جورج ي. پالد

تيارات العبقرية

لو عدنا ببصرنا عبر السنوات الخمسين المنصرمة، لكان بوسع كل مشارك وكل ضالع في هذه التجربة المدهشة أن يقول، أنا أيضاً كنت شاهداً على تفتح الزهرة الذهبية بأكمل بهائها.

جورج ي. پالِد، 1993

إن إحدى أهم الخصائص الفذة التي يمتاز بها النوع البشري، هي بلا ريب قدرته على الإبداع، أعني قدرة الدماغ البشري على إيجاد حلول لكل أنواع المعضلات، بِدءاً بأقدمها وأبسطها على ما يبدو (كالتواصل الكلامي وصنع الأدوات) وانتهاء بأحدثها وأعقدها (مثل شطر الذرات ودمجها أو الهندسة الوراثية أو التحكم في حركة البروتين والأغشية داخل الخلية).

يجري التعبير عن الإبداع لدى البشر بشكل غير متسق إلى حد بعيد. ونحن نولي اهتمامنا في المقام الأول للمستويات العليا للإبداع نظراً لكونها أقوى ما يؤثر على المدنيات الإنسانية. وبالإضافة لحل المعضلات، يتعرف العقل المبدع إلى معضلات جديدة نتيجة لحوار دائب مع العالم من حوله. فإذا

كان هذا هو تعريف الإبداع، فإن الإبداع عندها يقتصر، من الناحية الجوهرية، على الجنس البشري.

الإبداع كامنٌ في الجينات.

الإبداع هو ظرف وراثي بشري:

إن قسماً كبيراً من المجين البشري human genome لا بد وأن يكون ضالعاً في وضع مخطط الجسم أثناء التطور، كما هو الحال بالنسبة للمخلوقات الأخرى التي خرجت من بوتقة التطور، الديدان والذباب والفئران. العدد الإجمالي للجينات في المجين البشري ما يزال مجهولاً، وتراوح التقديرات بشأنه مابين 50 000 و100 000. والجينات التي تم، حتى اليوم، وضع خرائط لها والتعرف عليها وترتيب تسلسلها لا تتجاوز بضعة آلاف، يقوم معظمها بترميز encode البروتينات «التي تسيِّر الأمور» التي توجد بشكل أساسي في خلايا الجسم كافة، أو بروتينات بعض الخلايا المتخصصة (المتمايزة)، كتلك الخلايا الموجودة في العضلات أو الغدد. للبشر، كما للديدان والذباب والفئران، جيناتهم الخاصة المسماة جينات homeotic أي الجينات التي تتحكم في مراحل التشكيل المعقد لدى مستهل تكوُّن الجنين. وبعد هذه المراحل الأولى من التطور بإمكاننا الافتراض بأن الأمر يتطلب جينات أخرى كثيرة من أجل التركيب الصحيح لكل عضو من الأعضاء البشرية. قد تتملّكُنا الدهشة لدى التفكير بعدد الجينات اللازمة للتحكم في تطور

الدماغ البشري، وهي عملية تشمل عدداً كبيراً من العصبونات neurons وعدداً كبيراً من التفاعلات المتبادلة بين خلية وأخرى، والكثير من الدارات المهمة وظيفياً أو تلك ذات التأثير الحاسم. (انظر الفصلين الخاصَّيْن بفننغر وستيڤنز).

قد يكون الإبداع الراقي عبارة عن وضع جيني ذي عوامل كثيرة (تُمكن مقارنته ولكن بمعنى إيجابي بمرض وراثي متعدد العوامل)، وضع منطوٍ على التفاعل الإيجابي المتبادَل لعدد ضخم من الجينات. ولنا أن نتخيل أنه بسبب توليفة مناسبة من الجينات، يكتسب شخص ما مزيداً من نقاط التشابك العصبي synapses، وقدراً أكبر قليلاً من الوصلات في مجموعة الدارات الدماغية، وقد يعني ذلك قيام المزيد من التعديلات الدقيقة في مجموعة الدارات هذه (راجع فصل بفننغر في الجزء الثاني). إن عقل فرد كهذا قد يحقق مستوى أعلى من الإبداع وذلك نتيجة لهذه التغييرات.

التكيُّف البشري والزهرة الذهبية لعصر النهضة

يُبدي الإبداع البشري خاصية أخرى تبعث على الحيرة. تُظهر المدوَّنات التاريخية بجلاء أن الإبداع - وبخاصة في مجالَيّ الفنون والعلوم - يكون أكثر وضوحاً في أزمنة معينة وفي أماكن خاصة، وذلك في ميادين محددة بوضوح من النشاط البشري. ويبدو أن العقل المبدع يتمتع بهامش كبير من التكيُّف مع ظرف بيئته، ومع ظروفها الاقتصادية ومع روح العصر. وفي ما يأتي

بحثٌ للتفاعلات المتبادلة بين الفنون والعلوم ضمن سياق المدنية الغربية، بصفتها دالة لفترة تاريخية.

لقد توفر لنا، منذ زمن ليس بالبعيد نسبياً، مثال مدهش للازدهار الهائل للفنون البصرية (أي الرسم والنحت والفن المعماري) وذلك في عصر النهضة الإيطالي خلال القرنين الخامس عشر والسادس عشر. ومن إيطاليا ترددت أصداء النهضة حتى عمّت أوروبا جميعاً. وفي القرن السابع عشر، كان هنالك حشدٌ يلفت النظر في إيطاليا لموسيقيين عظام - مؤلفين موسيقيين وعازفين ومغنين وصانعي آلات موسيقية - وقد غادر بعض هؤلاء إيطاليا إلى مدريد وڤيينا واصطحبوا موسيقاهم معهم. وفيما بعد، كانت هنالك موجة أخرى من الموسيقيين البارزين، هذه المرة في الأراضي الألمانية خلال القرنين الثامن عشر والتاسع عشر. وفي أيامنا شهد القرن العشرون تركيزاً لم يسبق له مثيل للعقول المبدعة المُنْكَبّة على الأبحاث العلمية التجريبية ضمن مجال العلوم الطبيعية. ولقد كانت هناك موجتان رئيستان من النشاط الإبداعي: إحداهما في مجال الفيزياء (في أعقاب الحرب العالمية الأولى) والثانية في مجال العلوم البيولوجية وعلوم الطب الحيوي (في أعقاب الحرب العالمية الثانية).

وهكذا، يبدو أن العقول المبدعة تستطيع التكيُّف - عن طريق التَّخلُّق المُتعاقِب epigeneticlly، إذا جاز القول - مع مجالات الفاعليات التي تتمتع بالدعم من موارد المجتمعات التي

تعيش فيها هذه العقول وتلقى تقديراً سنةً ضمن تلك المجتمعات. ويظهر كما لو أن «جينات الإبداع» المُفترَضة تحثُّ صاحبَها على القيام بإنجازات غير عادية تستطيع التفوق على ما هو معروف أو على ما سبق القيام به، وتؤدي إلى فتح آفاق جديدة رحبة تُفضي إلى المستقبل. ولاجدال في أن العيون السليمة والأيدي الماهرة، تساعد على ذلك، غير أن الحافز الذي يدفع العقل المبدع نحو التفوق، يُعتبر عاملاً رئيساً. وهذا يعني أن العقول المبدعة تميل باتجاه المجالات التي تهمّ بيئتها الاجتماعية والفكرية، وقد يأتي ذلك على حساب مجالات أخرى من الجهود البشرية. فعصر النهضة الإيطالي، على سبيل المثال، شهد أيضاً ازدهاراً في العلوم الإنسانية، فقد كان له كتّابه وشعراؤه ومؤرخوه وفلاسفته العظام، كما أنه شهد أيضاً تقدماً في العلوم التطبيقية (الهندسة المدنية والعسكرية) واستهلالاً للعلوم العصرية، ولكن ما من ميدان آخر بلغ تلك المرتبة الرفيعة من السمو التي بلغَتْها الفنون البصرية.

ظل عصر النهضة الإيطالي، لقرون عدة، يسحر الألباب في العالم الغربي، ولا تزال الروائع التي خَلَّفها تشكل حتى الآن باعثاً للحج الفكري ومصادر للعائدات السياحية لكثير من المدن الإيطالية في عصرنا هذا. إن الثروة التي تُستثمر تعود بالنفع على صاحبها. وقد كتب الكونت دو غوبينو (1816 ـ 1882)، الكاتب والدبلوماسي الفرنسي الذي كان يُكِنُّ إعجاباً عميقاً بعصر النهضة، كتب مجموعة من المسرحيات القصيرة على خلفية

تاريخ تلك الفترة. استهلَّ تلك المسرحيات بملاحظات وصف فيها الزهرة الذهبية التي نادراً ما تتفتح إلا في أمكنة خاصة وأوقات خاصة، ولكنها تؤثر إلى الأبد على تاريخ الحديقة التي ازدهرت فيها، وكذلك على تاريخ الحضارة أو المدنية اللتيْن تنتسب إليهما.

هنالك شيء يتسم بالقوة الفريدة في أعمال الأساتذة العظام ضمن مجال الفنون البصرية. وفي الصور التي أبدعوها قاموا بتركيز كثير من العمق الخالص، وكثير من المشاعر وكثير من التفصيلات المُقْنِعة. فبإمكان المشاهد في لحظات قليلة ـ ولو أن بضع دقائق من التأمل وإلقاء نظرة ثانية، في ما بعد، قد تساعده أكثر ـ بإمكانه أن يدرك الحالة الذهنية والوضع الاجتماعي ومشاعر الشخص موضوع اللوحة أو مشاعر أنموذج (موديل) الرسم، أفراحه أو أتراحه، قسوته أو رقة مشاعره. والواقع أن الأستاذ من هؤلاء العظماء ينجح في التعبير عن قصة بأكملها، وعن دراما بأكملها في صورة واحدة، ذات بُعْدين إذا كانت لوحة أو ذات ثلاثة أبعاد إذا كانت تمثالاً. ولكي تبلغ الفنون المكتوبة هذا المستوى من التواصل، فإنها بحاجة لبضعة فصول، إن لم يكن لكتاب بأكمله، والموسيقى قادرة على أداء ذلك بصورة أفضل قليلاً في سوناتا أو في حركة سيمفونية، وربما كان ذلك ضمن إطار عاطفي أعظم ثراء. أما العلوم فليس بمقدورها أن تأتي بمثل هذه الأعاجيب، ومن المشكوك فيه أن يصبح بإمكانها مضاهاة أساليب أداء من هذا النوع، حتى في المستقبل البعيد.

كان الأسلوب الرئيس لمقاربة الفنون البصرية في عصر النهضة هو التركيز على الكائنات البشرية ـ على الرجال والنساء ـ وسرد قصة تحمل سحراً أو تتميَّز بالقوة أو تحرِّك المشاعر في صورة واحدة. أما الطبيعة المحيطة والمناظر الطبيعية فلم تحظ بمثل هذا القدر من الاهتمام. ومع ذلك فإن روعة الإنجازات الفنية وحجمها لم يسبق لهما مثيل. من الصعب أن نصدق أن فترة عصر النهضة قد شهدت وجود كل من ليوناردو داڤينشي، ومايكل أنجيلو بوناروتي، ورفائيلو سانزيو (رفائيل)، وساندرو بوتشيللي، وأندريا ديل فيشيو، وپييرو ديللا فرانشيسكا، ولوكا وأندريا ديللا روبيا، وفرا انجيليكو، وباولو أوشيلو وبينوزو غوزولي، وتيزيانو فيشيليو ولورنزو غيبيرتي وفيليبو برونيليتشي ودوناتو برامانتي، وآخرين في فترة واحدة أو ضمن فترات متداخلة. وكان كثير منهم «رجال عصر النهضة» بحق، لقد كانوا رسامين وكذلك نحاتين ومعماريين ومهندسين مدنيين أو عسكريين. وفوق ذلك كان ليوناردو يقوم بإعداد مسابقات ترفيهية في بلاط حكام ميلانو.

هنالك عنصر آخر يستحق الذكر ضمن السياق الاجتماعي لتلك الفترة. فالأعمال الفنية الكبرى لم تكن معروفة فقط في البلاط ولدى النخبة من المثقفين، وإنما كانت معروفة أيضاً للعامة، أي لجماهير القاعدة. إن هذا التماسّ الواسع مع الشعب، يمكن تفسيره جزئياً بأن الكنيسة كانت تدعم الفنون بسخاء عن طريق إمدادها لها بالمواد والموضوعات (أي

النصوص التوراتية). لقد أسهم الفنانون طبعاً بفنهم وبشخوص رسومهم (موديلاتهم)، التي كانت عادة من صديقاتهم أو أزواجهم، وقد تقف الواحدة منهن في يوم ما كنموذج لِلَوحة السيدة العذراء، وتقف في اليوم التالي كنموذج لِلَوحة ڤينوس.

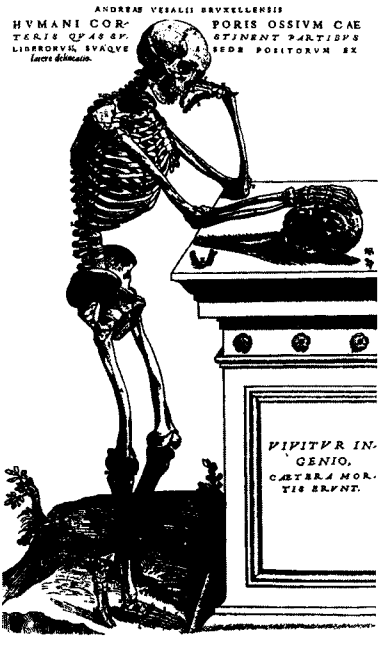
في سنة 1311، وكان ذلك في سيينا، أنجز دوشيو دي بوونسينيا لوحته «ماييستا»، التي كانت ستشكل اللوحة المركزية لمذبح الكاتدرائية. وعندما حُملت اللوحة من مرسم دوشيو إلى الكاتدرائية خرج معها أهل المدينة جميعاً في موكب سار وراء ماييستا ولم يتذمر أحد من حقيقة أن المدينة دفعت إلى الفنان مبلغاً قياسياً بلغ 3000 دوقية لقاء تحفته. ومن الواضح أن الفنون البصرية وبخاصة منها الأعمال الدينية كانت تحظى بتأييد الشعب. كانت كل كنيسة وكل كاتدرائية تتوق إلى أن تكون لها لوحة واحدة على الأقل ممهورة بتوقيع صاحب اسم عظيم.

كان القليل فقط من العلوم التطبيقية سائداً أثناء فترة عصر النهضة الإيطالي، ولكن كان هنالك إحياء للعلوم التي تعتمد على الملاحظة المباشرة. كان ذلك يتماشى مع التوجهات العامة لتلك الفترة، التي كانت تُقْبِل على ما يعالج الملاحظة المباشرة وعلى الإسهامات الشخصية الأصلية بدلاً من التعليقات على النصوص الكلاسيكية. وقد كانت رائعة العلم الجديد بحثاً عن التشريح يدعى «تركيب الجسم البشري» De Humani Corparis Fabrica قام بنشره مهاجر بلجيكي يدعى أندريا فيساليوس، كان أستاذاً بجامعة بادوا في سنة 1543. ويُظهر البحث الأصلي

لفيساليوس، بكل جلاء، التأثير الطاغي للفنون البصرية لعصر النهضة ولجمالياتها. كانت الصفحة الأمامية للكتاب مزخرفة وبدت الهياكل العظمية فيها وكأنها مستغرقة في التفكير، أما الجثث المُشرَّحة فقد بدت وكأنها تؤدي حركات رشيقة إلى حد يثير الدهشة، في حين رُسمت كل عضلة لدرجة الكمال (الشكل 3 ـ 13). كان «تركيب فيساليوس» خير ما أبدعه علم التشريح البشري الذي كان علماً حديثاً في ذلك الوقت، وقد جاء أسلوب تقديمه لنتائج أبحاثه العلمية ضمن سياق الفنون البصرية للقرن السادس عشر. إن تأثير الفن على العلم رغم ـ وضوحه ـ لم ينل من جوهر التشريح، ولم يؤثر إلا على الطريقة التي عُرضت بها النتائج العلمية.

كان عصر النهضة الإيطالي قد أخذ في التكَوُّن منذ نحو قرنين من الزمن على الأقل. فعمل دوشيو مثلاً ينتمي إلى القرن الرابع عشر. وقد ساعد في ذلك التكون التقاء عدة عوامل كان أهمها الرخاء والازدهار الاقتصادي الناتجَيْن عن شبه احتكار للاتجار مع الشرق، وبشكل جزئي عن الصناعات القائمة على ذلك الاتجار.

كانت هناك وفرة في مصادر الدعم للفنون، بالنظر إلى أن إيطاليا كانت خليطاً من عدة دول وإمارات وجمهوريات تتمتع كلها بالسيادة، بما في ذلك دول الكنيسة (الدول البابوية والڤاتيكان). لذا فإن كل دولة وكل مدينة كانت تخوض منافسة في سبيل الحصول على التحف الفنية والقصور والكاتدرائيات



الشكل 3 ـ 13 رسوم توضيحية من De Humani Corporis Fabrica لأندريا فيساليوس 1543.

وعلى تماثيل ورسوم البابوات والأمراء وقادة الجيوش. وكان هناك عامل مهم آخر وهو مستوى التعليم العالي الواسع الانتشار، وبخاصة بين أبناء الطبقات المترفة (كان آل ميديتشي من رجال الأعمال). وأخيراً فإن إيطاليا كانت في ذلك الوقت هي المستفيدة من موجة هجرة الأدمغة من الإمبراطورية البيزنطية المتداعية المحتضرة من جهة، ومن الأقطار الشمالية من جهة أخرى (فيساليوس مثلاً).

هذه العوامل مجتمعة كانت من القوة بحيث إنها شكّلت، إلى حين، تعويضاً عن عدم الاستقرار السياسي وعن تواتر الغزوات من قِبَل الجيوش الإمبراطورية الفرنسية والألمانية، وعن عمليات النهب المنظَّم لثروة شبه الجزيرة عن طريق تعويضات الحرب أو دوطات الزواج. ولاننسى أن سيدتين من آل ميديتشي أصبحتا، رغم كل شيء، ملكتين لفرنسا.

إن ما أدى في نهاية الأمر إلى ذبول الزهرة الذهبية، كان انحسار الرخاء، ليس بسبب تحكُّم المسلمين في أقسام من طرق التجارة، ولكن لأن البرتغال (وسرعان ما تبعتها إسبانيا، وإنكلترا وفرنسا وهولندا) قامت باكتشاف طرق جديدة حول إفريقيا أو عبر المحيط الأطلسي، وغالباً ما كان يجري ذلك بمساعدة البحارة الإيطاليين مثل كولومبس. انتهى الاحتكار، وانتهى معه الازدهار الذي كان يحافظ على بقاء مُجْمَل التركيبة الاجتماعية، بدءاً بالبحارة والحرفيين والتجار، وصولاً إلى الأمراء والكرادلة والفنانين. وإذا كان هنالك من درس ينبغي تَعلُّمه، فهو أن القوة الاقتصادية والازدهار المحلي، هما الجوهر، وأن تَعَدُّدَ الموارد هو عامل مساعد، وأن حركة انتقال المواهب وأصحاب المقدرات العقلية باتجاه مناطق أكثر رخاء تشكل جزءاً لا يمكن تفاديه من تلك العملية.

التغيرات التي طرأت على الفنون البصرية بعد عصر النهضة:

مع مجيء المَلَكيّات المستبدة إلى أوروبا، تكيّفت الفنون البصرية مع الظروف الجديدة، التي كانت تعني في المقام

الأول تحوُّلاً عن مصادر الدعم المتعددة إلى مصدر واحد أساسي: أي الملك وبلاطه. لقد قام دييغو فيلاسكيز برسم ملكه فيليب الرابع عدة مرات، لا لأن هذا الأخير كان نموذجاً للجمال الجسماني أو حدة الذكاء وإنما لأن رسْمَ الملك وبقية أفراد العائلة المالكة والبلاط كان، في اعتقادي، يشكل جزءاً من مهام وظيفة الرسام. لكن فيلاسكيز كان، من حين لآخر، ينجو بنفسه من رسم صور الأشخاص ليُظهر كامل مجال عبقريته المبدعة. ومن الأمثلة على التحف التي جاءت نتيجة ذلك لوحة «لاس لانزاس Las Lanzas»، وهي لوحة تمجد البسالة العسكرية الدمثة، ولوحة لاس مينياس Las Menias»، وهي أشبه بأنشودة تتغنى بالشباب. إن الطفلة المَلَكيّة في اللوحة الثانية هي محط اهتمام الجميع: الوالدان المَلَكيّان (اللذان نراهما فقط عبر المرآة) والمربيات والفنان والمهرجون، وقد رُسموا جميعاً، بالطبع، أمام خلفية تمثل أجواء البلاط. ولا عجب، فالعُرْف يفرض اعتباره.

ولم يحدث حتى وقت متأخر أن تحول التركيز في الفنون البصرية إلى الرجال والنساء العاديين، الذين لم يكونوا لا من طبقة الملوك ولا من الطبقة الأرستقراطية، وكان ذلك في فرنسا الديموقراطية البرجوازية في نهاية القرن التاسع عشر. وقد أنتج الفنانون مجموعة من الروائع المدهشة الخالدة التي تُعتبر بحق قصائد تسبِّح بجمال النساء الشابات، منها على سبيل المثال لوحة «المُستَحِمّات Les Grandes Baigneuses» بريشة أوغست

رينوار، أو تتغنى بفرحة اللقاء بين الأصدقاء الشباب في أحضان الطبيعة، كما في لوحتي «Le Moulin de la Galette» و«Dejeuner a' Argenteuil» وهما أيضاً بريشة أوغست رينوار. ولا تعدو هذه اللوحات كونها بضعة أمثلة عن مرحلة من النشاط الفني الذي يبعث على الذهول ويشمل في ما يشمل لوحات ذات طبيعة كانت تتغير باستمرار أبدعها كلود مونيه لتمجيد الطبيعة ذاتها. انتشر الرسم الانطباعي في جميع أنحاء العالم، ووصل إلى الشواطئ الأمريكية مع ماري كاسّات. هل كانت هذه زهرة ذهبية أخرى؟... ليس تماماً. يمكن القول إنها كانت برعماً لزهرة ذهبية ذوى قبل أن يصل إلى ذروة ازدهاره. لقد ضاق الفنانون ذرعاً بالتقاليد وتفككت الأسرة الفنية لتتحول إلى عدة مجموعات صغيرة: طالب الراديكاليون بالتركيز على جوهر الأشكال بدلاً من التفاصيل، كما هو الحال بالنسبة لبرانكوسي، أو طالبوا بالتحرر الكامل من إسار نماذج أساطير الماضي ومن الانشغال الكامل بها. ولدى انصراف الفنانين عن الواقعية، اتجهوا نحو التجريد والرمزية والسوريالية. وكانت النتيجة النهائية أنه لدى مستهل القرن العشرين، فقدَ الشكل البشري، بصورته المعروفة في الفنون البصرية التقليدية، مكانته المتميزة لتحل محله مجموعة واسعة من الأفكار التجريدية.

وفي الوقت ذاته كان العلم يبدي تشَكُّكَه بالأصل المقدس المباشر للإنسان، من جهة، ومن جهة أخرى بصحة (أو حقيقة) الأشكال كافة بما في ذلك شكل الإنسان والطبيعة. كانت

الأشكال مثار شبهة، وذلك كما يمكن إدراكها بواسطة العين البشرية، التي كان يُعتقد أنها أداة بصرية غير كاملة لا تتمتع سوى بدرجة خفيضة من الوضوح، وكما يجري تحليلها بواسطة الدماغ البشري الذي لا يستطيع، على أي حال، أن يؤدي مهمته بأفضل مما تؤديها العينين. ولذلك كان الشكل، كما يُرى، يُعتبر صدىً بعيداً لآلاف من التفاعلات الفردية الخفية المهيَّأة لإظهار الحقيقة بشكل أفضل مما تقدِّمه الصورة البصرية (انظر أيضاً فصل ستينْت في الجزء الأول). كان بابلو پيكاسو، مثلاً، يقول ينبغي ألا نرسم ما نراه على السطح، بل ينبغي أن نرسم ما نعرف أنه موجود هناك، (راجع فصل جيلو في الجزء الرابع).

إن المهمة الرئيسية للفنان البصري هي أن ينقل رؤيته إلى باقي أفراد البشرية بشكل سهل المنال، شكل يستطيع أن يُحْدث تأثيراً مباشراً وفورياً. والفنانون البصريون، إذ يتخلون عن الإنسان والطبيعة كما تراهما العين، فإنهم يقامرون بالتخلي عن أقوى وسائلهم في التواصل، وهم يغامرون بنفي أنفسهم إلى عالم مقتصر على نفر قليل من الخواص، ويحكمون على أنفسهم بألا يتفاعلوا إلا مع أناس يتكيفون بالأسلوب نفسه، وبالتالي، فإن الفنانين البصريين، يروضون النفس على عدم استخدام عقولهم المبدعة إلا قليلاً خارج نطاق مجالات الاهتمام الضيقة للمجموعة التي ينتمون إليها. إن تفكك الأسرة الفنية إلى مجموعات تتمسك بمسلَّمات صارمة (راجع فصل

ستيفنز في الجزء الرابع) يمكن أن يُعزى إلى عدة تطورات حاسمة يجب أن ندرج في عدادها المجزرة العبثية في الحرب العالمية الأولى، وانهيار النظام القديم عقب الحرب في أجزاء كثيرة من العالم وبخاصة في أوروبا، وظهور الاتحاد السوفييتي الشيوعي، وبدء سياسة المواجهة بين الشرق والغرب. ولكنني أعتقد بوجود أسباب أخرى أكثر عُمْقاً وراء عناصر عدم الاستقرار هذه، أسباب أدت إلى جعل العقل المبدع يُشَكِّك في قِيَم الماضي.

ظهور العلوم العصرية

دعونا ننطلق على متن بساط سحري، إلى عصر جديد من التطورات المذهلة التي جاءت بها العقول البشرية المبدعة، وهو في هذه المرة عصر العلوم الطبيعية. وكما أشرت سابقاً، فقد كانت هنالك أولاً سلسلة من التطورات البالغة الأهمية في الفيزياء أدت خلال بضعة عقود عقب الحرب العالمية الأولى إلى توضيح تركيب الذرات، وبصورة جزئية إلى توضيح نويّاتها، وإلى ترويض الطاقة الذرية وإنتاج الأسلحة الذرية والنووية. ويشير عالم الفيزياء غاموف، في ذكرياته، إلى هذه الفترة بأنها فترة «السنوات الثلاثين التي هزت علوم الفيزياء» وقد هزت العالم أيضاً لدى نهاية الحرب العالمية الثانية وخلال الحرب الباردة التي أعقبتها. والواقع أن العالم يشهد الآن فقط مرحلة من التكيُّف البطيء مع ظرف مستقر، وذلك بعد زوال الاتحاد السوفييتي كقوة عسكرية عالمية. ويمكن أن نذكر هنا

التطورات الأخيرة في تكنولوجيا الليزر وفي فيزياء أنصاف النواقل solid-state التي أدت إلى إنتاج الترانزيستورات ونشوء علوم الكومبيوتر وإنتاج معدات الأتمتة وبزوغ عصر المعلوماتية. ورغم أن هذه التطورات قد تحمل قدراً أقل من الإثارة لكنها بنّاءة أكثر من التطورات السابقة ولا تقل عنها تأثيراً.

وقد تَبع التطورات المذهلة في الفيزياء تقدمٌ ربما كان أعظم، في العلوم البيولوجية الأساسية. وأرى أن أركِّز على هذه الأخيرة لأنها حدثت في مجال أشعر بأنه المجال الذي آنس إليه، إضافة إلى أنني أعتقد أن تأثيرها على الجنس البشري سيكون أعمق من تأثير الفيزياء الذرية.

عند مطلع القرن العشرين، بدت العلوم البيولوجية وكأنها في حالة سبات. ولم تكن هناك سوى قلة من المجالات المتباعدة عن بعضها كان يجري فيها عمل يحمل أي مغزى. وقد جاء سباتها عقب فترة من النشاط المكثَّف عند نهاية القرن التاسع عشر تقريباً، عندما تم اكتشاف المناعة والمضادات antibodies واللقاحات، وجرى استخدامها لمعالجة أو منع الأمراض المعدية، تحت إشراف پاستور وكوخ. كما كان هذا هو الوقت الذي نجح فيه آبي Abbe في تحسين تركيب عدسات المجهر الضوئي، وهو تطور جعل بالإمكان إعطاء وصف مفصل لتركيب الخلايا والأنسجة لدى كثير من العضويات، وكذلك وصف للتبدلات التي تُحدِثها هذه العضويات في

الأمراض المختلفة، مما أدى إلى وضع أساس مفيد ومتين لعلم تشخيص الأمراض لدى البشر الذي ما يزال قيد الاستعمال حالياً.

انقطعت مرحلة السبات في أواخر الأربعينيات وأوائل الخمسينيات من القرن العشرين لدى ابتكار معدات جديدة وأساليب حديثة في مجال البحوث البيولوجية الأساسية (انظر أيضاً بفيننغر في الجزء الثاني). أعقب ذلك فترة التطورات المذهلة التي استمرت، بمعدل ثابت، وإن لم يكن بسرعة متزايدة، إلى وقتنا الحالي، أي عقب ذلك بأربعة أو خمسة عقود.

الزهرة الذهبية تعود ثانية إلى التفتح

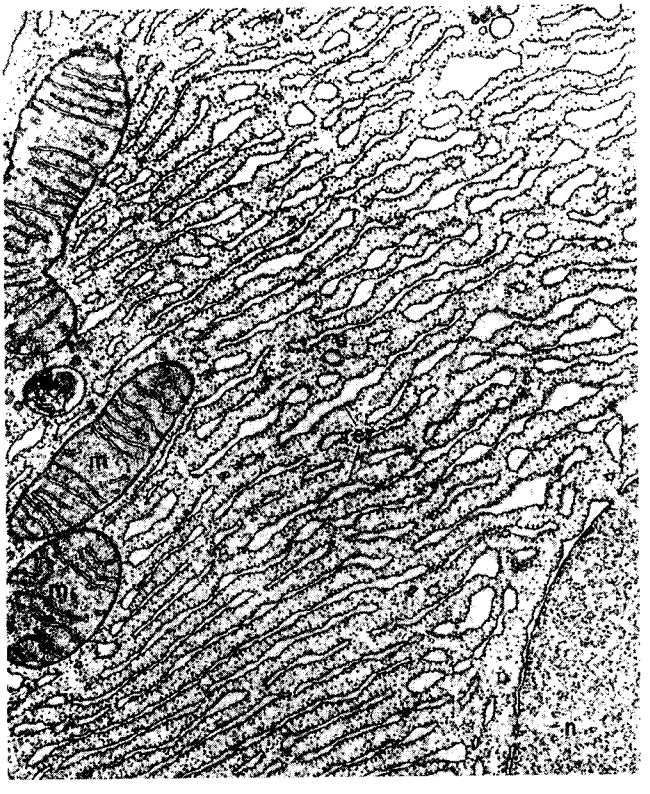
لابد لي من تذكيركم بأنه في أوائل الخمسينيات من القرن العشرين، كانت الطبيعة الكيميائية للجينات، ما تزال قيد الجَدَل. وكان تركيب الـ د. ن. أ. DNA (جزيء الجينات) ما يزال مجهولاً، كما كانت أفكارنا المتعلقة بتنظيم الخلايا غامضة وغير مكتملة. لم نكن نعرف كيف وأين يتم تصنيع البروتينات، وكيف تتركب الأغشية الخلوية، أو كيف تَستَخدم خلايا المعلومات الجينية، وكيف تُنقل هذه المعلومات من جيل خلوي إلى جيل خلوي آخر عند المستوى الجزيئي.

ولما كانت حياتي العملية في البحث العلمي قد بدأت في أواخر الأربعينيات من القرن العشرين، فإن بوسعي القول إنني

عاصرت الفترة التي بدأ فيها التقدم السريع، وإنني قد شهدت كامل مسار تلك التطورات المذهلة. فقد تم أولاً، بوساطة المجهرية الإلكترونية، تحديد تركيب الخلية بشكل مفصل، واكتُشِفت عناصر تركيبية جديدة، تتجاوز حد الوضوح الذي يمكن التوصل إليه عن طريق المجاهر الضوئية. غير أن الصور التي تم الحصول عليها (الشكلان 3 ـ 14 و3 ـ 15) كانت صوراً تبعث على الحيرة وتتحدى الأفهام، وكانت، في أفضل حالاتها، موحية ولكنها لم تقدم أية معلومات واضحة، فهي لم تكشف عن الأدوار التي تلعبها تلك التراكيب الجديدة في حياة الخلايا. وفيما بعد، تم فَصْلُ المكوِّنات دون الخلوية، الحديثة الاكتشاف وتلك المعروفة سابقاً، وذلك عن طريق وسائل تجزئة الخلية (فصل الخلايا إلى أجزائها التكوينية المستقلة) وتم تحديد كيميائياتها ووظائفها. وقد ثبت أنها أعضاء شديدة التمايز ومتخصصة وظيفياً داخل الخلية. ومع أنها مركبة حصرياً من مواد قابلة للتلف (شحوم وبروتينات وأحماض خلوية)، إلا أنه تَبيَّن أنها تتمتع ببنية صلبة وقوية.

ولما كانت وظائفها قد صممت لتحطيم الخلية ولإجراءات العزل المُطوَّلة، فقد أصبح بالإمكان استرجاع الوظائف الخلوية ـ مثل اصطناع synthesis البروتين، ونَقْل البروتين من حجيرة خلوية إلى حجيرة خلوية أخرى ـ في أنبوب الاختبار.

وقد تم أيضاً خلال العقود الماضية اكتشاف أن الخلايا تقوم بتشغيل منظومة فعالة للتحكم في حركة انتقال البروتين



الشكل 3 ـ 14 صورة بالمجهر الإلكتروني تُظهر التنظيم التركيبي لخلية (خلية قنوية في البنكرياس). موقع الخلية بين النواة (n) والبلازماليما plasmalemma (pm) تشغله جزيئات عضوية organelles خلوية كثيرة، مثل الخزان cisternae الخاص بالنسيج الشبكي الخشن للبلازما داخل الخلية endoplasmic reticulum (rer) وبضع فتائل خيطية mitochondria(m). (الصورة مكبَّرة 9000 مرة).

والأغشية، منظومة أكثر وثوقية من أية خدمة بريدية. فكل طرد، أي كل بروتين وكذلك كل غشاء «فقاعة» أو فجوة حويصلية في الخلية، يتم تسليمه للعنوان الصحيح. ونتيجة هذه التطورات،

الشكل 3 ـ 15 صورة بالمجهر الإلكتروني تُظهر المزيد من العناصر التركيبية أو الجزيئات العضوية للخلية (خلية قنوية في البنكرياس). منظر جزئي لمجموعة غولغي Golgi complex، جزيئة عضوية خلوية. جويفات تكثيف condensing vacuoles (CV)، خزان غولغي Golgi cisternae (gc)، فجوات غولغي الحويصلية Golgi vesicles (gv)، عناصر متحولة transitional elements (te)، النسيج الشبكي الخشن للبلازما داخل الخلية (rer) (الصورة مكبَّرة 20000 مرة).

أصبحنا الآن نفهم، إلى حد بعيد، ما الذي يجري داخل الخلية.

في أوائل الخمسينيات من القرن العشرين كان الباحث الأمريكي الحائز درجة الدكتوراه جيمس واطسون، والطالب البريطاني المشرف على التخرج، فرانسيس كريك، الذي لم يكن متعجلاً على التخرج، يعملان معاً في جامعة كامبردج بإنكلترا. وقد اهتديا إلى تركيب جزيئات الـ د. ن. أ.، جزيئات جينات كافة المنظومات الحية الأساسية. يتألف الـ د. ن. أ. من طاقَيْن

نوويديَّيْن nucleotide متكاملين ملتفَّيْن حول بعضهما بعضاً بشكل لولبي مزدوج. وقد تَبيَّن بوضوح خلال فترة قصيرة أن النقل الوراثي للمعلومات الجينية كان مُتضمَّناً داخل تركيب هذا الجزيء (انظر أيضاً فصل سيتش في الجزء الأول). وما على الخلايا أن تفعله هو أن تفصل الطاقين وأن تستخدم كلاً منهما كقالب لصنع طاق تكميلي. تبدأ العملية بجزيء واحد (أو بجينة واحدة)، وتنتهي بإنتاج جزيئين متماثلين، جينتين متماثلتين، جزيء لكل خلية متولِّدة وقت انقسام الخلية.

شعر جيم واطسون مدفوعاً بحماسة الشباب، بأنه لم تعد هناك حاجة للكثير بعد اكتشاف التركيب اللولبي المزدوج وكتب يقول «إن ما تبقى لا يعدو الهندسة». وثبت لاحقاً أنها كانت هندسة معقدة ودقيقة. فقد تبين أن عدداً كبيراً من الأنزيمات ضالع في عملية تَنَسُّخ replication الـ د. ن. أ. وأن عدداً كبيراً آخر منها ضالع في عملية نسخ االمعلومات الوراثية إلى جزيئات الـ ر. ن. أ. التي تقوم بدور الرسول mRNAs بين الجينات وبين آلية تصنيع البروتين في الخلية (راجع فصل سيتش في الجزء الأول). ثم تبين أن عدداً كبيراً آخر من الأنزيمات والعوامل تعتبر ضرورية من أجل ترجمة المعلومات المُرَمَّزة في mRNAs إلى بروتينات، ومن ثم تعديل هذه البروتينات بعد الترجمة translation وتوجيهها نحو مواقعها الصحيحة ضمن البنية التركيبية للخلية.

ما من شك في أننا قد تجاوزنا كثيراً قاعدة انطلاقنا في

أوائل عقد الخمسينيات من القرن العشرين وفي هذه الأثناء صار بالإمكان التعرُّف إلى جينات بعينها وإدخالها في خلايا مُضيفة (بواسطة transfection) الأمر الذي ينتج عنه تَخلُّق بروتينات غريبة. كما أن اكتشاف الأنزيمات البكتيرية التي تعمل على شق جزيئات الـ د. ن. أ. عند نقاط معينة كثيرة، جعل بالمستطاع تركيب جينات من صنع الإنسان تتضمن كافة أنواع التبدلات التي ترقى إلى مستوى كونها طفرات بشرية الصنع. وقد أصبحت كل أساليب المعالجة هذه هندسة وراثية، وأدت إلى ظهور علم الوراثة الجزيئي وأوجدت علم التكنولوجيا البيولوجية الحديث، الذي يقوم الآن بإنتاج بروتينات بشرية في البكتيريا لأغراض العلاج وكذلك للاستعمال التجريبي.

لقد تعلمنا كيف نُدخل جينات غريبة إلى داخل بويضات فئران مُخَصَّبة، وذلك لإنتاج فئران «منقولة الجينات» تتم بواسطتها دراسة دور جيناتٍ بعينها (جرى التعبير عنها expressed بإفراط) في تطور عضوية ما وفي وظيفتها. كما تعلمنا مؤخراً كيف نزيل جينات من عضويات آخذة في التطور، وذلك لتطوير أنواع من الذباب والفئران، تَفْتَقِد خصائص معينة، يمكن للإنسان أن يتحرى فيها عن التأثير الذي تتركه جينة ناقصة على كيفية تطور عضوية بالغة ومن ثم على وظيفتها في نهاية الأمر. وأخيراً تمكنّا، بشكل أساسي، من إتمام الترتيب التسلسلي للمجين البشري، وتوصلنا حالياً إلى مرحلة نستطيع عندها البدء بالمعالجة الجينية البشرية من أجل تصحيح

الاضطرابات الوراثية. ولا بد لي من الإشارة إلى أن ما جعل بالإمكان تحقيق الكثير من هذه التطورات هو التقدم المرافق لها في مجال الكيمياء، وهو التقدم الذي وفَّر أساليب الفصل الفعالة ووسائل التحليل الحساسة وطرقاً محسَّنة لتحديد صفات الجزيئات الكبيرة منها والصغيرة.

والآن لو عدنا بأنظارنا أولاً إلى أوائل عقد الخمسينيات من القرن العشرين وتأملنا مستوى المعرفة (أو بالأحرى قلة المعرفة) التي كنا نمتلكها آنذاك، ثم قمنا بعد ذلك بإدارة الساعة إلى الوراء إلى أيام أرسطو وهيبوقراط وغالين وفيساليوس وباستور، لأدركنا تواً أنه لم يسبق أن مرت فترة يمكن مقارنتها بهذه الفترة على مدى التاريخ الطويل للعلوم الحياتية. إن ما اكتسبناه في هذه السنوات الخمسين الماضية يتجاوز مسألة تجميع هذا الكم الهائل من المعلومات الجديدة، أنه يمدُّنا بفهم جديد للوظائف الأساسية للخلايا، ويتيح لنا إدراك منطق المنظومات المختلفة أثناء عملها ضمن الخلية، وفهم السبب الذي جعل الخلايا البدائية تولَدُ وهي مُحمَّلة بأعباء معينة ـ مثل الأغشية السائلة ـ وكيف تم، بمرور الزمن، تطوير الحلول من أجل التصدي بكفاءة لهذه الأعباء.

ولكي نؤكد تسارع هذه التطورات ومدى تأثيرها العميق، يمكن لنا أن نقول إن العقود الخمسة الماضية قد شهدت ثورة حقيقية في العلوم البيولوجية والعلوم الطبية البيولوجية الأساسية. لاشك بأن كلمة «ثورة» هي كلمة تحمل إثارة من نوع ما كما أنها

تصبح أحياناً شائعة الاستعمال. ولكن، و لكي نُسَلِّم بالإنجازات الفذة لهذه المرحلة، ينبغي لنا أن نعود إلى القرنين الخامس عشر والسادس عشر من عصر النهضة الإيطالي وإلى الكونت دو غوبينو، الذي وصف ذلك العصر بأنه من أندر الزهور الذهبية في تاريخ الإبداع البشري، التي لا تتفتح إلا مرة واحدة في كل بضعة قرون. إن ما شهدناه خلال العقود الأخيرة كان تفتحاً لزهرة ذهبية أخرى من أزهار الإبداع البشري، وقد كان هذه المرة في مجال العلوم الطبيعية وبخاصة في العلوم الحياتية.

رعاية حديقة الزهرة الذهبية

كان تفتّحُ هذه الزهرة الذهبية الجديدة، إلى حين، ظاهرة أمريكية وجدت تفسيراً لها إلى حد كبير في القرار الذي اتخذه الرئيس روزفلت بقبول وتطبيق التوصيات التي جاء بها فانيفار بوش، منسِّق الجهود الحربية الأمريكية في مجال العلوم أثناء الحرب العالمية الثانية. وقد اقترح فانيفار بوش، في تقريره إلى الرئيس، الذي نشر في سنة 1945 تحت عنوان «العلم، حدٌّ دون نهاية»، اقترح أن تدعم الحكومة الاتحادية الأبحاث العلمية الأساسية، في كافة العلوم الطبيعية الجوهرية بما في ذلك العلوم الطبية البيولوجية، وذلك كخطوة أولى ضرورية نحو اقتصاد متين. وكان ينبغي أن تشكِّل نتائج الأبحاث المخبرية الأساسية الخطوة الأولى نحو تطوير منتجات قابلة للتسويق من أجل الاستعمال المدني، مثلما شكَّلت تلك النتائج الخطوة الأولى في تطوير أسلحة فعالة أثناء الحرب. كان من المفترض أن تتكفل

الصناعة بأمر الخطوة التالية من العملية، ألا وهي التطوير نفسه. وقد كانت النتيجة المباشرة هي إحداث المؤسسة الوطنية للعلوم، التي سرعان ما أعقبها إحداث المعاهد الوطنية للصحة، NIH وهما الوكالتان الاتحاديتان اللتان سرعان ما أصبحتا المصادر الرئيسة لدعم الأبحاث العلمية الأساسية.

وقد لعب عنصران آخران دوراً رئيساً في التطورات اللاحقة لنظام الدعم الاتحادي. كان أولهما اتخاذ القرار بإسناد المبادرة بإجراء الأبحاث إلى هيئات أبعد قليلاً عن المراكز المسؤولة والمُمَثَّلة بالجامعات ومعاهد البحث في جميع أنحاء البلاد. وكان العنصر الثاني إدخال نظام مراجعة الأبحاث. كان التأثير المزدوج لهاتين الخطوتين البالغتيّ الأهمية هو ظهور مؤسسة أمريكية بكل معنى الكلمة، وهي جامعة البحث ـ المكثَّف، التي أصبحت، من خلال مسار العملية، القوة الرئيسية المحركة للتطورات المذهلة المذكورة آنفاً. وقد تم تبني بعض تلك الإجراءات الجديدة بشكل جزئي، خارج الولايات المتحدة.

وإلى جانب قيام الحكومة الاتحادية بدعم الأبحاث الأساسية، فإنها قامت أيضاً بتمويل سلسلة من البرامج لتدريب باحثين جدد وذلك ضماناً لاستمرار الجهود في مجال الأبحاث. وكانت نتيجة كل هذه التطورات، هي فرص واسعة لمزيد من التطورات التي قد تؤدي إلى إطالة عمر الثورة، أو عمر ازدهار الزهرة الذهبية، لمدة ثلاثة أو أربعة عقود أخرى. كما وأصبح لدينا عدد كبير من الباحثين الشباب المدربين تدريباً جيداً، هم

على أهبة الاستعداد للعمل على طاولات المختبرات. ولذلك فقد شعرنا، إلى ما قبل بضع سنوات خلت، بأن مستقبل الأبحاث الأساسية بات مضموناً، وأنه قد توفر للزهرة الذهبية ما هي في حاجة إليه (أي ما يعادل سماداً فعالاً وبساتنة شباب ماهرين) كي تمضي في الازدهار حتى القرن التالي. وفي تلك اللحظة، بدأ مستوى الدعم الاتحادي في الانحدار مما يجعل المستقبل المنظور أمراً غير مضمون.

وإذا ما رجعنا بنظرنا إلى الوراء، لرأينا بكل وضوح أن العوامل التي أدت إلى تفتُّح الزهرة الذهبية في عصرنا هذا كانت العوامل نفسها التي شهدها عصر النهضة الإيطالي: ازدهار يرتكز على التجارة والصناعة، اتساع نطاق التعليم، بما في ذلك التدريب المهني، كثرة مصادر الدعم، وحركة كبيرة للمواهب (هجرة الأدمغة). وما نشهده الآن هو انحدار في الازدهار الحقيقي في مقابل ازدهار ظاهري تولَّد خلال السنوات القليلة الماضية عن عجز في الإنفاق الحكومي. لقد أصبح تعافي الاقتصاد الآن مهمة لها الأولوية الكبرى، وذلك لأن الازدهار الحقيقي هو حجر الزاوية الذي يقوم عليه البناء بكامله. ويعني هذا، أن من الواجب التعرُّف إلى العوامل اللازمة لإنعاش الاقتصاد، وأن دعم هذه العوامل ينبغي له أن يستمر، هذا إن لم يتعزز. إن الاستثمار في الأبحاث في ميدان العلوم الطبيعية الأساسية، وكذلك في مرحلة تطوير نتائجها المُسْتَجدّة يجب أن يُعتبر عاملاً جوهرياً لهذا الإنعاش.

قد يتبادر إلى أذهانكم أنني قد وصفت الثورة في العلوم الحياتية الأساسية بصورة غير واقعية إلى حد ما، ذاكراً الإيجابيات ومُغْفلاً السلبيات. والحقيقة هي أن هناك سلبيات تستحق الاهتمام. وكبداية، يمكن القول إن سرعة التطورات والطبيعة التنافسية العالية لنظام الدعم، تقويان بعضهما بعضاً وكثيراً ما تستحوذان على كامل وقت وجهود العاملين في مجال الأبحاث العلمية، وبالتالي فهما تؤديان إلى تضييق مجال الرؤيا لديهم. إن التركيز يشحذ تقدم العالِم، لكن ثمن ذلك يكون على حساب تضييق مجالات اهتمامه وتقليل احتكاكه بالعلوم الإنسانية وبالنواحي العملية للحياة السياسية. وقد تكوَّنت لدى بعض العلماء عقلية عمال مناجم الذهب الذين يصممون على ألا يعثر العامل المجاور لهم على سبيكة ذهبية أكبر.

إن كثيراً من العلماء يعتبرون أنفسهم مخلوقات ثمينة ذات قيمة خاصّة، ويتوقعون من المجتمع أن يعاملهم وفقاً لذلك. غير أن مجتمعنا هو خليط كبير من جماعات مختلفة الأهواء ليست جميعاً بالضرورة جماعات عقلانية. بعضها يفقد صبره لأن مشكلة مرض الإيدز لم تُحل بعد، وبعضها يشعر بالقلق حول حقوق قططها، وأخرى تحب المُنْتَج النهائي، ولكنها لا تحب السعر المدوَّن عليه. المشكلة هي أن السواد الأعظم من الناس، عموماً، يقدِّرون النتائج النهائية للأبحاث العلمية، وبخاصة إذا كانت تؤدي إلى جعل العمل أسهل والحياة أسعد وأبهج، غير أن قيمة النتائج المبدئية والعملية الطويلة المُكْلِفة،

بدءاً من المختبر وانتهاءً بالمُنْتَج النهائي، نادراً ما يحظيان بالفهم أو التقدير.

لقد سار موكب شعبي خلف لوحة «ماييستا» لدوشيو في سيينا سنة 1311، ولكن ما من موكب، ولاحتى من العلماء، سار خلف نموذج التركيب اللولبي المزدوج لـ د.ن. أ. الذي اكتشفه واطسون وكريك في كامبريدج سنة 1953.

إن كشفاً علمياً كبيراً لا يمكن له أن يحمل نفس التأثير المباشر والفوري والواسع، على الناس بعامة، كالتأثير الذي تثيره لوحة أبدعها أستاذ في الفنون البصرية. ولعل الاستخدام الحالي للمخططات والرسوم المتحركة لعرض الحقائق والتفسيرات العلمية، هو محاولة للتعويض عن هذا القصور الكامن في طبيعة العلوم. وعلى العلماء القيام بتثقيف الرأي العام ـ وتثقيف أنفسهم ـ وذلك في ما يتعلق بفن التواصل الفعال.

لقد أحدثت الثورات العلمية في القرن العشرين تأثيراً عميقاً على المدنية الغربية، ونرى النتائج ماثلة أمامنا بجلاء في كل مكان: في الاتصالات، وفي السفر، وفي الترفيه، وفي التصنيع الصناعي، وفي المنسوجات والتسويق والعمليات العسكرية والمجال الطبي والزراعة. وفي ما يتعلّق بهذا الخصوص، فإن الثورات العلمية للقرن قد أنجزت أكثر مما وعدت به. فهل يعني ذلك أنه لم تكن هنالك نتائج سلبية؟... يمكننا القول هنا بأن التنافس على العقول المبدعة قد عمل في غير مصلحة مجالات أخرى من النشاط الإنساني الإبداعي. وقد لا يكون من

قبيل الصدفة أن الأسماء العظيمة في الفنون المكتوبة تأتي اليوم من أجواء خارجة عن العالم الغربي، من أمريكا الجنوبية وجنوب أفريقيا، حيث لا تُعتبر العلوم هي سيدة الموقف. هل كان ازدهار الفنون البصرية أقل من ازدهار العلوم خلال العقود الأخيرة من القرن العشرين؟... وإذا كان الأمر كذلك، فهل كان ذلك من قبيل الصدفة أم أنه أثر ناتج عن سبب مباشر؟... لقد فقد الإنسان والطبيعة مكانتهما التقليدية المركزية في الفنون، كما ذكرنا آنفاً، ففي القرن السادس عشر كانت الفنون البصرية تؤثر على طريقة تقديم النتائج العلمية، أما في القرن العشرين، فقد مارست العلوم تأثيرها على المواضيع التي كانت الفنون البصرية تدور في فلكها.

قد تستمر الزهرة الذهبية في ازدهارها أو قد تذوي، ويرتبط ذلك إلى حد بالغ الأهمية بازدهار هذا البلد وبازدهار المدنية الغربية. ولكن بغض النظر عن الهواجس بشأن المستقبل وبشأن التأثيرات السلبية، فإن السنوات الخمسين الماضية ستبقى ولفترة طويلة جداً، هي السنوات الخمسون التي أطلقت العلوم إلى ذرى لم يكن أحد ليحلم بها من قبل. وعلينا أن ندرك أنه بغض النظر عن المنافسة الشديدة، وعن مصاعب التمويل والمضاعفات والنكسات، فقد كان من قبيل الامتياز أن نعيش ونعمل في ظل الإثارة والانفعال اللذيْن خلقتْهما هذه الثورة، إن ذلك أفضل إلى حد كبير من الاكتفاء بإنجاز القليل خلال واحدة من فترات السُبات التي سبقت هذه الثورة.