حتّى وإن لم تُكسب القضية بالكامل بعد!) تبيّن أنّ الدراسات التي كانت تخلص إلى وجود تفاوتات

- جذرية في الإنسانية تبعاً للون البشرة أو معايير أخرى، كانت منحازة وخاطئة. ثم، وعلى نحو خاص، فقد الفصل بين علوم الطبيعة وعلوم الإنسان قسماً كبيراً من وضوحيه.
- مع ذلك، ليس الأمر سواء في دراسة الجزيئات من أجل دواء وفي دراسة سكان الأمازون؟
- ليس سواء، لكن تحديداً، في الحالة التي تذكرينها، لا ينفصل الأمان تماماً! لدى سكان الغابات معرفة ممتازة ببيتهم وهم يستخدمون، في علاج أنفسهم، بعض النباتات التي تبين أنها تحتوي على مواد كيميائية مفيدة جداً في علم الأدوية. ترين أنه يمكن لعلم إنساني، علم الأعراق، أن يهتم بمساعدة علم من علوم المادة، الكيمياء. يمكننا أن نأخذ مثلاً آخر، منهاً جداً، مثل علم الأخلاق، وبمقولة أخرى علم السلوك الحيواني. ثمة قضية تفتت البشر منذ زمن طويل، هي قضية اختلافاتهم وتشابهاتهم مع القردة العليا. لذلك، لاحظ الباحثون سلوك الشمبانزي في مختبرات متخصصة لقياس مهارات التفكير والتواصل لديها. ثم، اعتقاد بباحثون آخرون - بباحثات بالآخر - أنه قد يكون من المقنع أكثر القيام باللاحظات على الأرض، هناك حيث تعيش القرود طبيعياً. وهنا كانت المفاجأة - التي ما كان ينبغي أن تكون - حيث بدت الشمبانزي في وسطها الطبيعي أذكى بكثير، إن جاز لي القول، مما في الأفواص التي كانت محبوسة فيها. وأظهرت قدرات على استخدام

الأدوات وحتى على تصنيعها - ثقافة تقنية! -، وسلوكيات اجتماعية جماعية متطرّفة جداً - ثقافة سياسية! -، جعلتها أقرب بكثير إلى البشر مما كنا نعتقد. ونتيجة ذلك، بات الحدّ بين العلوم الإنسانية والاجتماعية من جهة وعلوم الطبيعة من جهة أخرى، مشوشًا على أقلّ تقدير.

- حين بدأنا الحديث عن هذه المسألة، قلت إله، وتبعاً لمفهوم ييدو آنك تنتقدـهـ، كان علـمـ من العـلـومـ يـعـرـفـ مـاـ يـحـبـ أنـ يـقـدـمـهـ من مـعـلـومـاتـ موضوعـيـةـ وـصـارـمـةـ. وقد أوضـحـتـ ليـ أنـ مـسـأـلـةـ المـوـضـوـعـيـةـ دـقـيـقـةـ فيـ الـوـاقـعـ. إـلـاـ إـنـهـ لـاـ بـدـ منـ الصـراـمـةـ، أـلـيـسـ كـذـلـكـ؟ـ أـلـيـسـ فـيـ ذـلـكـ إـشـكـالـيـةـ للـعـلـومـ الإـنـسـانـيـةـ وـالـاجـتمـاعـيـةـ؟ـ

- أجلـ، لكنـ كـمـاـ فـيـ ماـ يـخـصـ المـوـضـوـعـيـةـ، يـحـبـ أنـ يـكـونـ لـدـيـنـاـ مـفـهـومـ مـرـنـ للـصـراـمـةـ. قدـ يـمـكـنـنـاـ القـولـ إـنـ الصـراـمـةـ، هيـ مـجـمـوعـ الشـرـوـطـ وـالـمـعـايـرـ التيـ يـحـبـ استـيـفاـءـهـ لـكـيـ تـقـبـلـ مـعـرـفـةـ مـنـ الـعـلـمـ بـصـفـتـهـ صـحـيـحةـ. إـلـاـ أنـ هـذـهـ الشـرـوـطـ لـاـ يـقـدـمـهـاـ، مـرـةـ وـاحـدـةـ إـلـىـ الـأـبـدـ، لـاـ أـدـريـ أـيـ مـبـدـأـ أـعـلـىـ. إـنـهـ نـتـيـجـةـ اـتـفـاقـ بـيـنـ الـعـلـمـاءـ، نـادـرـاـ مـاـ يـكـونـ بـالـإـجـمـاعـ، وـهـوـ يـتـغـيـرـ مـعـ الزـمـنـ، وـيـتـوـقـفـ، بـالـتـأـكـيدـ، عـلـىـ الـمـنـهـجـ.

لـنـأـخـذـ حـالـةـ الـمـتـطـرـفـةـ، حـالـةـ الـرـيـاضـيـاتـ التـيـ تـعـدـ عـمـومـاـ أـكـثـرـ الـعـلـومـ صـراـمـةـ، إـذـ يـحـبـ الـبـرـهـنـةـ عـلـىـ كـلـ نـتـيـجـةـ فـيـهـاـ. إـلـاـ أـنـ فـكـرـةـ مـاـهـيـةـ الـبـرـهـنـةـ "ـالـجـيـيـدةـ"ـ نـفـسـهـاـ تـتـطـوـرـ مـعـ مـرـورـ الـوقـتـ. فـكـثـيرـ مـنـ الـبـرـاهـينـ الـقـدـيمـةـ تـعـدـ الـيـوـمـ غـيـرـ مـقـنـعـةـ لـأـنـهـ لـيـسـ عـلـىـ مـاـ يـكـفـيـ مـنـ الصـراـمـةـ، حـتـىـ وـإـنـ كـانـتـ

نتائجها لا تزال صالحة. تلك حال نظرية فيثاغورس التي ينبغي القول إنّها لم تعد نظرية بل مُسلّمة. إنّ معظم إنجازات حساب التفاضل والتكامل اللا نهائي calcul infinitesimal في القرن الثامن عشر، التي يعود الفضل فيها إلى نيوتن وليبنيز، وغيرهما، قد أعيدت صياغتها بالكامل في القرن التاسع عشر بعد تطور في مقاييس الصرامة – يستمرّ إلى أيامنا هذه. وهكذا، تعتقدون أنّه في العلوم الاجتماعية والإنسانية – حيث لا يدور الحديث على البرهنة إنّها على المُحاجّة – لا يكون مفهوم الصرامة واضحًا، وهو موضوع نقاشات مستمرة بين المتخصصين.

- حسناً، لكن الحال هذه، إن لم تكن الموضوعية ولا الصرامة فكرتين واضحتين، حتّى في ما يُسمّى بالعلوم الصحيحة، لا أرى كيف يمكن التأكيد على إمكانية اعتبار معرفة ما علمية.

- لم أقل إنّ الموضوعية والصرامة بلا أيّ معنى! هما هدفان يجب إعادة تعريفهما باستمرار.

- أن تكون موضوعياً هو هدف^(١)...

- جيد جداً، نعم، يمكننا القول إنّ العمل العلمي هو هذا الجهد في السعي إلى الموضوعية والصرامة – حتّى وإن كانوا هدفين لا يمكن بلوغهما.

(١) *Être objectif est un objectif* في النصّ الفرنسي ثمة لعب على الكلمات حيث تعني الكلمة *objectif* موضوعي وهدف. (المترجمة).

- لكن أليس مُحيطًا بعض الشيء أن تعمل من غير أن تتأكد من بلوغ

جواب نهائي؟

قد يكون الأمر كذلك لبعضهم، لكن من الأفضل حينها ألا يعملوا في مجال العلم. في الحقيقة، إن أولئك الذين يختارون العلم كي يطمئنوا بوصولهم إلى حقائق مطلقة ونهائية، قد يتعرضون لخيبة أمل كبيرة. وقد كانت تلك حالي في بداية عملي البحثي. غير أنني، بعكس ذلك، انتهيت إلى الشعور بارتياح كبير في التفكير في أنه ما من مسألة حلّت حلاً نهائياً قطّ، وأن العمل لا ينتهي. تعلمين، يشبه ذلك إلى حدّ ما حين نذهب للمربي. يجب ألا نفكّر أن الهدف وحده هو ما يهمّ، فلا نرضى إلا حين نصل إلى القمة المستهدفة أو إلى الملاذ المختار. إن المكافأة الأكبر بكثير هي في الاستمتاع بالرحلة في حد ذاتها، وفي أن يجد المرء جوهر متعته في البحث عن الطريق الذي يجب سلوكه، وفي تأمّل المناظر التي تتغيّر على طول الطريق. على أيّ حال، يمكن جوهر البحث العلمي في الأسئلة التي يطرحها أكثر مما في الإجابات التي يقدمها.

- ما الذي تريد أن تقوله؟

إن معظم الأسئلة التي نظرحها في بداية بحثٍ ما، تُفضي إلى طرق مسدودة، فيقودنا ذلك إلى إدراك أنَّ السؤال معقد أكثر مما يجب أو أنه، ببساطة أكبر، يُطرح بطريقة سيئة فلا يكون له جواب! ينبغي حينها إعادة طرحه، وتغيير صياغته، مرّة وأخرى، حتى يُفضي إلى طريق يقود إلى الهدف. وقد يكون هذا تعريفاً آخر ممكناً للعلم: فن تحويل الأسئلة إلى أن يكون لها إجابات. مثلاً: نرى من حولنا أنَّ الأشياء

الثقيلة كلّها تسقط حين تُفلتها. فلماذا لا تقع الأرض؟ دعينا نرى،
بماذا تُحييin؟

- انتظر، دعني أفكّر... حسناً، تسقط الأشياء الثقيلة نحو مركز الأرض،
أليس كذلك؟ إذًا، لا يمكنها أن "تسقط" نحو مركزها هي !
- جيد جدًا، ترين إذًا آنك لا تُحييin عن السؤال، بل تُظاهرين آنه طرح
بطريقة سيئة، ولم تُحييي، لكن يمكنك، بعد ذلك، البدء في طرح أسئلة
أخرى ستكون لها إجابات: إن كانت لا "تسقط"، فهل للأرض، برغم
ذلك، حركة؟ إن كان الجواب نعم، ما الذي يجعلها تتحرّك؟ إلى
ما هناك.

- إنّها، لماذا قلت إنّ العلم هو "فن، إلخ"؟
- من أجل الاستمتاع بصيغة استفزازية نوعاً ما تذكّر بأنّه لا يوجد أسلوب
منهجي وعام للقيام بعمل تحويل التساؤلات هذا. وينبغي هنا أن نفهم كلمة
"فن" بمعنى الحِرفة اليدوية، بمعنى "الفنون والمهن" إن شئت.

معارف غير علمية

- حسناً، لكن إن كان العلم لا يسمح لي بالإجابة عن السؤال الذي
أطّرّه على نفسي، ألا يعني ذلك أنّ هذا السؤال بلافائدة؟
- أنت على حقّ تماماً، من المهم جدًا أن نؤكّد ذلك بصوت عالٍ واضح:
لا يُحييـ العلم عن الأسئلة كلّها. بل أودّ أن أقول حتّى إنّه لا يستطيع
الإجابة إلّا عن عدد محدود نسبياً من الأسئلة قياساً إلى كلّ تلك التي يقابلها

الإنسان في حياته. فكّري قليلاً في الأسئلة التي تطرحينها على نفسك أو التي يطرونهَا عليك أو تسمعنها حولك، غالباً، كل يوم ...

"هل يعجبك هذا الحذاء؟"، "هل تشعرين بالنعاس؟"، "أما زلت صديقة كامي؟"، "هل أحل مسألة الرياضيات الليلة أو أنتظر حتى يوم غد؟" - أجل، صحيح، لا نرى ما قد يفعله العلم هنا.

- وهذا يمس المسائل الأخطر التي نُحمل على طرحها على أنفسنا: "هل يحبّني (تحبّني)؟"، هل ينبغي أنّ أصوات لصالح (أ) أو (ب)؟

- هذا ما يُحيف، فليس لدينا إجابة واضحة. على الأقل في الرياضيات، نعلم أنّه إن كان $A = 5$ ، وب $= 8$ ، حينئذ يكون $B > A$.

- إلا أنّه ثمة أسئلة تكونين على ثقة أحياناً من أنك تعرفين إجاباتها، حتى وإن كانت لا تندرج في إطار العلم. "هل أحبّه؟"، وينتهي بك الأمر إلى معرفة ذلك من غير حلّ معادلة أو القيام بتجربة...

- برغم ذلك، أحياناً في هذه الحالة، لا شيء سوى التجربة يسمح لنا بأن نقرّ!

- أحسنت! كنت بالتأكيد أريد أن أحكي عن تجربة علمية مختبرية... بالمثل، "هل من الأفضل العيش في ديمقراطية أو تحت حكم ديكتاتورية"؟ ثمة أشكال أخرى من المعرفة غير المعرفة العلمية، معارف قد تكون عاطفية أو فنية أو شعرية أو اجتماعية، إلخ. العلم نشاط إنساني من بين نشاطات أخرى، وتعود أهميته تحديداً إلى فرادته وخصوصيتها.

- أود العودة إلى مسألة كدنا لا ننطرّق إليها: مسألة المنفعة العملية للعلوم. لقد شرحت لي أنه لم يكن للعلم النظري تطبيقات تقنية في العصور الإغريقية القديمة؟

- هذا صحيح إلى حد كبير، وقد بقي كذلك فروناً.
والاليوم، لم يعد هذا هو الحال؟

- لا، بالتأكيد. لقد صارت المعرفة العلمية اليوم مهمة للغاية في التقدّم التقني. فهي ما نستخدمه في اختراع وتصنيع أشياء عديدة تسمح لنا بالعيش كما نفعل - وأفضل من أسلافنا. لقد صار العلم مفيداً لحياتنا اليومية: إذ تسهل الأشياء التكنولوجية التي يوفرها لنا حيّاتنا. بفضل الهاتف يمكننا أن نتحدث مع شخص قد يكون بعيداً. بفضل الكهرباء، يمكننا أن نستضيء وأن نتدفّق، وأن تكون لدينا غسّالات وأجهزة أخرى. بفضل اللقاحات والأدوية يمكننا أن نعتني بأنفسنا ونعيش أطول.

- طال ما وجدت صعوبة في تخيل ذلك، حين كنتَ صغيراً، لم يكن لديك تلفاز أو هاتف محمول أو حاسوب...

- لاحظي أنَّ الكثير من أنسُف الأشياء في مختلف المهن - كما في حياتك الشخصية - لا تدين بشيء للعلم. بل ويمكننا القول حتّى - بطريقة ما - إنَّ غالبية الأشياء التي تصنعها البشرية وتستخدمها لا تستند إلى معارف علمية حقاً. لا يحتاج خبازك إلى معرفة الكيمياء التي يصنع الخبز. فمنذ قرون، بل وآلاف السنين، يعرف الناس كيف يصنعون الخبز، قبل أن

تصبح الكيميا علماً بكثير جداً! قلماً يستخدم البناؤون والنجارون والبستانيون وسلسلة كاملة من المهن الحرفية والصناعية المعارف العلمية أو الأشياء عالية التكنولوجيا. وانظري حولك: ما زلت تستخدمن ملابس نسيجية وأثاثاً خشبياً وأواني فخارية وورقاً وأقلام رصاص، وكلّها أدوات أساسية يومية أصلها قديم جداً.

- حسناً، ولكن ثمة أيضاً حواسيب وأفران ميكروويف وأقراص فيديو رقمية. فمتى إذاً تغيرت التكنولوجيا، ولماذا، وكيف؟

- كي نحاول فهم الطبيعة المعقدة للعلاقة بين العلم والتكنولوجيا، لنبدأ بالعودة إلى البعيد جداً، إلى ثلاثة ملايين سنة خلت، إلى أسلافنا

القدماء الذين لم يكونوا قد صاروا بشراً بعد، إلى الأسترالوبি�ثكس^(١) مثلاً. واضح أن أولئك البشر الأوائل ما عادوا قروداً، فهم يستطيعون

المشي مُنتصبين، والأهم أنهم امتلكوا أدوات. ما كانت بالحجارة الجميلة جداً المقطوعة التي صنعها بشر ما قبل التاريخ الأحدث عهداً إنما حصى

مشغولة بخشونة، لكنها، بالرغم من ذلك، أدوات حقيقة. هي تقنية إذاً وعلى مدى تاريخ الأنسنة المتدرّجة، والعبور إلى أنواع تزداد تطويراً،

من الأسترالوبি�ثكس Australopithèque إلى الإنسان المنتصب Homo erectus، ثم إلى الإنسان العاقل Homo sapiens، وصولاً إلينا، تطورت

التكنولوجيا.

(١) أسترالوبيثكس أو القردة الجنوبية: هو جنس من أشباه البشر ويُعد أول من مشى على قدمين قبل ٤.٢ مليون عام. (المترجمة).

- نعم، شاهدت على شاشة التلفاز فيلم حرب النار الذي يُظهر ذلك جيداً.
- حتى وإن كان هذا الفيلم يقدم صورة كاريكاتورية بعض الشيء لما نعرفه عن ما قبل التاريخ... نتعلم إذاً كيف تتحكم بالنار، ثم كيف نزرع النباتات وندرج الحيوانات ونصنع الفخار ونصنّع المعادن. حدث ذلك منذ آلاف السنين. راح البشر يستقرّون بدلاً من التجوّل في الطبيعة والترحال. شرعوا يبنون القرى ويزرعون الحقول ويروّضون الحيوانات ويربّونها. خلال تلك الفترة كلّها، حقّقت التكنولوجيا تطّورات هائلة. وحدثت تلك الابتكارات التكنولوجية وتلك الاختراعات بطريقة تجريبية تماماً وغفوية وبطئية؛ لم يكونوا علماء يتأمّلون ويتساءلون عن سبب اشتعال النار في الأشجار حين يسقط البرق على غابة، وعما إذا كانت ثمة وسيلة لفهم تلك الظاهرة بدراسة النار في مختبرات متخصصة. خلال الجزء الأكبر من تاريخ البشرية، عبر ملايين السنين، تطّورت التقنيّات على هذا النحو من غير الاستناد إلى معارف علميّة حقاً. وهكذا، فإنّ ما يمكننا أن نسمّيه علمًّا، بمعنى نشاط فكريًّا متخصص لا يقوم على التجربة اليوميّة وحدها، قد ظهر فيحضارات التي عرفت الكتابة. ولا تُوغل تلك الحضارات عميقاً جداً في الزّمن قياساً إلى عمر البشرية الذي يبلغ مئاتآلاف السنين. فقد ظهرت قبل أربعة أو خمسةآلاف سنة. غير أنه، حتى في ذلك العصر، حين بُرِزَ العلم، فكان لأسباب لا علاقة لها بنفعه العملي، وقد رأينا ذلك في مثال الحضارة الإغريقية.

من التكنولوجيا إلى العلم والعودة

حسناً إذاً، متى تغير ذلك؟

بما أنك قليلة الصبر، فسأختطى قروناً عديدة كي أصل إلى اللحظة الحاسمة التي أعلنت العصر الجديد: ما حدث في أوروبا في بداية القرن السابع عشر. قبل أربعة قرون، في إيطاليا وفرنسا وبريطانيا وهولندا، توصل الناس إلى الاعتقاد بأن العلم يمكن - بل ينبغي - أن يكون مفيداً عملياً، وأن ذلك سبب لتطويره على نحو منهجي. وسوف تتلاقي هاتان الفكرتان اللتان كانتا منفصلتين في العالم الإغريقي، وهما، من جهة الرغبة في معرفة العالم، ومن جهة أخرى إرادة تغيير العالم. لماذا؟ لأن الذين يؤثرون في العالم، كالحرفيين والتجار الذين كان مسيطراً عليهم حتى تلك الفترة من التاريخ، وكان لهم دور اجتماعي ثانوي، قد حصلوا وضعاً جديداً. في أوروبا عصر النهضة، واكتسبوا سلطةً، وصاروا ما سمي ببورجوازي المدن الأوروبية الكبرى، وأفلتوا نوعاً ما من هيمنة الإقطاعيين. ونتيجة لذلك ما عادت نشاطاتهم العملية واليدوية تُعدّ أنشطة مُبتذلة ومحترفة. وقد ذهب غاليليو، أحد كبار مؤسسي العلم الحديث، في سعيه إلى تطوير العلوم الفيزيائية، إلى موقع العمل في ترسانة مدينة البندقية لمراقبة ما يفعله النجارون والخبالون والحدادون وغيرهم. وخرج من ذلك بأفكار جديدة لعلم الميكانيك الذي سيؤسسها. بدأ يعمل في العلم كما لم يكن خلق كثير قد فعلوا من قبل: لم يكتفي بمراقبة العالم ومشاهدة سقوط الحجارة

والأوراق وتحرك النّجوم في السماء بل أجرى تجاربَ. رصد بنفسه ظواهر طبيعية بفضل أدوات قام ببنائها. بدلاً من مشاهدة حجر يسقط من تلقاء نفسه، جعل كرات صغيرة تتدحرج على منحدر وغير ظروف التجربة ولا حظ وقاس.

لا شك في أنك تحب غاليليو هذا كثيراً!

- أعرف بذلك عن طيب خاطر، ليس فقط لأنَّه كان عبقرية علمية بل أيضاً لأنَّه كان رجل ثقافة، وقد لعب دوراً تاريخياً مهماً - ولأنَّ شخصيته كانت مثيرة جداً للاهتمام. إلا أنه ليس بالتأكيد مؤسس العلم الحديث الوحيد. وأخيراً ارتبط هذا العلم الذي كان إذاً إرث غاليليو ومعاصريه من أمثال ديكارت في فرنسا، ارتباطاً وثيقاً بالتقنولوجيا التي تُخصبه، وسيصبح هذا الارتباط متبادلاً. كتب ديكارت في نص مشهور أنَّ البشر سيكونون بفضل العلم قادرين على أن يصبحوا "سادة الطبيعة ومالكيها". هذه الطبيعة الغريبة علينا، العنيفة بالعواصف والهزّات الأرضية والصقيق وموجات الحرّ، هذه الطبيعة التي تضطهدنا والتي يصعب علينا أن ندافع عن أنفسنا ضدها، سوف نستطيع أن نكِّيفها، وأن نصير "سادتها ومالكيها" بفضل معرفة العلوم الحديثة. في الفترة نفسها كتب المفكّر الإنكليزي فرانسيس بيكون: "المعرفة هي المقدرة". بمقدولة أخرى: إن كنتُ أعرف شيئاً أستطيع أن أفعل شيئاً.

- في القرن الثامن عشر إذاً سيسمح العلم بتطوير التقنولوجيا؟

- لا، ليس بعد، إذ إنّ برنامج بيكون وديكارت هذا، ولا أحد يوضح ذلك جيداً، قد بقي مثالياً تماماً ومن غير تطبيقات عملياً على مدى قرنين. تقدّم العلم في القرنين السابع عشر والثامن عشر: طور علماء كبار مثل نيوتن الكثير من المعارف الجديدة في الفيزياء، وفعل علماء آخرون ذلك في الكيمياء وفي علم الأحياء، إلّا أنّه لم تكن لتلك المعارف إلّا استخدامات قليلة جدّاً. وواصلت التكنولوجيا تطويرها من تلقاء نفسها: لم تستند تحسينات طواحين الهواء أو القوارب على العلم الجديد. ومن هنا جاءت الملاحظة الساخرة نوعاً ما التي أطلقها دالميرت -

أترغرين من هو؟

- نعم، إنّه عالم رياضيّات وأحد أساتذة الموسوعة الكبرى، في القرن الثامن عشر مع ديدرو.

- حسناً، لقد كتب في "الخطاب التمهيدي" للموسوعة المذكورة: "بالرغم من ذلك، وأيّاً كان الطريق الذي يقدر البشر (...) على سلوكه وقد تحمسوا لموضوع مهمٌ مثل موضوع الحفاظ على أنفسهم؛ فسرعان ما تجعلهم التجربةُ وملاحظةُ هذا الكون الواسع يواجهون عقباتٍ لم تتمكنُهم أعظم جهودهم من التغلب عليها، فتحتم على العقلِ المعتادِ على التأمل والطامع في جني بعض الشّمار منه أن يجد حينها نوعاً من المورد في أن يكتشف الغريب فقط من خصائص الأجسام، وهو اكتشاف لا يعرف حدوداً".

"في الواقع، إذا كان عدد كبير من المعارف الممتعة يكفي لمواساتنا عن الحرمان من حقيقة مفيدة فيمكننا القول: إن دراسة الطبيعة حين تمتنع عن مدّنا بما هو ضروري، تُعدق علينا المتعة، على الأقل: إنه نوع من فائض يعوّض - ولو بطريقة منقوصة جداً - ما نفتقر إليه.

"إضافة إلى ذلك، في ترتيب احتياجاتنا وأهداف عواطفنا، تتحلّ المتعة واحداً من أولى الأماكن، ويكون الفضول حاجةً لدى من يعرف كيف يفكّر، ولاسيّما حين يحرّك تلك الرغبة القلقة نوعًّ من الغيظ سببه عدم القدرة على إرضاء الذّات تماماً. لذلك فنحن مدينون بعدد كبير من المعارف الممتعة ببساطةٍ لشعورنا المؤسف بالعجز عن الحصول على المعارف التي قد تكون أحوج بكثير إليها."

بتعبير آخر، إن لم نستطع استخدام معارفنا، فلنستفد على الأقل من متعة التّفكير التي تمنحنا إياها. سيتحتم الانتظار حتى نهاية هذا القرن الثامن عشر وبداية التاسع عشر، حتّى يستطيع العلم أخيراً تخصيب التكنولوجيا - بالكاد قبل مئتي سنة - إذًا. ومن تلك اللحظة سار كلّ شيء بسرعة كبيرة جداً، ولاسيّما في الكيمياء أوّلاً ثمّ في الكهرباء والمعنطيسية، والإلكترونيات والطاقة النووية في القرن العشرين، وفي العلوم البيولوجية التي لها تطبيقات عديدة اليوم. لكن عليك أن تفهمي جيداً أنّ هذا العالم العلمي التكنولوجي الذي نعيش فيه حديث جداً قياساً إلى تاريخ البشرية.

- إذاً حين يقولون لنا طوال الوقت: إنَّ هدف البحث العلمي الرئيس هو تحفيز الابتكار التكنولوجي والصناعي، فما ذلك بالأمر البديهي؟

- وأقلَّ ممَّا تظنُّين حتَّى! لأنَّه حين حاول الفيزيائيُّون في القرن التاسع عشر أن يفهموا تكوين الذرَّة، واكتشفوا النواة الذريَّة والقوى الهائلة التي تحتويها ولم تكن معروفة حتَّى ذلك الوقت، فهم لم يفعلوا ذلك إطلاقاً كي يتمكُّنوا من صناعة المفاعلات النووية والقنابل. حتَّى إنَّهم ظنُّوا مستحِيلاً تحرير الطاقة النووية واستخدامها. في ثلاثينيات القرن العشرين أُعلن فيزيائي بارز جدًا، رذرфорد، وهو من اكتشف النواة الذريَّة، أنَّ البشرية لن تتمكُّن أبداً من السيطرة على تلك الطاقة. وكان مخطئاً تماماً، فما كادت خمس عشرة سنة تمضي حتَّى انفجرت القنابل الذريَّة فوق هiroshima وnagasaki. وأعطيكِ مثلاً آخر، حين اكتشف آينشتاين في عام ١٩١٧ ذاك التأثير الكمي الذي نسميه بـ "الانبعاث المحفَّز للإشعاع"، ما كان ليتصوَّر حتَّى أنَّ ذلك سوف يقود في خمسينيات القرن العشرين إلى اختراع الليزر. إنَّ مخترعي الليزر الذي كانوا يعدُّونه، قبل أيِّ شيء، أدَّاءَ بحث علمي هشَّةً ومعقدةً وغاليةً، لم يتتصوَّروا أكثر من ذلك، وأنَّه، مع حلول نهاية القرن، سوف يُستخدم هذا الجهاز المصغَّر الذي ما عاد يساوي أكثر من بضعة يوروبيات، في قراءة الموسيقى المسجَّلة على أقراص مُدمَجة.

- إن فهمتُ على نحو صحيح، فهل يعني ذلك أنّهم كانوا يقومون بالبحث من غير التفكير في تطبيقاته الممكنة، ولم يتساءلوا إلّا بعد حين عِمًا إذا كان من الممكن استخدام نتائجه؟
- كان الأمر كذلك إلى حدّ كبير في القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين، إلّا أنّ مرحلة جديدة بدأت خلال الحرب العالمية الثانية. واتضح أنّه جرى في عام ١٩٣٨، اكتشاف ظاهرة انقسام النوى الذريّة، التي تسمح بتحرير الطاقة النووية.
- لقد حدّثونا قليلاً عن ذلك في المدرسة، لكنّني لم أفهم حقًا.
- الانشطار كسرٌ. وبكلمتين، إذا اصطدم نترون بنواة ثقيلة (كاليورانيوم أو البلوتونيوم)، تحطم تلك النواة وحصلنا في النهاية على نواتين أخفّ وزناً ونترونين أو ثلاثة. وبدورها ستكون تلك النترونات قادرة على كسر نوى ثقيلة، وهكذا دواليك. يمكن لذلك أن يتسبّب بتفاعل سلسلي، وستتضخّم الطاقة الأوليّة المتحرّرة من انشطار نواة واحدة، وهي طاقة صغيرة جدًا على قياسنا، بنسبة هائلة. وعلى هذا النحو نحصل من كمية معينة من مادة، على ابتعاث للطاقة أكبر بكثير مما تعطيه جميع العمليات المعروفة الأخرى، من احتراق أو صدمة، وما إلى ذلك.
- ذلك أشبه بانهيار ثلجي على نحو ما؟
- تماماً. ولأنّ هذا الاكتشاف قد تزامن عملياً مع بداية الحرب العالمية الثانية، فسوف تطلب السلطة السياسيّة والعسكريّة، ولاسيّما في الولايات المتحدة، من الفيزيائيين أنفسهم أن ينخرطوا في التنفيذ التقني

لقنابل من نمط جديد ولها قوّة لم يكن تصوّرها ممكناً حتّى ذلك الوقت. لم تكن تلك أَوّل مرّة تماماً يُطبّق العلم فيها مباشرة لأغراض عسكريّة. فقد سبق أن استُخدمت الكيمياء خلال الحرب العالمية الأولى من أجل صناعة غازات للقتال، لكن لم يكن ذلك على المقياس نفسه إطلاقاً.

إلا أنّ الطاقة النوويّة لا تُستخدم في صناعة القنابل فقط؟

- لا، بالتأكيد. منذ ما بعد الحرب، بُدئ ببناء المفاعلات النوويّة القادرة على توفير الطاقة للأغراض المدنيّة. تعلمين، مثلاً، أنّ ثلاثة أربع كهربائنا في فرنسا تُنَتج على هذا النحو، وقد سمعت عن كل المشكلات التي يطرحها ذلك.

- بالتأكيد، بعد كارثة فوكوشيميا.

إن شئت، دعينا نترك جانبًا مسألة مخاطر الطاقة النوويّة، التي لا تتبع فقط - وقد أقول حتّى لا تتبع أساساً - لاعتبارات علميّة بحثه، بل تتبع قبل أيّ شيء مشكلات تقنية (صلابة الخرسانة، مقاومة الأنابيب، الخطوط الزلزالي)، واقتصاديّة (أسعار الوقود، تكلفة الصيانة والتفكيك)، وبيوليسيّة (أمن الواقع، مخاطر الانتشار).

ما أودّ أن تفهميه هو آنه - ومع نجاح البرنامج النووي، إن جاز القول - سيتكثّف اقتران العلم بالเทคโนโลยيا. وبدلًا من انتظار الاكتشافات العلميّة من أجل تطبيقها سيتمّ توجيه البحث وتحفيزه كي يوفر معارف قابلة للتطبيق.

وسيمّول العسكريون والصّناعيُّون على حدّ سواء العملَ العلمي، على نحو كبير، كي يتمكّن من زيادة القوّة المسلحَة وتزويد الأسواق بالسلع الاستهلاكية عالية التقنيّة. سيتلقّى العلم المزيد من الأموال وسيزداد عدد الباحثين وسيتمكّنون من بناء أجهزة تزداد كبراً وتعقيداً ومن القيام بأبحاث على نطاقٍ واسع جداً - ما يُسمّى بالعلم الكبير Big Science، أو العلم الثقيل.

- لكنّ ذلك مدهش، أليس كذلك؟
- بالتأكيد، فذلك يسمح بالقيام بأبحاث لم يكن من الممكن تخيلها من قبل، من خلال بناء مُسرّعات جزيئات ضخمة وإطلاق تلسكوبات (مناظير) في الفضاء وباستخدام أجهزة كومبيوتر فائقة القوّة لفك رموز المورّاثات البشريّة، وما إلى ذلك. إلا أنّ ذلك يغيّر طبيعة العلم نفسها. هل تتذكّرين أنّنا تحدّثنا عن الصّرامة؟ حسناً، كان أحد المعايير الكلاسيكيّة للصّرامة العلميّة هو معيار القابلية للتكرار. درجة عادة التأكيد على أنّه كي يتمّ قبول نتائج أي تجربة علميّة، يجب أن تكون قابلة للتكرار حسب الرغبة، وينطبق هذا الأمر على معظم تجارب العلوم التقليديّة، تجرب باسكال على الضغط الجوي، وتجرب باستور على التوالد العفو... إلخ، إلا أنّ استخدام الأجهزة الضخمة التي ذكرتها مُكلّف للغاية، وثمة ضغط كبير للمضي قدماً والقيام بتجارب جديدة، بحيث لا تتوفر حقاً إمكانية إعادة التجارب السابقة. برغم

ذلك، لا أقول إن كل تلك التجارب مشكوك فيها، لكن ببساطة أن ترى هنا أيضاً مثلاً على طريقة تطور طبيعة العلم.

الحرّية أو مردوديّة البحث؟

بالرغم من ذلك، يبدو أن هذا التطور يُقلقك كثيراً؟
نعم، لأن المشكلة الأخطر هي التالية. يوفر المجتمع موارد مهمّة للعلماء، لكنه يتطلب منهم، في المقابل، تقديم معارف مفيدة وبسرعة؛ كي تُصنع منها أدوية جديدة، مواد جديدة، أسلحة جديدة، وما إلى ذلك. والآن، تذكرين أنه وخلال زمن طويل كان العلماء يرمون إلى فهم الطبيعة من غير أن يتساءلوا مقدماً عما إذا كان ذلك مفيداً ولا ينبع عنه غرض. لذلك كانوا يستطيعون العمل بحرّية فكريّة كبيرة. إلا أنه، ومنذ أن صار لزاماً عليهم أن يحقّقوا نتائج قصيرة الأجل لم تعد لديهم إمكانية القيام ببحث حرّ لا غرض من ورائه، لتطوير أفكار جديدة تماماً تحتاج عادةً الكثير من الوقت كي تنضج.

أهذا السبب كثيراً ما نسمع علماء يطالبون باحترام "حرّية البحث"؟ تماماً. إلا أنه لا يمكن للمرء أن يأمل الحصول من الدولة أو من شركات على إمكانات مالية كبيرة من غير أي مقابل. ثمة اليوم خطر حقيقي بأن يجري التخلّي عن بعض الأبحاث. ولا أحد يعرف حقاً كيفيّة حلّ هذا التناقض بين حرّية البحث وتتكلفته.
وهذا يعاكس المثل القائل: "لا ضير في الوفرة".
لعلّ من الأفضل القول: "المال لا يصنع السّعادة".

إن كنتَ تعتقد أنّ إنتاج أفكار جديدة وأصيلة يزداد صعوبة أفلًا يعني ذلك، إلى حدّ ما، إمكانية أن يتوقف البحث العلمي تماماً؟

حسناً، يبدو لي ذلك احتمالاً ينبغي أن يُحمل على محمل الجدّ، ليس بمعنى أن تُغلق المختبرات ويُخرج الباحثون من العمل، إنّما إمكانية أن يذبل البحث العلمي إلى أن يختلط مع الابتكار التقني قريباً. إضافة إلى ذلك بات عدد من التطورات التكنولوجية يتمّ بطريقة تجريبية إلى حدّ ما، من غير فهم حقيقي لأسسها النظرية. ونعود بطريقنا إلى الوضع الذي كان قبل الثورة العلمية في القرن السابع عشر، حيث أنجزت تطورات تقنية كبيرة جداً من غير الاعتماد على تقدّم معرفي. ربّما نحن في نهاية مرحلة مُميّزة واستثنائية في التاريخ استطاعت فيها الإنسانية - جزء صغير من الإنسانية - أن تقوم بمشروع فهم العالم ومهمة العمل عليه.

يصعب على حقاً أن أتخيل مجتمعاً لا تعود فيه معرفة العالم قيمة أساسيةً. بالرغم من ذلك فإنّ فصول تاريخ الحضارات الكبيرة الأخرى التي كان العلم فيها (بأشكال مختلفة) قيمة أساسية، مثلما تقولين، لم تدم إلا بعض الوقت ثمّ توقفت. يمكن أن نتحدث عن العلوم العربية - الإسلامية أو عن العلوم الصينية، إلا أنّ الحالة الأكثر لفتاً للانتباه والأكثر ارتباطاً بثقافتنا هي حالة العلوم الإغريقية التي سبق أن تحدّثنا عنها. لا بدّ وأنّك تعلمين أنّ اليونان القديمة، يونان أثينا والمدن

الأخرى، التي ستستمر في الفترة الهلنستية مع الإسكندرية، قد غزتها

روما في القرن الثاني قبل الميلاد.

نعم، علّمونا ذلك، لكن تعلّمنا في المقابل أيضاً، أنَّ الثقافة الإغريقية

ستفرض نفسها في روما.

هذا ما كتبه الشاعر هوراس في القرن الأول قبل الميلاد: "إنَّ اليونان

المعزولة قهرت غازيها الشرس وحملت الفنون إلى لاتسيو^(١) المتوحش."

نتيجة لذلك، تشرب الرومان الثقافة الإغريقية - أدبها وأساطيرها

وفنونها وفلسفتها وهندستها المعارية. لكن ماذا عن علومها؟ سأطرح

عليكِ سؤالاً: اذكري لي بعض علماء الإغريق.

سهل: ذكرنا طاليس وفيثاغورث، لكن عندنا أيضاً إقليدس

وأرخميدس...★

وكثيرون آخرون: هيبارخوس، إراتوستينس، هيرون، بطليموس، كي

لا أذكر إلا بعض الأسماء المعروفة. إنَّها هلا ذكرت لي بعض كبار

العلماء الرومان؟

أعجز عن الإجابة..

لسبب وجيه: لم تُبذر الثقافة الرومانية إلا القليل من الاهتمام بالعلوم

الأساسية! لم تؤخذ العلوم الإغريقية وتُنقل إلا بعد قرون عديدة، على

يد العلماء العرب - المسلمين، ثمَّ الأوروبيين.

هل تعتقد إذاً أنَّنا ندخل حقبة على الطريقة الرومانية؟

(١) أحد الأقاليم المكونة للأراضي الإيطالية، ويضمّ العاصمة روما. (المترجمة)

- ليست المقارنة دليلاً، لا أريد أن أثبّط عزيمتك، لأنني أتمنى أن يتمكّن
جيّلكم من تجنب هذا الانحطاط.

إلى أين يمضي العلم إذاً؟

- كيف تعتقد الخروج من هذا المأزق ممكناً؟

ربّما ينبغي أوّلاً أن نعدّ السؤال: (بعد كلّ شيء،رأينا أنه هكذا يكون
العلم)، وأن نطرح على أنفسنا لا سؤال "ما فائدة العلم؟ إنّما "الفائدة
من هو؟". الجواب غامض: قد يكون لرفاية البشرية جماء، ولكن
لمصلحة أقلّية صغيرة جداً، حتى لأعمال عنفٍ ترتكبها بعض الجماعات
البشرية في حقّ آخرين. لتجنب أن تكون للعلم آثار سلبية على المجتمع،
نحتاج فهـماً أفضـل لدورـ الذي يـلـعبـ فيـ المجتمعـ. ومرة أخرىـ، كانـ
برـتـولـتـ بـريـختـ منـ أـجـادـ الكـتابـةـ عنـ ذـلـكـ، حتـىـ قـبـلـ الحـرـبـ العـالـيـةـ
الـثـانـيـةـ وـهـيـرـوـشـيمـاـ: "كلـماـ اـنـتـزـعـنـاـ أـشـيـاءـ مـنـ الطـبـيـعـةـ بـفـضـلـ تـنـظـيمـ الـعـمـلـ
وـالـاـكـتـشـافـاتـ الـكـبـرـىـ وـالـاـخـتـرـاعـاتـ اـزـدـدـنـاـ، عـلـىـ مـاـ يـبـدوـ، سـقـوـطاـ فيـ
انـعـدـامـ أـمـنـ الـوـجـودـ. يـبـدوـ أـنـنـاـ لـسـنـاـ مـنـ يـسـيـطـرـ عـلـىـ الـأـشـيـاءـ بـلـ الـأـشـيـاءـ
هـيـ التـيـ تـسـيـطـرـ عـلـيـنـاـ، إـلـاـ أـنــ هـذـاـ الـظـاهـرـ يـظـلـ قـائـماـ لـأـنــ بـعـضـ الـبـشـرـ
يـسـيـطـرـونـ مـنـ خـلـالـ الـأـشـيـاءـ عـلـىـ بـشـرـ آـخـرـينـ.

"لن نتحرّر من القوى الطبيعية إـلـاـ حـينـ نـكـونـ قدـ تـحرـرـنـاـ مـنـ عـنـفـ
الـبـشـرـ. إنـ أـرـدـنـاـ أـنـ نـسـتـفـيدـ كـبـشـرـ مـنـ مـعـرـفـتـنـاـ الطـبـيـعـةـ فـيـلـزـنـاـ أـنـ نـضـيفـ إـلـىـ
مـعـرـفـتـنـاـ الطـبـيـعـةـ مـعـرـفـتـنـاـ المـجـتمـعـ".

ما يعجبني كثيراً في هذا الاقتباس هو أنّه يعكس اتجاه العلاقة التي نقيمها عادة بين العلوم الطبيعية والعلوم الاجتماعية حين نعتقد أنّ الأولى أكثر تقدّماً وربما ينبغي أن تستفيد الثانية منها. أعتقد، على عكس ذلك، أنّ الفيزيائيين والكيميائيين وعلماء الأحياء وغيرهم، أكبر حاجة اليوم إلى علماء الإنسانيات وعلماء الاجتماع والاقتصاديين، وما إلى هنالك - وإلى الفلسفه بالتأكيد - من العكس.

- إذن، ليس اهتمامي بالرياضيات والفلسفة، بالفيزياء واللغة الفرنسية، مضيعة للوقت؟ إذ غالباً ما يسألونني عما إذا كانت ميولي أدبية أو علمية، وأجد حرجاً شديداً في الإجابة.

- حاوي جهدك ألا تحبي! وإن استطعت فلا تختاري، أو أجي اختيارك قدر الإمكان، إلى حين تستطيعين القيام بذلك عن علم. وسواء ذهبت في هذا الاتجاه أو ذاك، أو في اتجاه آخر مختلف تماماً، فسيكون من الثمين جداً أن يكون عندهك أوسع مجال رؤية ممكن. برغم ذلك، فإن اختيارك مهنة فنية أو تجارية أو أي مهنة غير ذلك، لا يعني أنّ عليك أن تنسى كل شيء عن العلوم! لحسن الحظ أنه - ومثلكما يستطيع العلميون أن يكونوا هواة موسيقى أو مسرح - فإنه في إمكان الأدباء أن يكونوا هواة علوم! حتى إن بعض العلوم، مثل علم الفلك أو علم النبات، في حاجة كبيرة إلى ما يقدمه لها الهواة.

- على الرغم من ذلك، أشعر بشيء من الاضطراب. لقد بدأت شرحت لي بأنّه يمكن للمرء أن يجد كثيراً من المتعة في العلوم، وها أنت تنتهي إلى القول: إنّها قد تختفي. اعترف بأنّ ليس في ذلك ما يشجّع كثيراً!
- أنت على حقّ، قد أكون متشارقاً أكثر مما ينبغي. حمّلي ذلك على عاتق سنيّ، واحتفظي بتفاؤل سنّك.
- أديك إذاً أمل في المستقبل القريب؟ ما الذي قد تتوقعه من الأبحاث المستقبلية؟
- أولاً، ثمة بعض الأسئلة الكبيرة المفتوحة التي ربما تشهد العقود المقبلة بروز إجابة عنها. بعضها ملموس جدّاً: أن يكون ثمة فهم أفضل لبعض الظواهر الحيوية بطريقة تمكّن من علاج السّرطان مثلاً. وبعضها الآخر مجرّد لكنه يشكّل تحديات فكريّة حقيقية، وهكذا ثمة في الرياضيات حدسيّات - أي فرضيّات - يسهل جدّاً ذكرها لكن يصعب جداً إثباتها.
- هل لك أن تعطيني مثالاً؟
- هل تعرفين ما هو "العدد الأولي"؟
- نعم، هو عدد لا يمكننا تقسيمه مثل ٧ أو ٤٣.
- حسناً، تنصّ حدسيّة غولدباخ التي تعود إلى القرن الثامن عشر، على إمكانية أن يُكتب كلّ عدد زوجي على أنه مجموع رقمين أوليين! يمكنك التتحقق من ذلك بسهولة على أعداد غير كبيرة جداً. هلا جربت

مع ١٠؟

- سهل جداً، إنّه يساوي ٥ + ٥.

- وأيضاً ٣ + ٧، لا تقول الحدسية: إنّ ثمة طريقة واحدة للقيام بذلك،

- هي تقول: إنّ ثمة دائمًا طريقة على الأقلّ. ماذا عن ٤٢؟

- هل فعلت ذلك عمداً؟

- عفواً، لم أفهم قصدك.

- كيف ذلك، ألا تعرف الـ H2G2؟

- لا، ما هو؟

- !Hitchiker's Guide to the Galaxy^(١) هو دليل المسافر إلى المجرّة

- وماذا في ذلك؟

- حسناً، في كتاب العبادة ذاك، الـ ٤٢ هو الإجابة عن "السؤال الأكبر

- حول الحياة والكون وكلّ شيء". المشكلة الوحيدة هي في أن لا أحد

- يعرف بالضبط ما هو ذاك السؤال...

- خسارة! لكن لنعد إلى السؤال الأبسط، لحسن الحظ، حول تحليل العدد

- ٤٢ إلى أعداد أولية.

- لنـ... ١١ + ٣١ مثلاً، أو ٥ + ٣٧.

- جيد. وأيضاً ٢٩ + ١٣، أو ٢٣ + ١٩... إلّا أنّنا لا نعرف كيف ثبت

- أنّه يمكننا العثور على مثل هذه التحليلات لأيّ عدد زوجي، مهما كبر!

- وما الفائدة؟

(١) دليل المسافر إلى المجرّة: سلسلة روايات خيال علمي كوميدي ألفها الكاتب

الإنجليزي دوغلاس آدمز. (المترجمة)

- ربّما لا أكثر من إثبات أنّ العقل البشري قادر على القيام بذلك، وكذلك إثبات أنّ الجسم البشري قادر على قطع ١٠٠ متر في أقلّ من ١٠ ثوانٍ. وربّما أيضاً أنّ هذا البرهان سيعطي صياغة أدوات رياضياتية جديدة تسمح بحلّ الكثير من المشكلات الأخرى.
- هكذا إذًا، يبدوا لي أنّه، في ما يتعلّق بالـ H2G2 ونكتة الـ ٤٢، ثمة ما ينقص العلم، إنّه المزاح. هل أنا مخطئة؟
- بالطبع! لدى البشر جميّعاً حسّ الفكاهة - حتّى وإن لم يكن للكلمتين اشتقاد لفظي مشترك - علماء كانوا أو سواهم. بالتأكيد فإنّ نكاتهم المهنية لا تُضحك غيرهم.
- مع ذلك، هلّا رويت لي إحداها؟
- حسناً، لكنّها لن تُضحكك إلّا حين تصيرين في الشهادة الثانوية. إليك هذه: x^2 على مركب، سقط x في الماء، ماذا بقي؟
- أعتقد أنّه ينبغي إلّا أجيب b^2x . فما يكون الجواب إذًا؟
- حسناً، إنّه $2x$ ، لأنّ القارب انحرف^(١)... حسناً أعلم أنّها ليست مسلّية، لكن ستبتسمين حين تتعلّمين معنى الاشتقاد في الرياضيات.
- أليس لديك أفضل منها؟

(١) تعتمد النكتة في اللغة الفرنسية على تلاعب باللفظ، حيث يستخدم فيها فعل dériver وله معنيان: المعنى الأول انحراف القارب، والمعنى الثاني الاشتقاد في الرياضيات (المترجمة).

- بل، لدى واحدة أحّبّها كثيراً. فيها نيلز بور، وهو فيزيائي دانمركي كبير من فيزيائيي القرن العشرين، فكّر كثيراً في دور ذاتية العالم. ويُقال: إنّه دعا أحد زملائه إلى المزرعة التي يمتلكها في الريف. حين وصل زميله شاهد حدوة حصان معلقة فوق الباب فاستغرب قائلاً: "كيف هذا؟ هل ستقول لي، أنت نيلز، رجل العلم وصاحب الفكر العقلاني، إنّك متظير وتومن بأنّ حدوة الحصان تجلب السعادة؟ فأجابه بور: "لا بالتأكيد، لا أؤمن بذلك. لكن يبدو أنّ هذا ينفع حتّى حين لا نؤمن به".

- لا بأس بهذه! إلّا أنها تعيينا إلى مسألة المعتقدات التي كنتُ أريد أن أطرحها عليك. قبل مدة، حدّثتنا المدرّسة في حصّة علوم الحياة والأرض، عن داروين وعن نظرية التطّور. حينها، قال لها طالب متدين للغاية: إنّ تلك نظرية خاطئة ومضلّلة لأنّ الله هو الذي خلق كلّ أنواع الحيوانات دفعة واحدة. أجابته المدرّسة: إنّ التطّور كان نظرية أثبتت علمياً، وإنّ ذلك كان كافياً لاستبعاد الاعتراضات الدينية. وقد أثار ذلك الكثير من المناقشات بيننا حول العلم والدين.

- وما كانت مواقف مختلف الأطراف؟

قال بعضهم: إنّ كون العلم يثبت حقائق مخالفة لما تؤكّده الأديان يكفي لإثبات أنّ الله غير موجود وإنّه ينبغي التخلّص من الأديان. وقال آخرون: إنه في إمكاننا أن نؤمن بالله ونقبل العلم في آن معاً، حتّى وإن كان ذلك يعني أن نغّير أو نُلغي بعض ما تؤكّده الأديان، فيما أبدى آخرون تأييدهم للطالب الذي اعترض، وقالوا: إنّ الحقائق العلمية

- ليست مطلقة - مثلما قلت أنت نفسك -، وإنّه نتيجة لذلك، فسوف تكون الكلمة الأخيرة للدين. ما رأيك في ذلك؟
- بالتأكيد، لست أؤمن أنّ الله خلق العالم مثلما هو في ثانية أو في سبعة أيام. وبشأن مسائل مثل نظرية التّطوّر، فإنّ الغلبة للمعرفة العلميّة، لقدرتها تحديداً على تصحيح نفسها ليس إلا. لذلك فإنّ أيّ شكل من أشكال الدين يدّعى أنه يفرض إجابات لا يمكن دحضها عن أيّ مسألة من المسائل يبدو لي بغيضاً، لأنّه يقتضي التخلّي عن العقل النّقدي، ويؤدّي إلى ديكتاتوريات فكريّة حقيقية، وغالباً ما تكون سياسية في الوقت ذاته.
- تقول: "أيّ شكل من أشكال الدين"، لكن هل هناك أشكال أخرى؟
- أجل، بالتأكيد. يمكن للمرء أن يؤمّن بإله، أو بعدة آلهة، على أمل أن يقدم الدين قواعد للسلوك الأخلاقي. يمكن أيضاً أن يجد المرء فيه عزاءً أمام صعوبات الحياة والخوف من الموت. وما زال في إمكاننا أن نعترف له بالقدرة على السّمو بالعقل البشري وإنتاج أعمال فنيّة وحتى فلسفية عظيمة. ولا تتطلّب هذه الأبعاد كلّها أن يتدخل الدين في المعرفة العلميّة. حتى وإن كنت لا أشارك أيّاً من تلك الميول الدينية فإنّني أحترمها، لكنّني أطلب بالمثل من المؤمنين أن يحترموا عدم إيماني!
- هل ستُخطئ إذاً الطالب المتعصّب والمُدرّسة العقائدية (الدوغمائية) في الوقت ذاته؟

- قطعاً، وعلى أي حال، أعتقد أن حاجة علمية حصرأً لن تكفي فقط لتقديم حجج مقنعة لمناهضة الدين.
- إلا أنني أعود إلى المسائل العلمية المفتوحة. هل ثمة الكثير منها؟
- نعم، الكثير جداً، ولا سيما واحدة قد تكون لها تداعيات فلسفية هائلة: هل ثمة حياة على كواكب أخرى؟
- كائنات فضائية؟
- صحيح، حتى وإن لم تكن أشكال حياة ذكيةً وتواصلية مثل الكائنات الفضائية الصغيرة، حتى وإن لم نكتشف في البداية إلا أنواعاً من الميكروبات، فقد يغير ذلك تماماً رؤيتنا لمكاننا في الكون! من الممكن جداً أن تشهدى في حياتك مثل هذا الاكتشاف العظيم، وربما شاركين فيه.
- هذا أمر يستهويوني! ربما عملت في الفيزياء الفلكية وعلم الأحياء في آن واحد!
- لكن، في ما بعد، أو بالأحرى في ما دون هذه المسائل المطروحة في العلم، ثمة مسائل تطرح حول العلم آمل أن يساعد جيلكم في حلّها.
- مثل ماذا؟
- سبق أن تحدثنا عنها. وإليك بعضاً منها كما ترد إلى ذهني. كيف يمكن التحكم ديمقراطياً في تطور العلوم والتكنولوجيا؟ كيف تُعطى المعرفة العلمية وسائل تطورها من غير أن يجري إخضاعها لمتطلبات الربحية الاقتصادية؟ كيف يمكن التوفيق بين بحث منزه عن الغايات وبحث

مفید؟ كيف السبيل إلى إعادة الروابط بين العلوم والثقافة؟ كيف يمكن إدخال المتعة في تعليم العلوم؟ كيف يمكن تجنب العقلانية العلمية أن

تصبح عقائدية؟

أوه، إنه برنامج عمل!

أعتمد عليك للمساهمة فيه! وفي انتظار ذلك، ما رأيك لو راقبنا السماء

هذا المساء؟

أوه، نعم، أتمنّى نستطيع مشاهدة المذنب الذي يمر؟

هياً، سوف أخرج المنظار.



الميّة العامة السوّرية للكتاب

فَلَمْ يَرَنْ

الصفحة

٦	هل العِلم رياضة جماعية؟
٨	"أيتها الرياضيات الصارمة"
١٢	"الضلالات المقدّسة، أمّهات (...) الحقيقة"
١٦	العمل و/هو المتعة
٢١	معرفة التاريخ، تشعرك بالرغبة!
٢٤	عالم الأفكار
٣١	أفضل من هاري بوتر!
٣٤	لا نسيبي (لا عقلاني) معقول
٤٣	من الذرّات إلى الكائنات الفضائية
٥١	ماذا تخبئ هذه الكلمات البربرية؟
٥٧	لماذا كلّ هذه العلوم؟
٦٢	هل الموضوعية والصرامة مستحيلتان؟
٦٩	معارف غير علمية
٧٤	من التكنولوجيا إلى العلم والعودة
٨٢	الحرّية أو مردوديّة البحث؟
٨٥	إلى أين يمضي العلم إذًا؟
٩٤	الفهرس

جان مارك ليفي لوبلون (١٩٤٠ -)

- عالم فيزياء وكاتب مقالات فرنسي؛
- أستاذ في جامعة باريس السابعة وفي نيس.
- نشر العديد من المقالات حول أعماله البحثية التي تتناول على نحو أساسى الفيزياء النظرية والرياضياتية، والابستمولوجيا؛
- أسس ويدير مجلة Alliage (ثقافة وعلوم وتقنية)، وكذلك جمادات "إعادة" وضع العلم في الثقافة".

الهيئة العامة
السويسرية للكتاب

سلام مخائيل عيد

- مترجمة سورية معاصرة؛
- من مواليد مشتى الحلو عام ١٩٦٨.
- تحمل إجازة في اللغة الفرنسية وأدابها، وتعمل في مجال الترجمة عن الفرنسية والإسبانية.
* من أعمالها المترجمة:
 - من حكايات الشعوب - قصص للأطفال - مترجم عن الفرنسية - إصدار وزارة الثقافة ٢٠٠٥؛
 - غاستون باشلار، مقالات - مترجم عن الفرنسية - إصدار وزارة الثقافة ٢٠٠٦
 - مختارات قصصية من أمريكا اللاتينية - مترجم عن الإسبانية - إصدار الهيئة العامة السورية للكتاب؛
 - العديد من المقالات والقصص والدراسات في صحف ودوريات متعددة.

م ٢٠٢٣