

### منافسون مدانون

ما من بيولوجي جاد يشك في حقيقة أن التطور قد حدث، ولا في أن الكائنات الحية كلها أبناء عمومة بعضها للبعض. على أن لبعض الجيولوجيين شكوكا بشأن نظرية داروين بالذات عن «كيفية» حدوث التطور. وأحيانا يثبت في النهاية أن هذا مجرد جدل حول كلمات: فنظرية التطور المرقوم مثلا، يمكن طرحها على أنها ضد الداروينية. إلا أنها في الحقيقة، كما ناقشت ذلك في الفصل التاسع، تنوع طفيف للداروينية، ولا تنتمي إلى باب النظريات المنافسة. على أن ثمة نظريات أخرى هي بكل التأكيد «ليست» صورامن الداروينية، نظريات تجرى صراحة ضد الصميم من روح الداروينية. وهذه النظريات المنافسة هي موضوع هذا الفصل. وهي تشمل صوراً مختلفة لما يسمى اللاماركية\*؛ كما تشمل أيضا وجهات نظر أخرى مثل «الحيادية»، و«الطفرية» والتكوينية، والتي تقدم من وقت لآخر كبدايل للانتخاب الدارويني.

والطريقة الواضحة للحكم بين النظريات المتنافسة، هي أن يفحص البرهان. وأنماط النظريات اللاماركية مثلا، يتم رفضها تقليديا - وبحق - لأنها لم يوجد لها قط برهان جيد (وليس هذا بسبب وجود نقص في المحاولات النشطة لذلك، ففي بعض الحالات كان هناك متحمسون لبذل هذه المحاولات هم مهياون حتى لتزييف البراهين). على أنني سأخذ في هذا الفصل مسلكا مختلفا، وسبب ذلك هو في أغلبه أن كتبا كثيرة أخرى قد فحصت البراهين فكانت استنتاجاتها في صف الداروينية. وبدلا من أفحص البراهين التي

(\*) نسبة إلى لامارك وهو عالم فرنسي صاحب نظرية في التطور ١٧٤٤ - ١٨٢٩. (المترجم).

مع النظريات المتنافسة والتي ضدها، فإنني سأخذ طريقة تناول هي أكثر تنظيرا. وستكون محاجتي أن الداروينية هي النظرية الوحيدة المعروفة «القادرة» من حيث المبدأ على تفسير أوجه معينة من الحياة. وإذا كنت مصيبا، فإن هذا يعنى أنه حتى لو لم يكن هناك براهين فعلية فى صف النظرية الداروينية (وبالطبع فإن هذه البراهين موجودة) فما زال لدينا فيما ينبغى ما يبرر تفضيلها على كل النظريات المتنافسة.

وإحدى وسائل إبراز هذه النقطة دراميا هي صنع التنبؤ. وأنا أتنبأ بأنه لو حدث قط أن اكتشف شكل للحياة فى جزء آخر من الكون، فمهما كان شكل الحياة هذا غير مألوف وغريب وعجيب فى تفاصيله، إلا أنه سيتبين أنه يشبه الحياة على الأرض من وجه رئيسى واحد: أنه قد تطور بنوع من الانتخاب الطبيعى الداروينى. ولسوء الحظ فإن هذه نبوءة لن نستطيع بأى احتمال أن نخبرها فى زمن حياتنا، ولكنها تظل وسيلة لأن نبرز دراميا إحدى الحقائق الهامة عن الحياة فوق كوكبنا. فالنظرية الداروينية هي من حيث المبدأ قادرة على تفسير الحياة. وما من نظرية أخرى مما قد طرح قط هي من حيث المبدأ قادرة على تفسير الحياة. وسوف أبرهن على ذلك بمناقشة كل النظريات المتنافسة المعروفة، ليس من جهة ما لها أو عليها من براهين ولكن من جهة كفايتها، من حيث المبدأ، كتفسير للحياة.

ويجب أولا أن أحدد ماذا يعنى «تفسير» الحياة. وهناك بالطبع خواص كثيرة للأشياء الحية مما يمكننا وضع قائمة له، وبعض منها هي مما قد يمكن تفسيره بالنظريات المتنافسة. فكما رأينا، فإن الكثير من الحقائق عن توزيع جزئيات البروتين قد يرجع إلى طفرات وراثية محايدة بأولى مما يرجع إلى الانتخاب الداروينى. على أن ثمة خاصة واحدة معينة للأشياء الحية أود إفرادها على أنها مما لا يمكن تفسيره «إلا» بالانتخاب الداروينى. وهذه الخاصة هي تلك التى ظلت موضوعا متعاددا فى هذا الكتاب وهي: التركيب التكييفى. إن الكائنات الحية قد أحسن إعدادها لتبقى وتتكاثر فى بيئاتها، بوسائل يبلغ من كثرة عددها مع قلة احتمالها احصائيا أنه لا يمكن لها أن تكون قد تأتت بضربة حظ واحدة. وقد تبعت بالى فى استخدام مثل العين. وثمة ملمحان أو ثلاثة من ملامح العين التى حسن تصميمها هي مما يمكن تصور أنها قد تأتت بحدث واحد محظوظ. ولكن الأمر الذى يتطلب تفسيرها من نوع خاص يتجاوز مجرد الحظ، لهو مجرد عدد الأجزاء المتشابهة، التى أجد تكييفها كلها للرؤية وأجد تكييف أحدها للآخر. والتفسير الداروينى بالطبع يدخل فيه الحظ أيضا،

فى شكل الطفر. ولكن هذا الحظ يترشح تراكميا بالانتخاب، خطوة فخطوة، عبر أجيال كثيرة. وقد بينت الفصول الأخرى أن هذه النظرية قادرة على أن تمد بتفسير مرضى للتركب التكيفى. وفى هذا الفصل سوف أحاج بأن كل النظريات المعروفة الأخرى «ليست» قادرة على فعل ذلك.

هيا أولا نتناول أبرز منافس تاريخى للداروينية، وهو مذهب اللاماركية. عندما طُرحت نظرية لامارك لأول مرة فى أوائل القرن التاسع عشر، لم يكن ذلك كنظرية منافسة للداروينية، لأن الداروينية لم تكن بعد قد دارت بفكر أحد.. والفارس (\*) دى لامارك كان متقدما عن عصره. فهو واحد من أولئك المثقفين من القرن الثامن عشر الذين أدلوا بحجتهم فى صف التطور. وقد كان مصيبا فى هذا، ويستحق تكريمه لهذا السبب وحده، مع إيرازموس جد تشارلز داروين هو وآخرين. وقد قدم لامارك أيضاً نظرية عن ميكانزم التطور هى أفضل ما يمكن أن يخرج به أى فرد وقتذاك، ولكن ليس من سبب لافتراض أنه لو كانت النظرية الداروينية عن ميكانزم التطور قد ظهرت وقتها، فإن لامارك كان سيرفضها. والداروينية لم تكن قد ظهرت، ومن سوء حظ لامارك أن إسمه، على الأقل فى العالم الذى يتكلم الإنجليزية، أصبح عنوانا لأحد الأخطاء – وهو نظريته عن «ميكانزم» التطور – بدلا من أن يكون عنوان لإيمانه الصحيح «بحقيقة» أن التطور قد حدث. وليس هذا كتاب تاريخ، ولن أقوم بتشريح دراسى لما قاله لامارك نفسه بالضبط. وقد كانت هناك جرعة من الصوفية فى كلمات لامارك الفعلية – فهو مثلا كان لديه إيمان قوى فى التقدم لأعلى سلم يتصور الكثيرون حتى فى وقتنا هذا أنه سلم للحياة؛ وهو قد تكلم عن حيوانات تناضل وكأنها بمعنى ما «تريد» واعية أن تتطور. وسوف أستخلص من اللاماركية العناصر غير المفلغة التى يبدو على الأقل للنظرة الأولى، أنها تفلت بفرصة لأن تقدم بديلا حقيقيا للداروينية. وهذه العناصر، وهى العناصر الوحيدة التى يتخذها «اللاماركيون الجدد» المحذون، هى أساسا عنصران: توارث الخصائص المكتسبة، ومبدأ الاستخدام وعدم الاستخدام.

(\*) الفارس (شيفاليه) لقب من ألقاب التشريف فى فرنسا. (المترجم)

ويقرر مبدأ الاستخدام وعدم الاستخدام أن أجزاء جسد الكائن الحي التي تستخدم تنمو لحجم أكبر. والأجزاء التي لا تستخدم تنزع لأن تضمر شديدا. ومن الحقائق التي تلاحظ أنك حينما تستخدم عضلات معينة فإنها تنمو؛ وأن العضلات التي لا تستخدم قط تنكمش. ويمكننا بفحص جسم إنسان أن نقول أى العضلات يستخدمها وأبها لا يستخدمها. وربما أمكننا حتى أن نخمن مهنته أو هوايته. والمتحمسون لدعوة «بناء الجسم» يستخدمون مبدأ الاستخدام وعدم الاستخدام «لبناء» أجسامهم فيما يكاد يكون قطعة من النحت فى أى شكل غير طبيعى مما تتطلبه الموضة فى تفكير هذه القلة العجيبة. والعضلات ليست هى الجزء الوحيد من الجسم الذى يستجيب للاستخدام على هذا النحو. فلو مشيت عارى القدمين ستكتسب لباطن قدمك جلدا أسمك. ومن السهل أن تميز الفلاح من كاتب البنك بالنظر إلى أيديهما وحدها. فيدا الفلاح خشتان، قد خشنهما التعرض الطويل للعمل الشاق. وإذا حدث قط أن كانت يدا الكاتب خشتين، فإن ذلك لا يصل لأكثر من جساءة (\*) صغيرة على الإصبع الذى يكتب به.

ومبدأ الاستخدام وعدم الاستخدام يمكن الحيوانات من أن تصبح أفضل فى مهمة بقائها فى عالمها، وأن تتحسن قدما أثناء زمن حياتها هى كنتيجة للعيش فى ذلك العالم. والبشر من خلال التعرض المباشر لضوء الشمس، أو لنقص هذا الضوء، يصبح لجلدهم لون يهيؤهم على نحو أفضل للبقاء فى ظروف محلية معينة. وزيادة ضوء الشمس فوق ما ينبغى هى أمر خطر. وأصحاب البشرة الفاتحة جدا الذين يتحمسون لحمامات الشمس يتعرضون لسرطان الجلد. ومن الناحية الأخرى فإن قلة ضوء الشمس عما ينبغى تؤدى إلى نقص فيتامين د والكساح، وهو ما يرى أحيانا عند الأطفال ذوى اللون الأسود وراثيا الذين يعيشون فى اسكندنافيا. فصبغة الميلانين البنية التى تتكون تحت تأثير ضوء الشمس، تصنع حاجزا يحمى ما تحته من أنسجة من التأثيرات الضارة لزيادة ضوء الشمس. وإذا انتقل شخص صبغت الشمس بشرته إلى مناخ أقل شمسا فإن الميلانين يختفى، ويتمكن لجسم من الاستفادة من أى قدر قليل يوجد من الشمس. ويمكن أن يقدم ذلك كمثال لمبدأ الاستخدام وعدم الاستخدام: فالجلد يصبح بنيا عندما «يستخدم»، ويشحب للأبيض

(\*) ما يسمى أحيانا بالعامية كالأو وهى عن الكلمة الأجنبية Callus. (المترجم)

عندما «لا يستخدم». وبعض الأجناس الاستوائية تراث بالطبع حاجزا سميكًا من الميلانين سواء تعرضت كأفراد لضوء الشمس أم لم تتعرض.

هيا نلتفت الآن للمبدأ اللاماركي الرئيسي الآخر، وهو فكرة أن الخصائص المكتسبة هكذا تورث بعدها في الأجيال المستقبلية. وتدل كل البراهين على أن هذه الفكرة هي ببساطة زائفة، ولكنها كانت خلال معظم التاريخ مما يؤمن به كحقيقة. ولا مارك لم يبتكرها، ولكنه ببساطة ضم إليه الحكمة الشعبية لزمانه. وما زال هناك من يؤمن بهذه الفكرة في بعض الدوائر. وقد كان لأُمِّي كلب يصاب أحيانا بالرج، فيرفع إحدى ساقيه الخلفيتين ليحجل على الأرجل الثلاث الأخرى. وكان لإحدى جاراتنا كلب أكبر سنا كان لسوء الحظ قد فقد إحدى رجليه الخلفيتين في حادث سيارة. فكانت مقتنعة بأن كلبها هو ولا بد والد كلب أمي، وبرهان ذلك أنه من الواضح أن الأخير قد ورث عنه عرجه. والحكم الشعبية والحكايات الخرافية مليئة بأساطير كهذه. والكثير من الناس إما أنهم يؤمنون، أو أنهم يحبون الإيمان، بتوارث الخصائص المكتسبة. وحتى قرننا هذا كانت تلك هي النظرية السائدة عن التوارث بين البيولوجيين الجادين أيضا. وداروين نفسه كان يؤمن بها، ولكنها لم تكن جزءا من نظريته عن التطور، وهكذا فإن اسمه لا يرتبط بها في أذهاننا.

ولو ضمنت توارث الخصائص المكتسبة مع مبدأ الاستخدام وعدم الاستخدام، سيكون لديك ما يبدو وكأنه وصفة جيدة للتحسين بالتطور. وهذه الوصفة هي ما شاعت عنونته بنظرية اللاماركية للتطور. فلو أن الأجيال المتتالية خشنت أقدامها بالمشي عارية الأقدام فوق أرض خشنة، فإن كل جيل، فيما تذهب إليه النظرية، سيكون لديه جلد أخشن قليلا من الجيل السابق. وكل جيل سينال ميزة عن الجيل السابق له. وفي النهاية، سيولد الأطفال بجلد خشن بالفعل (وهم يولدون حقا هكذا، وإن كان ذلك لسبب مختلف كما سوف نرى). ولو أن أجيالا متتالية تشمست في الشمس الاستوائية، فسيصبح لونها بنيا أكثر وأكثر لأن كل جيل، حسب النظرية اللاماركية، سيرث بعض صبغة الجيل السابق. وفي الوقت المناسب، سيولدون سودا، مرة أخرى فإنهم يولدون حقا هكذا ولكن ليس للسبب اللاماركي).

والأمثلة الأسطورية هي ذراعا الحداد ورقبة الزرافة. ففي القرى حيث يرث الحداد مهنته عن أبيه، وجدته الأكبر من قبله، كان يظن أنه يرث أيضا عن أسلافه العضلات التي أحسن تدريبيها. وهو لا يرثها فحسب وإنما يضيف إليها من خلال ممارسته هو نفسه، ويمرر أوجه التحسن إلى ابنه. والزرافات السلف ذات الرقاب القصيرة كانت في أشد حاجة للوصول إلى الأوراق العالية فوق الأشجار. فناضلت جاهدة لأعلى، فمطت بذلك عضلات العنق وعظامه. وكل جيل ينتهي برقبة أطول قليلا من سابقه، ويمرر ما وصل إليه من تقدم إلى الجيل التالي. وحسب النظرية اللاماركية الخالصة، فإن كل التقدم التطوري يتبع هذا النمط. فالحيوان يناضل في سبيل شيء يحتاجه. وكنتيجة لذلك فإن أجزاء الجسم التي تستخدم في نضاله تنمو لحجم أكبر، أو أنها تتغير في الاتجاه الملائم. ويورث التغير بواسطة الجيل التالي، وتستمر العملية هكذا. ولهذه النظرية ميزة أنها نظرية تراكمية - وهذا عنصر جوهرى لأي نظرية عن التطور، إذا كان لها أن تفي بدورها في نظرتنا للعالم، كما سبق أن رأينا.

والنظرية اللاماركية فيما يبدو لها جاذبية عاطفية عظيمة لنماذج معينة من المثقفين مثلما لنماذج من غير المتخصصين. وقد اتصل بى ذات مرة أحد زملاء، وهو مؤرخ ماركسى مشهور ومن أكثر الناس ثقافة وعلما. وقال أنه يفهم أن كل الحقائق فيما يبدو ضد النظرية اللاماركية، ولكن ألا يوجد حقا أى أمل فى أنها قد تكون صادقة؟ وأخبرته أنه فى رأى ليس ثمة أمل، وتقبل هو ذلك وهو فى خالص الأسف، قائلا أنه كان يود لأسباب أيديولوجية أن تكون اللاماركية صادقة. فهى فيما يبدو تقدم آمالا أكيدة لإصلاح البشرية. وقد كرس جورج برنارد شو إحدى مقدماته الضخمة (مقدمة مسرحية العودة إلى متوشالغ)<sup>(\*)</sup> للمناصرة المتحمسة لتوارث الخصائص المكتسبة. وقضيته لم يؤسسها على معرفته بالبيولوجيا، فهذا أمر سيوافق شو فى جنل على عدم معرفته لأى شيء فيه. وإنما أسسها على نفور عاطفى من دلالات الداروينية، وهى ذلك «السفر من الحوادث»:

«وهى (أى الداروينية) تبدو بسيطة لأنك لا تتبين أول الأمر كل ما تتضمنه. ولكنها عندما تتجلى لك بكل مغزاها، فإن قلبك ليفوص من داخلك إلى كوم من الرمال. فثمة

(\*) مسرحية عن بشر يطول عمرهم بمثل عمر متوشالغ جد سيدنا نوح. (المترجم)

شئ من جبرية بشعة فيها، حظ لعين مروّع للجمال والذكاء، وللقوة والهدف، وللشرف والإلهام» .

أما أرثر كستلر فهو أديب مبرز آخر لم يستطع أن يتحمل ما رآه من دلالات للداروينية. وكما ذكر ستيفن جولد بسخرية، وإن كان ذلك صوابا، فإن كستلر في كتبه الستة الأخيرة قاد «حملة ضد ما فهمه هو نفسه عن الداروينية فهما سيئا». وهو قد بحث عن ملاذ في بديل لم يكن قط واضحا لى كل الوضوح وإن كان مما يمكن تفسيره كنسخة غامضة من اللاماركية.

وكستلر وشو هما فرديان يفكران لنفسيهما. وآراؤهما الشاذة عن التطور لم يكن لها فيما يحتمل تأثير وإن كنت أتذكر بالفعل، وفي خجل، أن تقديري الخاص للداروينية في العقد الثاني من عمرى قد تأخر لمدة عام على الأقل بفعل خطاب شو الساحر في «العودة إلى متوالح». والجاذبية العاطفية لللاماركية، هى وما صاحبها من عداا عاطفى للداروينية، كان لهما فى بعض الأوقات تأثير أكثر إفسادا، على يد الايديولوجيات القوية التى تستخدم كبديل للفكر. وقد كان ت. د. ليسكنو واحدا من مربي النباتات الزراعية الذين هم من الدرجة الثانية ولا يتميز فى أى مجال عدا السياسة. ولعل عداؤه المتعصب للمندلية(\*)، وإيمانه الحماسى الدوجماطى بتوارث الخصائص المكتسبة أن كان سيتم تجاهلهما فى معظم البلاد المتحضرة بما لا يضر. ولسوء الحظ فقد اتفق أنه يعيش فى بلد حيث للأيديولوجية أهمية أكبر من الحقيقة العلمية. وهكذا عين فى ١٩٤٠ مديرا لمعهد الورايات فى الاتحاد السوفيتى، وأصبح له نفوذ هائل. وأصبحت آراؤه الجاهلة عن الورايات هى الوحيدة التى يسمح بتعليمها فى المدارس السوفيتية طيلة جيل. وحدثت أضرار لا تحصى للزراعة السوفيتية. وتم إعدام الكثيرين من علماء الوراثة السوفيت المبرزين، أو نفيهم، أو سجنهم. وكمثل فإن ن. أ. فافيلوف عالم الوراثة ذو الشهرة العالمية، مات من سوء التغذية فى زنزانة سجن بلا نافذة بعد محاكمة طويلة بتهم ملفقة مضحكة مثل «التجسس لحساب البريطانيين» .

ومن غير الممكن إثبات أن الخصائص المكتسبة لا تورث قط. وذلك لنفس السبب الذى لا يمكن من أجله أن تثبت قط أن الجينات لا توجد. فكل ما نستطيع قوله هو أنه لم

(\*) نسبة لمندل أحد رواد علم الوراثة. (المترجم)

تؤكد قط أى رؤية للجنيات، وأن ما تم إنتاجه لها من صور ضوئية مزعومة هي زيف ملموس. ويصدق الشيء نفسه على ما يزعم من وجود طبقات لأقدام بشرية في مهاد لديناصور بتكساس. وأى مقولة أقرها بأن الجنيات لا توجد هي مستهدفة للاحتمال بأنى فى يوم ما قد أرى أسفل حديقتي شخصا صغيرا ذى أجنحة رقيقة. ووضع نظرية توارث الخصائص المكتسبة هو وضع مماثل لذلك. وتكاد كل محاولات البرهنة على فاعليتها أن تكون ببساطة فاشلة. أما تلك التى نجحت ظاهريا، فإن منها ما ثبت فى النهاية أنه زائف؛ كما مثلا فى الحكاية المشهورة عن حقن المداد الهندي تحت جلد الضفدعة المولدة، والتي رواها آرثر كستلر فى كتابه الذى كان له هذا الإسم. والمحاولات الأخرى قد فشل البحاث الآخرون فى تكرارها. ورغم هذا، إلا أنه كما قد يحدث يوما أن يرى شخص ما جنية أسفل حديقته وهو فى صحوة وفى حوزته آلة تصوير، فإنه بمثل ذلك قد يثبت شخص ما فى أحد الأيام أن الخصائص المكتسبة يمكن توارثها.

على أنه يمكن قول ما هو أكثر قليلا من ذلك. فإن بعض الأشياء التى لم تتم قط رؤيتها على نحو موثوق به، هي رغم ذلك قابلة للتصديق طالما أنها لا تستدعى الشك فى كل شيء آخر نعرفه. فأننا لم أر أى برهان قوى على نظرية أن حيوانات البلصور<sup>(\*)</sup> تعيش الآن فى بحيرة نيس، ولكن نظرتى للعالم لن تتهاوى إذا وجد برهان كهذا. فكل ما سيحدث هو أن تنالى الدهشة (والسرور)، لأنه ما من حفرة بلبصور قد عرفت فى الستين مليون سنة الأخيرة وهذه فيما يبدو فترة أطول من أن تسمح ببقاء عشرينه صغيرة من بقية معمرة لحيوان منقرض. ولكن ليس فى ذلك أى مخاطرة بمبادئ علمية عظيمة. والأمر ببساطة هو من أمور الواقع. ومن الناحية الأخرى، فإن العلم قد كتل لنا فهما جيدا لطريقة سير الكون، وهو فهم يصلح لمدى هائل من الظواهر، وثمة مزاعم معينة هي مما يتعاض مع هذا الفهم، أو هي على الأقل مما يصعب جدا توافقها معه. ويصدق هذا مثلا على الإدعاء الذى يزعم به أحيانا على أسس انجيلية زائفة، من أن الكون قد خلق فحسب منذ ما يقرب من ٦٠٠٠ سنة. فهذه النظرية ليست فقط غير موثقة، بل إنها تتعارض ليس فحسب مع البيولوجيا والجيولوجيا التقليديين، وإنما أيضا مع النظرية الفيزيائية عن النشاط الإشعاعي ومع علم الكونيات (الأجرام السماوية التى تبعد بما يزيد عن ٦٠٠٠ سنة

(\*) Plesiosaurs حيوانات زاحفة بحرية منقرضة، يزعم الآن تكرر ظهورها فى بحيرة باسكتلندا. (المترجم)

ضوئية ينبغي أن تكون غير مرئية لو أنه لم يكن هناك شيء موجود عمره أكبر من ٦٠٠٠ سنة؛ فمجرة التبانة ينبغي أن تكون مما لا يمكن اكتشافه، لا هي ولا أى من المجرات الأخرى التى يبلغ عددها ١٠٠,٠٠٠ مليون مجرة يقر علم الكونيات الحديث بوجودها).

لقد كان هناك أوقات فى تاريخ العلم حيث أطيح بحق بكل العلم التقليدى، بسبب من حقيقة واحدة مبركة. وسنكون من المتعجبين لو أننا قررنا أن إطلاحات كهذه لن تحدث قط ثانية. ولكننا نطالب طبيعيا وبحق، بمستوى أعلى من التوثيق قبل أن نقبل إحدى تلك الحقائق التى تقلب صرحا علميا ناجحا رأسا على عقب، توثيق مستواه أعلى مما نطالب به لتقبل حقيقة ما، هى وإن كانت حتى مما يدهش إلا أنها مما يمكن أن يسعه بسهولة العلم الموجود. وأنا بالنسبة لوجود بلصور فى بحيرة نيس، قد أقبل برهان عيني نفسيهما. أما لو رأيت رجلا يرفع نفسه فى الهواء، فإني قبل أن رفض الفيزياء كلها سوف أشك أئى ضحية لهلوسة، أو حيلة من شعوذة. وثمة مدى متصل بدءا من نظريات يحتمل عدم صدقها ولكنها يمكن بسهولة أن تكون صادقة، ووصولاً إلى النظريات التى لا تكون صادقة إلا بثمن من الإطاحة بالصرح الكبيرة للعلم التقليدى الناجح.

والآن أين تقف اللاماركية فى هذا المدى المتصل؟ إنها تطرح عادة على أنها قريبة قريبا كبيرا من طرف المدى عند «النظريات غير الصادقة ولكنها يمكن بسهولة أن تكون صادقة». وأرد أن أثبت هنا قضية أن اللاماركية، أو على نحو أكثر تحديدا قضية توارث الخصائص المكتسبة، هى وإن لم تكن من نفس المرتبة مثل الارتفاع فى الهواء ببركة الدعاء، إلا أنها قريبة إلى طرف المدى عند «الارتفاع فى الهواء» أكثر من قربها لطرفه عند «وحش بحيرة نيس». إن توارث الخصائص المكتسبة، ليس أحد تلك الأشياء التى يمكن بسهولة أن تكون صادقة، وإنما الأمر فيما يحتمل ليس كذلك. وسوف أحاج بأنه لا يمكن أن يكون صادقا إلا إذا تمت الإحاطة بواحد من أنجح وأعز مبادئ علم الأجنة. فاللاماركية إذن تحتاج إلى أن يتم تعريضها لتشكك مستواه أعلى من مستوى التشكك العادى كما فى «وحش بحيرة نيس». ما هو إذن هذا المبدأ فى علم نمو الأجنة، الذى شاع قبوله ونجاحه والذي يجب الإحاطة به قبل أن يصبح قبول اللاماركية ممكنا؟ إن هذا ليتطلب شرحا قليلا. وسيدو الشرح وكأنه استطراد، ولكن سوف يتضح، فى النهاية تعلقه

بالموضوع. ولنتذكر أن هذا كله هو ما يسبق بدءنا للمحااجة بأن اللاماركية حتى لو «كانت» صادقة، فإنها ستظل غير قادرة على تفسير تطور التركيب التكيفي.

مجال الحديث إذن هو علم الأجنة. إن هناك تقليدياً إنقسام عميق إلى موقفين مختلفين شأن تحول الخلايا المفردة إلى كائنات كاملة. والإسمان الرسميان لهذين الموقفين هما التخلق السبقى (\*) Preformationist والتخلق المتعاقب (\*\*\*) Epigenesis، ولكنى سوف أدعوهما في شكلهما الحديثين نظرية الطبعة الزرقاء للمخطط Blue Print ونظرية الوصفة Recipe. وكان الأتباع الأوائل للتخلق السبقى يؤمنون أن الجسم البالغ «مكون مسبقاً» في الخلية الوحيدة التي كان عليه أن ينمو منها. وقد تصور واحد منهم أنه يمكنه أن يرى في ميكروسكوبه مصغراً دقيقاً للإنسان - «قزم ما» - مكموم داخل الحيوان المنوى (وليس البويضة!). وبالنسبة له فإن النمو الجنيني هو ببساطة عملية تكبير. فكل أجزاء الجسم البالغ موجودة هناك من قبل، وقد تكونت مسبقاً. ومن المفروض أن كل قزم ذكر لديه ما يخصه من حيوانات منوية فائقة التصغير حيث أطفاله هو نفسه مكمومون، وكل من هؤلاء يحوى أطفاله الأحفاد مكمومين... وبصرف النظر تماماً عن هذه المشكلة من الارتداد إلى ما لا نهاية، فإن نظرية التخلق السبقى الساذجة تهمل حقيقة كان وضوحها في القرن السابع عشر لا يكاد يقل عن وضوحها الآن، وهي أن الأطفال يرثون الصفات من الأم مثلما من الأب. وحتى نكون منصفين، فقد كان هناك تخلقيون سبقيون آخرون سماوا «البويضيون»، هم في الراجح أكثر عدداً من «المنويين»، ويؤمنون بأن البالغ يتكوّن مسبقاً في البويضة بدلا من الحيوان المنوى. على أن النظرية البويضية تعاني من نفس المشكلتين كما في النظرية المنوية.

ونظرية التخلق السبقى الحديثة لا تعاني من أى من هاتين المشكلتين، ولكنها ما زالت خطأً. فالنظرية الحديثة - نظرية طبعة المخطط الزرقاء (\*\*\*) - تنادى بأن حامض د ن أ في البويضة المخضبة يرادف طبعة مخطط زرقاء للجسد البالغ. وطبعة المخطط الزرقاء هي رسم للشئ الحقيقي بمقياس مصغّر. والشئ الحقيقي - المنزل، أو القطة، أو أيا ما يكون - هو

(\*) التخلق السبقى نظرية بأن كل أعضاء الجنين موجودة مسبقاً في الجرثومة. (المترجم).

(\*\*) التخلق المتعاقب نظرية بأن الجنين يتكون بسلسلة من التشكلات المتعاقبة. وهي تناقض نظرية التخلق السبقى. (المترجم)

(\*\*\*) تشبيه بالطبعة الزرقاء للمخطط الهندسى. (المترجم)

شيء له ثلاثة أبعاد، بينما طبعة المخطط الزرقاء من بعدين. ويمكنك تمثيل شيء من ثلاثة أبعاد كبناء مثلا، بواسطة مجموعة شرائح من بعدين: مساقط أرضية لكل طابق، ورسوم مساقط شتى، وهلم جرا. وهذا الاختزال للأبعاد هو من باب التسهيل. فالمعماريون يمكنهم أن يزودوا البنائين بنماذج للمنازل مصغرة بالمقاس ومصنوعة في ثلاثة أبعاد من أخشاب عيدان الكبريت والبلازا، ولكن مجموعة النماذج التي على ورق مسطح من بعدين - الطبقات الزرقاء للمخطط - فهي أسهل في حملها في حافظة أوراق، وأسهل في تعديلها، وأسهل في العمل منها.

والاختزال بأكثر من ذلك إلى بعد «واحد»، يصبح ضروريا إذا لزم تخزين المخططات الزرقاء في الشفرة النضبية للكمبيوتر، لتنتقل مثلا بواسطة خط تليفوني لأجزاء أخرى من البلاد. ويتم صنع ذلك بسهولة بإعادة تشفير كل مطبوعة زرقاء من بعدين «كمسحة» Scan ذات بعد واحد. وصور التليفزيون يتم تشفيرها بهذه الطريقة لبثها على موجات الهواء. ومرة أخرى فإن ضغط الأبعاد هو في جوهره وسيلة شفرية بسيطة. والنقطة الهامة هو أنه ما زال يبقى هناك تناظر الواحد بالواحد بين الطبعة الزرقاء والبناء. وكل جزء من طبعة المخطط الزرقاء يناظر جزء مماثلا من البناء. وبمعنى ما، تكون الطبعة الزرقاء مصغر «مسبق التخليق» للمبنى، وإن يكن هذا المصغر مما يمكن إعادة تشفيره في أبعاد أقل مما للمبنى.

وسبب ذكر اختزال المخططات الزرقاء إلى بعد واحد هو بالطبع أن د ن أ هو شفرة ذات بعد واحد. وكما أنه من الممكن نظريا نقل نموذج بمقياس مصغر لأحد الأبنية بواسطة خط تليفوني له بعد واحد - أى نقل المخططات الزرقاء في مجموعة مرقمة - فإنه من الممكن نظريا بمثل ذلك تماما نقل نموذج للجسم بمقياس مصغر بواسطة شفرة د ن أ المرقمة ذات البعد الواحد. وهذا لا يحدث، ولكنه لو حدث سيكون من الإنصاف القول بأن البيولوجيا الجزيئية الحديثة قد برأت نظرية التخلق السبقى القديمة. هيا الآن ننظر في أمر تلك النظرية العظيمة الأخرى في علم الأجنة، نظرية التخلق المتعاقب، نظرية الوصفة أو «كتاب الطهي».

إن وصفة في أحد كتب الطهي ليست بأى معنى طبعة المخطط الزرقاء للفتيرة التي

ستخرج فى النهاية من الفرن. وليس سبب هذا أن الوصفة هى خيط كلمات من بعد واحد بينما الفطيرة شئ من ثلاثة أبعاد. فكما رأينا من قبل، فمن الممكن تماما بطرق من المسح، أن يتحول نموذج مصغر بالمقاس إلى شفرة من بعد واحد. ولكن الوصفة ليست نموذجا مصغرا بالمقاس، ليست توصيفا للفطيرة وقد تمت، وليس فيها بأى معنى تمثيل النقطة بالنقطة. إنها مجموعة من «التعليمات» إذا نفذت بالترتيب الصحيح سينتج عنها فطيرة. والطبعة الزرقاء الحقيقية لمخطط الفطيرة، التى تُشفر فى بعد واحد ستكون من سلسلة من مسحات خلال الفطيرة، وكأن أسياخا قد مررت مرارا من خلالها فى تثال منتظم، لأسفل الفطيرة ومن الجانب للآخر. وسوف يسجل فى الشفرة ما يحيط مباشرة بسن السيخ على مسافات من المليمتر؛ وكمثل فإن الإحداثيات المضبوطة لكل زبيبة وكسرة من الفطيرة سيمكن استعادتها من المعطيات المتسلسلة. وسيكون هناك رسم لخريطة فيها بصورة محكمة تماثل الواحد بالواحد بين كل جزء من الفطيرة والجزء المناظر من طبعة المخطط الزرقاء. ومن الواضح أن هذا ليس فيه أيا مما يشابه الوصفة الحقيقية. فليس هناك خريطة ترسم يتمثل فيها تماثل الواحد بالواحد أجزاء من الفطيرة مع كلمات أو حروف الوصفة. ولو تطابقت خريطة كلمات الوصفة مع أى شئ، فإنه لن يكون أجزاء مفردة من الفطيرة التامة ولكنه سيكون خطوات مفردة فى طريقة صنع الفطيرة.

والآن، فنحن حتى وقتنا هذا لا نفهم كل شئ، أو حتى معظم الأشياء، عن طريقة نمو الحيوانات من البيضة المخصبة. ومع ذلك، فإن ثمة دلائل قوية جدا على أن الجينات تشبه الوصفة إلى حد أكبر كثيرا من أن تشبه طبعة المخطط زرقاء. والحقيقة أن التمثيل مع الوصفة هو الأولى فى الواقع بأن يكون التمثيل الجيد، بينما التمثيل مع الطبعة الزرقاء للمخطط لهو خطأ فيما يكاد يكون كل التفاصيل وإن كان كثيرا ما يستخدم بلا تفكير فى كتب المراجع الابتدائية، وخاصة الحديث منها. فالنمو الجنينى هو سياق. إنه تثال مرتب من الأحداث، مثل طريقة صنع الفطيرة، فيما عدا أن هناك خطوات أكثر بالملايين فى هذا السياق، كما أن ثمة خطوات مختلفة تجرى متزامنة فى أجزاء كثيرة مختلفة من «الطبق». ومعظم الخطوات تتضمن تكاثرا خلويا، يولد عددا هائلا من الخلايا، بعضها يموت، والبعض الآخر منها ينضم مع البعض ليشكل الأعضاء، والأنسجة، والبنىات الأخرى ذات الخلايا الكثيرة. وكما رأينا فى فصل سابق كيف أن سلوك خلية «معينة» لا

يعتمد على الجينات التي تحويها - لأن كل خلايا الجسد تحوي نفس مجموعة الجينات - ولكنه يعتمد على أى مجموعة فرعية من الجينات هى التى يتم تشغيلها فى هذه الخلية. وفى أى مكان معين من الجسد النامى، عند أى وقت بعينه أثناء النمو، يتم فحسب تشغيل أقلية من الجينات. وفى الأماكن المختلفة من الجنين، عند الأوقات المختلفة أثناء النمو، فإنه يتم تشغيل مجموعات أخرى من الجينات. وهكذا فإن تشغيل جينات معينة بالضبط فى أى خلية بعينها عند أى وقت بعينه، يعتمد على الظروف الكيميائية فى تلك الخلية. وهذا بدوره يعتمد على الظروف السابقة فى ذلك الجزء من الجنين.

وفوق ذلك فإن التأثير الذى يكون لأحد الجينات عندما «يحدث» تشغيله يعتمد على ما يكون هنالك فى هذا الجزء المحلى من الجنين مما سيتم التأثير فيه. فالجين الذى يتم تشغيله فى الخلايا التى فى قاعدة الحبل الشوكى فى ثالث أسبوع من النمو يكون له تأثير مختلف تماما عن تأثير الجين نفسه عندما يتم تشغيله فى خلايا الكتف فى الأسبوع السادس عشر من النمو. وهكذا فإن تأثير الجين، إن كان له أى تأثير، «ليس» بخاصة بسيطة للجين نفسه. ولكنه خاصة للجين وهو فى تفاعل مع التاريخ الحديث للبيئة المحيطة به محليا فى الجنين. وهذا يجعل فكرة أن الجينات لها أى مشابهة بطبعة زرقاء لمخطط الجسم فكرة هراء. والشئ نفسه لو تذكرت، كان يصدق أيضا على بيومورفات الكمبيوتر.

وإذن فليس هناك خريطة فيها تناظر الواحد بالواحد بين الجينات وأجزاء الجسم، بما هو أكثر من وجود خريطة تناظر بين كلمات الوصفة وكسرات الفطيرة. والجينات إذا أخذت معا، فإنها يمكن النظر إليها كمجموعة من التعليمات لتنفيذ سياق، تماما مثلما تكون الكلمات فى الوصفة عندما تؤخذ معا، بمثابة مجموعة من التعليمات لتنفيذ سياق. ولعلنا قد تركنا القارئ الآن وهو يتساءل كيف يمكن لعلماء الوراثة فى هذه الحالة أن يكسبوا عيشهم. كيف يمكن قط الحديث عن جين للأعين الزرقاء، أو جين لعمى الألوان، دع عنك إجراء أبحاث عنها؟ أليست الحقيقية ذاتها من أن علماء الوراثة يستطيعون دراسة تأثيرات جينات مفردة هكذا، فيها ما يدل على أنه «يوجد» حقا نوع ما من خريطة بجين معين / لجزء معين من الجسم؟ أليس فى ذلك ما يفند كل شئ كنت أقوله عن أن مجموعة الجينات هى وصفة للجسد النامى؟ كلا مطلقا؟ من المؤكد أن الأمر ليس كذلك، ومن المهم أن نفهم السبب.

لعل أحسن طريقة لإدراك ذلك هي أن نعود وراءاً إلى مثال الوصفة. فمما سنتفق عليه أنك لا تستطيع تقسيم الفطيرة إلى مكوناتها من كسرات وتقول «هذه الكسرة تناظر أول كلمة في الوصفة، وتلك الكسرة تناظر الكلمة الثانية في الوصفة»، الخ. وبهذا المعنى فإنه مما سنتفق عليه أن الوصفة كلها تطابق الفطيرة كلها. ولكن لنفرض الآن أننا غيرنا كلمة واحدة في الوصفة؛ لنفرض مثلاً أننا أزلنا كلمة «مسحوق الخبز» أو غيرناها إلى «الخميرة». ثم خبزنا مائة فطيرة حسب النسخة الجديدة للوصفة، ومائة فطيرة حسب النسخة القديمة للوصفة. سيكون هناك اختلاف رئيسي بين مجموعتي الفطائر، وهذا «الاختلاف» يرجع إلى اختلاف كلمة واحدة في الوصفتين. ورغم أنه ليس هناك خريطة من تناظر الواحد بالواحد بين الكلمات وكسر الفطيرة، فإن هناك تناظر الواحد بالواحد بين «اختلاف» الكلمة و«اختلاف» الفطيرة ككل. فمسحوق الخبز لا يناظر أى جزء بعينه من الفطيرة: إن مفعوله يؤثر في التخمر، وبالتالي في الشكل النهائي للفطيرة ككل. ولو حذفنا «مسحوق الخبز» أو استبدلنا به «الدقيق» فإن الفطيرة لن تتخمر. ولو استبدلنا به «الخميرة» فإن الفطيرة ستتخمر ولكن طعمها سيكون أشبه بالخبز. وسيكون ثمة اختلاف مميز يؤكد بين الفطائر التي خبزت حسب النسخة الأصلية وتلك التي خبزت حسب النسخ «الطافرة» للوصفة، حتى ولو لم يكن ثمة «قطعة» معينة من أى فطيرة تناظر الكلمات التي يبحث أمرها. وهذا تماثل جيد لما يحدث عندما يطفر أحد الجينات.

بل وثمره تماثل أفضل، ذلك أن الجينات تمارس تأثيرات كمية والطفرة تغير من قدركم هذه التأثيرات، وتمثيل ذلك هو بتغيير درجة الحرارة من ٣٥٠ درجة إلى ٤٥٠ درجة. فالفطائر عندما تخبز حسب نسخة الوصفة «الطافرة» ذات الحرارة الأعلى ستكون النتيجة في النهاية أنها تختلف ليس فحسب في جزء منها، بل في كل مادتها، عن الفطائر التي تخبز حسب النسخة الأصلية ذات الحرارة الأدنى. على أن التماثل ما زال أبسط مما يجب. فحتى نمثل «خبز» الطفل، ينبغي ألا نتخيل سياق واحد في فرن واحد، وإنما شبكة من سيور ناقلة، تمرر أجزاء مختلفة من الطبق من خلال عشرة ملايين من الأفران المصغرة المختلفة، بالتالي وبالتوازي، وكل فرن يخرج مجموعة مختلفة من النكهات المولفة من ١٠,٠٠٠ مكون أساسى. والنقطة الرئيسية فى مثال الطهى، من أن الجينات ليست طبعة مخطط زرقاء وإنما هى وصفة لسياق، لهى نقطة تظهر خلافة فى هذه النسخة المركبة للمثال بصورة أقوى حتى من النسخة البسيطة.

والآن فقد حان الوقت لتطبيق هذا الدرس على مسألة توارث الخصائص المكتسبة. إن الأمر المهم عند بناء شيء ما من الطبعة الزرقاء للمخطط، إذ تقارن بالوصفة، هو أن السياق في الطبعة يكون «قابلا للانعكاس». فلو أن لديك منزلا، سيكون من السهل إعادة تكوين الطبعة الزرقاء للمخطط. فما عليك إلا أن تقيس كل أبعاد المنزل لترسمها مصغرة. ومن الواضح أنه إذا كان يلزم للمنزل أن «يكتسب» أى خصائص - كأن يهدم مثلا جدار داخلي لإعطاء مسقط مفتوح أرضي - فإن «طبعة المخطط الزرقاء المعكوسة» ستسجل بأمانة هذا التعديل. ولو كانت الجينات توصيفا للجسد البالغ لكان الأمر يمثل ذلك تماما. فلو أن الجينات كانت طبعة مخطط زرقاء، لكان من السهل أن نتخيل أن أى خاصية قد اكتسبها الجسم خلال حياته ستتم ترجمتها بأمانة إلى الشفرة الوراثية، وبالتالي تمرر إلى الجيل التالي. ولكن ابن الحداد فى الواقع لا يستطيع أن يرث نتائج ممارسة أبيه. وسبب ذلك أن الجينات ليست طبعة مخطط زرقاء. وإنما هى وصفة، وهكذا فإن ذلك من غير الممكن. ونحن لا نستطيع أن نتخيل أن الخصائص المكتسبة هى مما يورث، بمثلما لا نستطيع أن نتخيل التالى: ثمة فطيرة قد قطعت منها شريحة واحدة. والآن فإن توصيف هذا التعديل يضاف بالتغذية المرتدة إلى الوصفة، فتتغير الوصفة على نحو ينتج عنه أن الفطيرة التالية التى تخبز حسب الوصفة المعدلة تخرج من الفرن وقد نقص منها بالفعل على نحو متقن شريحة واحدة.

واللامركيون مغرمون تقليديا بالجسأت، فهيا بنا نستخدم هذا المثل. سنفترض أن لدينا كاتب بنك يدها لينتان مرفهتان فيما عدا جسأة خشنة على الإصبع الأوسط ليده اليمنى، إصبعه الذى يكتب به. فإذا كانت أجيال سلالته كلها تكثر من الكتابة، فإن اللامركيين سيتوقعون أن الجينات التى تتحكم فى نمو الجلد فى هذه المنطقة سوف تتغير بطريقة ينتج عنها أن تتم ولادة الأطفال وقد خشن عندهم بالفعل الإصبع الملائم. ولو كانت الجينات طبعة مخطط زرقاء لكان هذا سهلا. فسوف يكون هناك جين «لكل» ملليمتر مربع من الجلد (أو الوحدة الصغيرة المناسبة). وسوف يتم «مسح» كل سطح جلد كاتب البنك البالغ، ويتم بحرص تسجيل خشونة كل ملليمتر مربع، ويغذى ذلك تغذية مرتدة للجينات الخاصة «لهذا» الملليمتر المربع بعينه، وبالذات للجينات الملائمة فى حيواناته المنوية.

ولكن الجينات ليست طبعة مخطط زرقاء. وليس هناك بأى معنى جين «لكل» ملليمتر

مربع. وليس هناك بأى معنى جسم بالغ يمكن مسحه وتغذية توصيفه تغذية مرتدة للجينات. ولا يمكن «البحث» عن «إحداثيات» الجسأة فى السجل الوراثى وتغيير الجينات «الملائمة». فالنمو الجنينى هو سياق، تساهم فيه كل الجينات العاملة؛ سياق عندما يتم تباعه اتباعا صحيحا فى الاتجاه الأمامى، سينتج عنه جسد بالغ؛ ولكن هذا السياق هو فطريا بطبيعته نفسها غير قابل للانعكاس. إن توارث الخصائص المكتسبة ليس فقط مما «لا» يحدث: بل إنه مما «لا يمكن» حدوثه فى أى شكل للحياة يكون نموه الجنينى بالتخلق المتعاقب وليس بالتخلق المسبق. وأى بيولوجى يناصر اللاماركية، رغم أنه قد يصدمه سماع التالى، إلا أنه بالتضمنين يناصر علما لنمو الأجنة ينتمى للمذهب الذرى، الحتمى، الردى. ولا أريد أن أثقل على القارئ العام بهذا الصنف الصغير من كلمات الرطانة المتعالية<sup>(\*)</sup>: إننى فحسب لم أستطع مقاومة الوجه الساخر الناجم عن أن البيولوجيين الذين يقتربون اليوم أوثق الاقتراب من التعاطف مع اللامركية يتفق أيضا أنهم بالذات مغمومون باستخدام هذه الكلمات المنحرفة ذاتها فى نقد الآخرين.

وهذا لا يعنى القول بأنه قد لا يوجد فى مكان ما من الكون بعض نظام غريب للحياة «يكون» نمو الأجنة فيه حسب مذهب التخلق السبقى؛ شكل من الحياة يكون له حقا «وراثيات الطبعة الزرقاء للمخطط»، وبالتالي فإنه يستطيع فى الواقع أن يورث الخصائص المكتسبة. وكل ما أوضحته حتى الآن هو أن اللامركية لا تتفق مع علم نمو الأجنة كما نعرفه. ودعواى فى مستهل هذا الفصل كانت أقوى من ذلك: وهى أنه حتى لو كانت الخصائص المكتسبة مما «يمكن» توريثه، فإن النظرية اللامركية تظل غير قادرة على تفسير التطور التكييفى. وهذه الدعوى من القوة بحيث أنها مقصود بها أن تنطبق على كل أشكال الحياة، فى كل مكان من الكون. وهى تتأسس على خطين من الاستدلال، أحدهما يختص بصعوبات تتعلق بمبدأ الاستخدام وعدم الاستخدام، والآخر يختص بمشاكل أخرى بشأن توارث الخصائص المكتسبة. وسوف أتناولهما بعكس الترتيب.

إن مشكلة الخصائص المكتسبة هى أساسا كالتالى. قد يكون كل شئ صالح لورائه الخصائص المكتسبة، ولكن الخصائص المكتسبة ليست كلها من التحسينات. والحقيقة فإن

(\*) يشير المؤلف هنا إلى آراء بعض البيولوجيين الذين انتقدوا نظرياته لما فيها من حتمية بيولوجية وردية كما ورد مثلا فى كتاب «ليس فى جيناتنا» لستيفن روز وآخرين. (المترجم).

الأغلبية العظمى منها هي إصابات. ومن الواضح أن التطور لن يمضى فى الإتجاه العام للتحسين التكيفى لو أن الخصائص المكتسبة كان يتم توارثها بلا تمييز: فتمرر السيقان المكسورة، وندوب الجدرى خلال الأجيال بنفس القدر الذى تمرر به الأرجل المخشنة والجلد المصبوغ. ومعظم الخصائص التى تكتسبها أى ماكينه بتزايد عمرها تنزع لأن تكون تراكمات لما أفسده الزمان: فهى تبلى. ولو أن هذه التراكمات جمعت معا بطريقة ما من عملية مسح وغذيت فى طبعة المخطط الزرقاء للجيل التالى، لأصبحت الأجيال المتتالية أكثر وأكثر عجزا. وبدلا من أن يبدأ كل جيل جديد بداية جديدة بطبعة مخطط زرقاء جديدة، فإنه سيبدأ الحياة مثقلا ومليئا بالندوب مما تراكم من عطب وجروح الأجيال السابقة.

وليست هذه المشكلة مما لا يذلل بالضرورة. فمما لا ينكر أن بعض الخصائص المكتسبة هي تحسينات، ومما يمكن تصوره نظريا أن ميكانيزم التوارث قد يميز على نحو ما التحسينات عن الإصابات. ولكننا عندما نتساءل عن الكيفية التى قد يعمل بها هذا التمييز، فإننا وقتها نكون موجّهين إلى السؤال عن السبب فى أن بعض الخصائص المكتسبة «تكون» أحيانا تحسينات. لماذا مثلا، تصبح فعلا مناطق الجلد المستخدمة، مثل باطن قدم عداء عارى القدمين، أسمك وأخشن؟ وفيما يظهر فإن الأمر الذى يبدو أنه أكثر احتمالا هو أن يصبح الجلد أقل سمكا: ففى معظم الماكينات يقل سمك الأجزاء المعرضة لأن تبلى مع الاستخدام، وذلك لسبب واضح هو أن بليها يزيل الجسيمات بأولى من أن يضيف إليها.

والداروينى عنده بالطبع إجابة جاهزة لذلك. فالجلد الذى يتعرض لأن يبلى بالاستعمال يصبح أسمك، لأن الانتخاب الطبيعى فى ماضى الأسلاف قد حدد أولئك الأفراد الذين اتفق أن جلدهم يستجيب لبلى الاستخدام بهذه الطريقة المفيدة. وبالمثل فإن الانتخاب الطبيعى يحدد أولئك الأفراد من الأجيال السالفة الذين اتفق أنهم يستجيبون لضوء الشمس بأن يصبحوا سمرا. والداروينى ينادى بأن السبب الوحيد لأن الأقلية من الخصائص المكتسبة هي التى تكون من التحسينات هو أن ثمة أساسا لذلك من سابق الانتخاب الداروينى. وبكلمات أخرى فإن النظرية اللامركية لا تستطيع تفسير التحسين التكيفى فى التطور إلا لو كان الأمر وكأنها تمتطى سهوة النظرية الداروينية. وبافتراض أن الانتخاب الداروينى

موجود. ها هنا فى الخلفية ليؤكد أن بعض الخصائص المكتسبة هى ذات فائدة، وليزود بميكانيزم لتمييز ما هو مفيد عما هو ضار من المكتسبات، فإن توارث الخصائص المكتسبة قد يؤدي، فيما يمكن تصوره، إلى بعض تحسين تطورى. ولكن «التحسين»، بما هو عليه هكذا، يرجع كله إلى الأساس الداروينى. فنحن مجبرون على الرجوع إلى الداروينية حتى نفسر الوجه التكييفى من التطور.

ويصدق الشئ نفسه على نوع من التحسينات المكتسبة يكاد يكون أهم مما سبق، وهو تلك التحسينات التى نجمعها معا تحت عنوان التعلم. فالحيوان أثناء سياق حياته يصبح أكثر مهارة فى العمل على كسب عيشه. فيتعلم ما الذى يكون صالحا له وما الذى لا يكون. ويخزن مخه مكتبة كبيرة من المعلومات عن عالمه، وعن أى الأفعال تتجه إلى أن تؤدى إلى النتائج المطلوبة وأبها يؤدي إلى النتائج غير المطلوبة. وبالتالي فإن الكثير من سلوك الحيوان يندرج تحت عنوان الخصائص المكتسبة، والكثير من هذا النوع من الاكتساب - التعلم - يستحق حقا بالفعل لقب التحسين. ولو أمكن للوالدين بطريقة ما أن يسجلوا على جيناتهم الحكمة المستقاة من خبرة الزمن الذى عاشوه، بحيث أن ذريتهم تولد وقد تواجد فيها جيليا مكتبة من الخبرة المنجزة، وهى مهياة للاعتماد عليها، فإن أفراد هذه الذرية سوف يستطيعون بدء الحياة بوثبة متقدمة. فالتقدم التطورى قد تزيد سرعته حقا لو أن الحكمة والمهارات التى يتم تعلمها كانت تنضم أوتوماتيكيا إلى الجينات.

ولكن هذا كله يفترض مسبقا أن تغيرات السلوك التى نسميها التعلم هى حقا تحسينات. فلماذا «ينبغي» لها بالضرورة أن تكون تحسينات؟ إن الحيوانات بالفعل، وكأمر واقع، تتعلم أن تفعل ما هو صالح لها بدلا من أن تفعل ما هو ضار بها، ولكن لماذا؟ إن الحيوانات تنزع إلى تجنب الأفعال التى أدت إلى الألم فيما مضى. ولكن الألم ليس مادة. فالألم فحسب هو ما يعامله المخ على أنه ألم. ومن حسن الحظ فى الحقيقة أن هذه الأحداث التى تعامل على أنها مؤلمة، كما مثلا عند اختراق سطح الجسم اختراقا عنيفا، يتفق أيضا أنها هى تلك الأحداث التى تنزع إلى تهديد بقاء الحيوان. على أننا يمكننا بسهولة تخيل جنس من الحيوانات التى «تستمتع» بالإصابة وبالأحداث الأخرى التى تهدد بقاءها؛ جنس من الحيوانات قد بنى مخها بحيث يستمتع بالجراح، ويحس بالألم من

من تلك المثريات التي من مثل مذاق الطعام المغذى، والتي تبشر بما يصلح لبقائها. وسبب أننا في الحقيقة لا نرى مثل هذه الحيوانات الماسوشية في العالم هو السبب الدارويني من أن الأجداد الماسوشيين هم لأسباب واضحة ما كانوا ليقبوا ليرتكوا سلالة ترث ماسوشيتهم. ولعله يمكننا بالانتخاب المصطنع، داخل أقفاص وثيرة وتحت ظروف مرفهة حيث يصبح بقاء الحيوان مضمونا بواسطة فرق من البيطريين والملاحظين، يمكننا أن نربي جنسا من الماسوشيين بالوراثة. أما في الطبيعة، فإن ماسوشيين كهؤلاء لن يبقوا، وهذا هو السبب الأصلي في أن التغيرات التي نسميها التعلم تنزع لأن تكون تحسينات وليست العكس. ها نحن قد وصلنا ثانية إلى استنتاج أنه لا بد من وجود أساس دارويني لتأكيد أن الخصائص المكتسبة هي مفيدة.

هيا الآن نلتمت إلى مبدأ الاستخدام وعدم الاستخدام. يبدو فعلا أن هذا المبدأ يكاد يكون صالحا للعمل بالنسبة لبعض أوجه التحسينات المكتسبة. وهذا كقاعدة عامة لا تعتمد على تفاصيل خاصة. ونقول هذه القاعدة ببساطة أن «أى جزء من الجسم يُستخدم كثيرا ينبغي أن ينمو إلى حجم أكبر؛ وأى جزء لا يستخدم ينبغي أن يصبح أصغر أو حتى أن يذوى تماما». وحيث أنه يمكننا أن نتوقع أن الأجزاء المفيدة من الجسم (وبالتالي التي يفترض أنها أجزاء مستخدمة) هي بعامة ستستفيد من زيادة حجمها، بينما الأجزاء غير المفيدة من الجسم (وبالتالي التي يفترض عدم استخدامها) يمكن أيضا ألا يكون لها وجود على الإطلاق، فإنه يبدو فعلا أن هذه قاعدة لها شيء من الجدارة بعامة. ومع كل فإن هناك مشكلة كبيرة بشأن مبدأ الاستخدام وعدم الاستخدام. وهي أنه حتى لو لم يكن ثمة اعتراض آخر عليها، فإنها أداة أحسن كثيرا من أن تكون هي التي تشكل تلك التكيفات الرهيفة رهاقة خلافة التي تراها بالفعل في الحيوانات والنباتات.

وإذا كانت العين مثلا مفيدة فيما سبق، فلماذا لا تكون كذلك ثانية؟ تصور كل تلك الأجزاء العاملة المتشابكة المتعاونة: العدسة بشفافيتها النقية، تصحيحها للون وتصحيحها للتشوهات الكروية؛ ثم العضلات التي تستطيع في التوضبط بؤرة العدسة على أى هدف على مسافة تبدأ من بوصات قليلة حتى المالا نهاية؛ وحجاب القرنية أو ميكاترم

«التحكم فى الضوء»، الذى يقوم باستمرار بالضبط الدقيق لحدقة العين، بمثل ما فى آلة التصوير التى يدخل فى بنيتها مقياس للضوء وكمبيوتر سريع متخصص؛ والشبكية بما تحويه من ١٢٥ مليوناً من الخلايا الضوئية ذات الشفرة اللونية؛ والشبكة الرهيفة للأوعية الدموية التى تغذى كل جزء من الماكينة بالوقود؛ بل والشبكة الأرهف للأعصاب - مرادفات الأسلاك الموصلة والرقائق الالكترونية. أبقى فى ذهنك كل هذا التركيب المنحوت فى رهافة، ثم اسأل نفسك إذا كان يمكن أن يجمع هذا معا بواسطة مبدأ الاستخدام وعدم الاستخدام. والإجابة كما يبدو لى هى «لا» واضحة. فالعدسة فيها شفافية تصحيح للانحرافات الكروية واللونية. هل يمكن أن يتأتى ذلك بمحض «الاستخدام»؟ هل يمكن غسل العدسة حتى النقاوة بواسطة كم الفوتونات التى تنصب من خلالها؟ هل تكون العدسة أفضل لأنها تستخدم، أى لأن الضوء قد مر من خلالها؟ بالطبع لا. فلماذا حقا ينبغى أن تكون كذلك؟ هل تقوم خلايا الشبكية بفرز أنفسها إلى أنواع ثلاثة فى حساسيتها للون، لجرد أنها تُقذف بضوء من ألوان مختلفة؟ ومرة أخرى لماذا ينبغى لها حقا أن تكون كذلك؟ أما عضلات البؤرة فإنها ما إن توجد، حتى يصبح من الحقيقى أن سيجعلها استخدامها تنمو لتصبح أكبر وأقوى؛ ولكن هذا فى حد ذاته لن يجعل الصور تقع فى بؤرة أدق. والحقيقة أن مبدأ الاستخدام وعدم الاستخدام يعجز عن أن يشكل من التكيفات إلا أشدها فجاجة وأقلها تأثيراً.

ومن الناحية الأخرى فإن الانتخاب الداروينى لا يجد صعوبة فى أن يفسر كل تفصيل دقيق. إن الإبصار الجيد للعين، قد يكون فيه، على نحو صحيح وصادق بأدق التفاصيل، مسألة حياة أو موت بالنسبة للحيوان. والعدسة التى يتم لها بصورة صحيحة ضبط بعدها البؤرى وتصحيحه إزاء الانحراف، قد يكون فيها هكذا الفارق كله بالنسبة لطائر سريع الطيران كالسمامة، الفارق بين أن تصطاد ذبابة أو أن تصطدم بصخرة. وحجاب القرزية الذى أجيد صنعه بحيث يحجب الضوء سريعاً عندما تبرز الشمس، قد يكون فيه الفارق كله بين رؤية المفترس فى الوقت المناسب للهرب، وبين الانبهار بالضوء للحظة قاتلة. وأى تحسن فى فاعلية العين، مهما كان خفياً ومهما كان دفيناً فى الأنسجة الداخلية، فإنه يمكنه أن يساهم فى بقاء الحيوان ونجاح تكاثره وبالتالى فى نشر الجينات

التي صنعت التحسين. وإذن فإن الانتخاب الدارويني يستطيع أن يفسر تطور التحسين. والنظرية الداروينية تفسر تطوير جهاز ناجح للبقاء، كنتيجة مباشرة لذات نجاحه. واقتراح التفسير بما هو سيفسر، لهو اقتراح مباشر ومفصل.

والنظرية اللاماركية من الناحية الأخرى تعتمد على اقتراح مفكك فح: القاعدة بأن أى شئ يكثر استخدامه سيكون أفضل لو كان أكبر. ويصل هذا إلى الاعتماد على علاقة ارتباط بين حجم العضو وفاعليته. وإذا كانت هناك علاقة هكذا، فمن المؤكد أنها ضعيفة أقصى الضعف. والنظرية الداروينية تعتمد بالفعل على علاقة ارتباط بين ما للعضو من «فعالية» هو وفاعليته: وهى علاقة ترابط كاملة بالضرورة! وهذا الضعف فى النظرية اللاماركية لا يعتمد على حقائق تفصيلية حول الأشكال المعينة للحياة التى نراها على هذ الكوكب. وإنما هو ضعف عام ينطبق بالنسبة لأى نوع من التركيب التكييفى، وإنى لأعتقد أنه ينطبق ولا بد بالنسبة للحياة فى أى مكان فى الكون، مهما كان مدى مخالفة وغرابة تفاصيل تلك الحياة.

وإذن فإن تفنيدنا للاماركية فيه نوع من تدميرها. فأولا، فإن زعمها الأساسى بتوارث الخصائص المكتسبة يبدو زائفا فى كل أشكال الحياة التى درسناها. وثانيا، فهو ليس وحسب زائفا، وإنما «لابد» أيضا من أن يكون زائفا فى أى شكل من الحياة يعتمد على نمو أجنة من نوع الخلق المتعاقب (الوصفة) بدلا من نوع التخلق السبقى (طبعه التصميم الزرقاء)، ويشمل هذا كل أشكال الحياة التى درسناها. وثالثا، حتى لو كانت مزاعم النظرية اللاماركية صادقة، فإن النظرية من حيث المبدأ، وبسبب من عاملين منفصلين تماما، هى غير قادرة على تفسير تطور التركيب التكييفى الجدى، ليس فحسب على هذه الأرض وإنما فى أى مكان من الكون. وإذن فليس الأمر أن اللاماركية نظرية منافسة للنظرية الداروينية يتفق أنها نظرية خطأ. فاللاماركية ليست مطلقا منافسة للداروينية. بل هى ليست «مرشحة» جديا لتفسير تطور التركيب التكييفى. فهى مدانة من بادئ الأمر كمنافس بالإمكان للداروينية.

وثمة نظريات أخرى قليلة قدمت، بل ولا تزال تقدم أحيانا، كبدايل للانتخاب الدارويني. ومرة أخرى سوف أبين أنها ليست مطلقا بدائل جديدة حقا. وسوف أبين

(والأمر واضح حقا) أن هذه «البدائل» - «الحيادية» و «الطفرية»، وهلم جرا - قد تكون أو لا تكون مسؤولة عن بعض نسبة مما يلاحظ من تغير تطوري، ولكنها لا يمكن أن تكون مسؤولة عن التغير التطوري «التكيفي»، أى التغير فى اتجاه بناء أدوات محسنة للبقاء، مثل الأعين، والآذان، ومفاصل المرفق، وأدوات قياس البعد بالصدى. وبالطبع فإن قدرا كبيرا من التغير التطوري قد يكون غير تكيفي، وفى هذه الحالة فإنه يمكن لهذه النظريات البديلة أن تصبح مهمة فى أجزاء من التطور، ولكنها فقط الأجزاء المملة من التطور، وليست الأجزاء المختصة بما هو خصوصى للحياة إذ تقارن بالاحياء. ويتضح هذا بصفة خاصة فى حالة النظرية الحيادية عن التطور. وهذه نظرية لها تاريخ طويل، ولكنها يسهل فهمها بالذات فى مظهرها الجزئى الحديث الذى انتشرت فيه انتشارا واسعا بواسطة عالم الوراثة اليابانى العظيم موتو كيمورا، الذى يتفق أن أسلوب نثره الانجليزى هو مما ينجل الكثيرين من المتحدثين الوطنيين.

وقد سبق أن التقينا لقاءا وجيزا بالنظرية الحيادية. والفكرة، كما متذكر، هى أن النسخ المختلفة لنفس الجزئ، التى تختلف فى التابع الدقيق لأحماضها الأمينية، كما مثلا فى نسخ جزئ الهيموجلوبين، هى بالضبط نسخ صالحة للعمل إحداها مثل الأخرى. ويعنى هذا أن الطفرات من نسخة بديلة من الهيموجلوبين إلى الأخرى هى «محايدة» طالما يتعلق الأمر بالانتخاب الطبيعى. والحياديون يعتقدون أن الأغلبية العظمى من التغيرات التطورية على مستوى الوراثة الجزيئية، هى تغيرات محايدة - «عشوائية» فيما يتعلق بالانتخاب الطبيعى. وثمة مدرسة أخرى من علماء الوراثة تسمى الانتخابيون، وهم يعتقدون أن الانتخاب الطبيعى قوة فعالة حتى على المستوى التفصيلى عند كل نقطة على سلاسل الجزيئات.

ومن المهم التمييز بين سؤالين متميزين. الأول هو السؤال المتعلق بهذا الفصل، عما إذا كانت الحيادية هى بديل للانتخاب الطبيعى كتفسير للتطور التكيفي. والسؤال الثانى، الذى يتميز تماما عن الأول، هو السؤال عما إذا كان أغلب التغير التطوري الذى يحدث فعلا هو تكيفي. وبافتراض أننا نتحدث عن تغير تطوري من أحد أشكال الجزئ إلى شكل آخر، ما مدى احتمال أن هذا التغير قد تأتى من خلال الانتخاب الطبيعى، وما مدى

احتمال أنه تغير محايد قد تأتي من خلال اندفاع عشوائي؟ لقد ثارت معركة عنيفة حول هذا السؤال الثاني بين علماء الوراثة الجزيئية، كان أحد الأطراف فيها يتغلب أولا ثم يتغلب الآخر. ولكن لو اتفق أننا ركزنا انتباهنا على التكيف - على السؤال الأول - فإن الأمر كله يصبح زوبعة في فئجان. وبمدى ما يعيننا حينذاك، فإن الطفرة المحايدة قد تكون أيضا غير موجودة، ذلك أنه لا نحن ولا الانتخاب الطبيعي نستطيع رؤيتها. إن الطفرة المحايدة «ليست» مطلقا بطفرة، وذلك عندما يدور تفكيرنا حول السيقان والأذرع والأجنحة والأعين والسلوك! وإذا استخدم مثال الوصفة مرة ثانية، فإن مذاق الطبق يظل هو نفسه حتى ولو طفرت بعض كلمات الوصفة بنوع جديد من الحروف المطبعية. وبالقدر الذي يعنى من يهتمون منا بالطبق النهائي، فإن الوصفة تظل هي نفسها سواء طبعت (هكذا) أو (هكذا) أو (هكذا). وعلماء الوراثة الجزيئية مثلهم كمثل طباعين مدققين. فهم يهتمون بالشكل الفعلي للكلمات التي سجلت بها الوصفات كتابة. والانتخاب الطبيعي لا يهتم بذلك، ويتبغى علينا ألا نهتم بذلك عندما نتحدث عن تطور التكيف. أما عندما نشغل بأوجه أخرى من التطور، كأن نشغل مثلا بمعدلات التطور في السلالات المختلفة، فإن الطفرات المحايدة تصبح موضع اهتمام فائق.

وحتى أكثر الحياديين حماسا سوف يسعد تماما بإبداء موافقته على أن الانتخاب الطبيعي مسئول عن كل التكيف. وكل ما سيقوله هو أن التغير التطوري ليس في معظمه تكيفا. وهو قد يكون محقا تماما، وإن كانت هناك مدرسة من علماء الوراثة لا توافق على ذلك. ومن الصفوف الجانبية، فإني لآمل أن ينتصر أنصار النظرية المحايدة، لأن هذا سيسهل جدا تحقيق العلاقات التطورية ومعدلات التطور. على أن كل فرد من الجانبين يتفق على أن التطور الحيادي لا يمكن أن يؤدي إلى تحسين تكيفي، والسبب البسيط لذلك أن التطور المحايد هو بالتعريف تطور عشوائي؛ والتحسين التكيفي هو بالتعريف لا عشوائي. ومرة أخرى ها نحن نفشل في العثور على أى بديل للانتخاب الدارويني كتفسير لقسمة الحياة التي تميزها عن اللاحياة، أى التركيب التكيفي.

ونأتي الآن إلى منافس تاريخي آخر للداروينية - النظرية «الطفرية». وهي نظرية من الصعب علينا الآن أن نفهمها، على أنه في سنوات هذا القرن الأولى عندما تمت تسمية

ظاهرة الطفر لأول مرة، فإنها لم تكن تُعد بمثابة جزء ضروري من النظرية الداروينية وإنما عدت نظرية «بديلة» للتطورا وكان ثمة مدرسة من علماء الوراثة سميت مدرسة الطفرين، تضم أسماء مشهورة مثل هوجودى فريس و ويليام بيتسون وكانا من بين الأوائل الذين أعادوا اكتشاف مبادئ مندل عن الوراثة، ثم ويليام جوهانسن مبتكر كلمة الجين، وتوماس هنت مورجان أبو نظرية الكروموزومات للوراثة. ودى فريس بالذات كان متأثرا بقدر التغيير الذى يمكن أن تحدثه الطفرة، فكان يعتقد أن الأنواع الجديدة تنشأ دائما من طفرات مفردة كبرى. وكان يعتقد هو وجوهانسن أن معظم التباين «من داخل» النوع ليس وراثيا. وكل أنصار الطفرية كانوا يؤمنون بأن الانتخاب له فى أحسن الأحوال دور ضئيل تطهيري يقوم به فى التطور. فالقوة الخلاقة حقا هى الطفر نفسه. وكان يتم النظر إلى الوراثة المندلية، لا بصفتها الدعامة المحورية للداروينية كما هو حالها الآن، وإنما كدعوى نقيضة للداروينية.

ومن الصعب أقصى صعوبة أن تكون استجابة العقل الحديث لفكرة كهذه أى شئ سوى أن يضحك لها، على أننا يجب أن نحذر من ترديد النعمة المتفضلة التى كان يرددها بيتسون نفسه إذ يقول: «أنا نؤيد داروين لما جمعه من الحقائق بما لا يقارن [ولكنه...]

بالنسبة لنا لا يعد بعد مرجعا فلسفيا فيما يقوله.إننا نقرأ خطته عن التطور بمثابة نقرأ خطة لوكريتيوس أو لامارك». ويقول مرة أخرى، «إن حدوث تحول لكتل أفراد العشائر بخطوات غير محسوسة يوجهها الانتخاب، لهو أمر لا يقبل التطبيق فى الحقيقة، كما يرى الآن معظمنا، بحيث أننا لا نستطيع إلا أن نعجب لما يظهر على أنصار مثل هذا الفرض من الحاجة إلى الرؤية النافذة، كما نعجب من المهارة الجدلية التى جعل بها هذا الفرض يبدو وكأنه فرض مقبول، حتى ولو إلى حين». وكان دأ فيشر هو فوق كل شئ الرجل الذى قلب الموائد ويبن أن الوراثة المندلية المدققة ليهى أبعد من أن تكون الدعوى النقيضة للداروينية، وإنما هى بالفعل فى الجوهر منها.

والطفر ضرورى للتطور، ولكن كيف لأى فرد أن يمكنه قط تصور أنه فيه الكفاية؟  
فالتغير التطورى، بعيدا جدا عما يمكن توقعه من الحظ وحده، هو «تحسين». ولو عد

الظفر وكأنه القوة التطورية الوحيدة، فإن مشكلته تتقرر ببساطة كالتالى : كيف يمكن حقا افتراض أن الظفر «يعرف» ما يكون صالحا للحيوان وما لا يكون؟ وبين كل التغيرات المحتملة التى قد تحدث لميكائزم مركب موجود مثل أحد الأعضاء، فإن الأغلبية العظمى منها هى تغيرات تجعل العضو فى حال أسوأ. ولا توجد إلا أقلية ضئيلة من هذه التغيرات هى التى تجعله أفضل. ويجب على كل من يريد المحاجة بأن الظفر، دون انتخاب هو القوة الدافعة لتطور، أن يفسر كيف يتأتى أن تنزع الطفرات إلى ما هو أصلح. بأى نوع من حكمة جبلية غامضة يختار الجسم فعلا أن يظفر فى اتجاه يصبح به أفضل حالا بدلا من أن يصبح أسوأ حالا؟ ولعلك لاحظت أن هذا هو حقا نفس السؤال الذى طرحناه على اللاماركية وإن كان فى ثوب آخر. ولا حاجة إلى القول بأن أنصار الطفرية لم يجيبوا قط عن هذا السؤال. والأمر العجيب أن السؤال لا يكاد يبدو أنه خطر لهم ببال.

وفى وقتنا هذا، فإن هذا كله يبدو لنا، بما لا إنصاف فيه، وكأنه أمر من العبث لأننا قد نشئنا على الاعتقاد بأن الطفرات «عشوائية». وإذا كانت الطفرات عشوائية فإنها، حسب التعريف، لا يمكن أن تكون موجهة إلى التحسين. ولكن المدرسة الطفرية بالطبع لم تكن تعد أن الطفرات عشوائية. فقد تصوروا أن فى الجسم نزعة جبلية للتغير فى اتجاهات معينة بدلا من اتجاهات أخرى، وإن كانوا قد خلفوا سؤالا بلا إجابة فيما يتعلق بالطريقة التى «يعرف» بها الجسم أى التغيرات ستكون أفضل له مستقبلا. ونحن إذ نحذف هذا الآن كهراء ملغز، فإن من المهم لنا أن نكون واضحين حول ما نعنيه بالضبط عندما نقول أن الظفر عشوائى. فثمة عشوائية وعشوائية أخرى غيرها، والكثيرون يخلطون المعانى المختلفة للكلمة. إن هناك حقا أوجه عديدة لا يكون الظفر فيها عشوائيا. وكل ما أود التصميم عليه هو أن هذه الأوجه «لا» تحتوى على أى شىء يرادف توقع ما يجعل حياة الحيوان أفضل. فلو استخدمنا الظفر بغير الانتخاب، لتفسير التطور، فإننا سنحتاج حقا لشىء ما مرادف لهذا التوقع. وسيكون مما ينور أن نلقى نظرة أبعد إلى المعانى التى يكون بها الظفر عشوائيا ولا يكون بها كذلك.

وأول وجه يكون الظفر فيه لا عشوائيا هو الوجه التالى. إن الطفرات تنتج عن

أحداث فيزيائية محددة؛ فهي لا تحدث وحسب تلقائياً. وإنما هي تحدث بما يسمى «المطفرات» (المطفرات خطيرة لأنها كثيراً ما تسبب السرطان) كأشعة إكس، والأشعة الكونية، والمواد المشعة، وبعض كيماويات متنوعة، بل والجينات الأخرى التي تسمى «الجينات المطفرة». وثانياً، فإن الجينات التي في أي نوع لا تتساوى كلها في احتمال طفرها. وكل موضع على الكوموزومات له «معدله للطفر» الخاص المميز. وكمثل فإن المعدل الذي يخلق به الطفر جين مرض رقصة هنتنجنون (المماثل لرقصة القديس فيتوس)، الذي يقتل الناس في السنوات المبكرة من أواسط العمر، هو معدل يقرب من ١ في ٢٠٠,٠٠٠. والمعدل المناظر للودانة(\*) (متلازمة التقزم المألوفة، والتي تتميز بهي كلاب الباست و كلاب الداتشوند\*\*)، حيث تكون الأذرع والسيقان قصيرة جداً بالنسبة للجسم) هو معدل أكبر من ذلك بعشرة أضعاف. وهذه المعدلات قد قيست تحت ظروف طبيعية. وعندما توجد مطفرات مثل أشعة إكس، فإن كل معدلات الطفر الطبيعية ترتفع عالياً. وبعض أجزاء الكروموزوم التي تسمى «النقط الساخنة» لها معدل عالى لإقلاب Turnover الجينات، أى معدل طفر محلي مرتفع جداً.

وثالثاً، فعند كل موضع فوق الكروموزومات، سواء كان من النقط الساخنة أو لم يكن، فإن الطفرات التي في اتجاهات معينة قد يكون احتمال وقوعها أكثر من الطفرات التي في الاتجاه المضاد. وهذا يؤدي إلى الظاهرة المعروفة «بضغط الطفر» وهي ظاهرة يمكن أن تكون لها نتائج تطورية. وحتى لو كان هناك لجزئ الهيموجلوبين مثلاً شكلان، الشكل ١ والشكل ٢، هما شكلان محايدان انتخائياً، بمعنى أنهما كلاهما متساويان في صلاحيتهما لحمل الأوكسجين في الدم، إلا أنه يمكن مع هذا أن يكون وقوع طفرات من ١ إلى ٢ أكثر شيوعاً من الطفرات العكسية من ٢ إلى ١. وفي هذه الحالة فإن ضغط الطفر ينزع إلى أن يجعل شكل ٢ أكثر شيوعاً من شكل ١. ويقال أن ضغط الطفر هو صفر عند موضع كروموزومى بعينه، عندما يكون معدل الطفر أماما عند هذا الموضع متوازناً بالضبط مع معدل الطفر وراءه.

(\*) Achondroplasia نقص التعظم الغضروفي مما يؤدي إلى عدم نمو العظام فيظل المريض قزماً. (المترجم)

(\*\*) أنواع من الكلاب أطرافها قصيرة بالنسبة لجسدها. (المترجم).

ها نحن الآن يمكننا أن نرى أن ذلك السؤال عما إذا كان الطفر حقاً عشوائياً ليس في الحقيقة بالسؤال التافه. والإجابة عنه تعتمد على ما نفهمه كمعنى لعشوائي. فإذا كنت تأخذ «الطفر العشوائي» على أنه يعنى الطفرات غير متأثرة بأحداث خارجية، فإن أشعة إكس هكذا تفند الرأي القائل بأن الطفر عشوائي. وإذا كنت تتصور أن «الطفر العشوائي» يعنى أن كل الجينات تتساوى في احتمال طفورها، فإن النقط الساخنة تبين أن الطفر ليس عشوائياً. وإذا كنت تتصور أن «الطفر العشوائي» يعنى أن ضغط الطفر هو صفر عند كل المواضع الكروموزومية، فإن الطفر مرة أخرى ليس عشوائياً. فالطفر لا يكون عشوائياً حقاً إلا إذا عرّف «العشوائية» على أنها «عدم وجود انحياز عام إلى التحسين الجسدى». وكل الأصناف الثلاثة من اللاعشوائية الواقعية التى نظرنا أمرها تعجز أن تحرك التطور فى اتجاه التحسين التكيفى إذ يُقارَن بأى اتجاه آخر هو «عشوائي» (وظيفياً). وثمة نوع رابع من اللاعشوائية يصدق عليه هذا أيضاً وإن كان ذلك بما هو أقل وضوحاً بدرجة طفيفة. ومن الضرورى أن نبذل فيه بعض وقت قليل لأنه ما زال يحير حتى بعض البيولوجيين المحدثين.

هناك أناس يكون معنى «العشوائي» عندهم هو كما سيلى، وإن كان هذا المعنى فى رأى أنا يكاد يكون معنى شاذاً. وسوف أستشهد بغريمين للداروينية (هما ب. سوندرز و م.و. هو) فيما يتصوران أنه ما يؤمن الداروينيون به على أنه «الطفر العشوائي»: «المفهوم الداروينى الجديد عن التباين العشوائى يحمل معه المغالطة الكبرى بأن كل ما يمكن تصوره هو محتمل». «وينادى بأن (كل) التغيرات ممكنة وكلها (محتملة بدرجة متساوية) [الأقواس من عندى]. وواقع الأمر أن الداروينية لا تنادى باعتقاد كهذا، وبصرف النظر عن ذلك فإننى لا أرى كيف يمكن أن نشرع فى جعل عقيدة كهذه «ذات معنى»! فما الذى يمكن أن تعنيه المناادة بأن «كل» التغيرات تتساوى احتمالاً؟ «كل» التغيرات؟ وحتى يكون شيئاً أو أكثر «محتملين بدرجة متساوية»، فإن من الضرورى أن تكون هذه الأشياء قابلة للتعريف على أنها أحداث متميزة. وكمثل، فإنه يمكننا القول بأن «وجه العملة وظهرها محتملان بدرجة متساوية»، لأن الوجه والظهر حدثان متميزان. أما «كل ما هو ممكن» من تغيرات فى جسم الحيوان فهو ليس لأحداث متميزة بهذا النمط. ولنأخذ الحداث الممكنين التاليين: «ذيل البقرة يطول ببوصة واحدة»، و«ذيل البقرة يطول

بيوصتين». هل هذان حدثان منفصلان وبالتالي هما «متمثلان بدرجة متساوية، أي أنهما فحسب مجرد متغيرات كمية لنفس الحدث؟

من الواضح أنه قد أقيم لمن يتبع الداروينية نوع من الكاريكاتير، فكرته عن العشوائية هي تطرف من هراء، إن لم تكن في الواقع بلا معنى. وقد استغرقت بعض الوقت حتى أفهم هذا الكاريكاتير، ذلك أنه كان غريبا تماما عن طريقة تفكير الداروينيين التي أعرفها. وأظنني الآن أفهم فعلا هذا الكاريكاتير، وسوف أحاول تفسيره، حيث أعتقد أنه سوف يساعدنا على فهم ما يكمن خلف الشيء الكثير من المعارضة المزعومة الداروينية.

إن التباين والانتخاب يعملان معا لينتجا التطور. ويقول الدارويني أن التباين عشوائي بمعنى أنه ليس موجها للتحسين، وأن النزعة إلى التحسين في التطور تأتي من الانتخاب. ويمكننا تخيل مدى متصل من المذاهب التطورية، الداروينية في أحد طرفيه بينما الطفرية في الطرف الآخر. والطفرى المتطرف يؤمن بأن الانتخاب لا يقوم بأى دور في التطور. واتجاه التطور يتحدد باتجاه الطفرات التي تطرح. وكمثل، لنفرض أننا سنتناول زيادة حجم المخ البشرى التي حدثت خلال الملايين القليلة الأخيرة من سنين تطورنا. سيقول الدارويني أن التباين الذى طرحه الطفر للانتخاب كان يتضمن بعض أفراد بأفخاخ أصغر، وبعض أفراد بأفخاخ أكبر؛ فحبذ الانتخاب الأخيرين. وسيقول الطفرى أنه كان هناك انجياز فى صف الأفخاخ الأكبر فى ذلك التباين الذى طرحه الطفر؛ فلم يكن ثمة انتخاب (أو ما من حاجة إلى الانتخاب) بعد أن يطرح التباين؛ فالأفخاخ أصبحت أكبر لأن التغير الطفرى كان منحازا فى اتجاه الأفخاخ الأكبر. وكتلخيص للنقطة الرئيسية فإن: التطور فيه انجياز فى صف الأفخاخ الأكبر؛ وهذا الانجياز يمكن أن يأتي بالانتخاب وحده (الرأى الدارويني) أو من الطفر وحده (الرأى الطفرى)؛ ويمكننا تخيل مدى متصل بين وجهتى النظر هاتين، وما يكاد يكون نوعا من المقايضة بين هذين المصدرين المحتملين للانجياز التطورى. أما الرأى الأوسط فهو أن هناك «بعض» انجياز فى الطفرات تجاه ازدياد حجم المخ، وأن الانتخاب يزيد هذا الانجياز عند العشرة التى تظل باقية.

وعنصر الكاريكاتير يأتي من تصوير ماذا يعنى الدارويني عند القول بأنه ليس هناك انجياز فى التباين الطفرى الذى يطرح للانتخاب. وبالنسبة لى، كدارويني من الحياة الواقعية، فإن

هذا يعنى فحسب أن الطفر لا ينحاز انحيازاً منظوماً فى اتجاه التحسن التكييفى. أما فى كاريكاتير الداروينى الأضحخ بأكبر مما فى الحياة، فإنه يعنى أن كل التغيرات القابلة للتصور هى «محمتملة بدرجة متساوية». ولو وضعنا جانباً الاستحالة المنطقية لعقيدة كهذه مما سبق ذكره، فإن كاريكاتير الداروينى يصوره على أنه يعتقد أن الجسم بمثابة طفلاً فيه مرونة إلى ما لا نهاية، ومهياً لأن يتشكل بالانتخاب المقعم بالقوة إلى أى شكل قد يحذه هذا الانتخاب. ومن المهم أن نفهم الفارق بين داروينى الحياة الواقعية هو والكاريكاتير. وسوف نفعل ذلك بلغة لمثل بعينه، هو الفارق بين تكتيكات الطيران عند الخفافيش وعند الملائكة.

تصور الملائكة دائماً على أن لها أجنحة تخرج من ظهرها، لتترك ذراعيها بلا عائق من ريش. والخفافيش من الجانب الآخر، هى والطيور والزواحف المجنحة، ليس لها ذراعين مستقلين. فذراعاها السفليان قد أدخلتا فى الجناحين، ولا يمكن استخدامها، أو هما مما يستخدمان فقط، بصورة جد خرقاء، لأغراض أخرى مثل إلتقاط الطعام. وسوف نستمع الآن إلى حوار بين داروينى من الحياة الواقعية والكاريكاتير المتطرف لأحد الداروينيين.

\* **داروينى الحياة الواقعية:** إنى لأعجب لماذا لم تطوّر الخفافيش أجنحة مثل أجنحة الملائكة. يمكنك أن تتصور أنهم سيمكنهم الإستفادة من ذراعين حرين. فالفئران تستخدم ذراعيها طول الوقت لالتقاط الطعام وقضمه، أما الخفافيش فتبدو وهى على الأرض خرقاء فظيماً وهى بغير ذراعين. إنى لأفترض أن إحدى الإجابات عن ذلك قد تكون أن الطفر لم يوفر قط ما يلزم لذلك من التباين. فالأمر فحسب أنه لم يكن هناك قط أى طافرين من جدود الخفافيش لهم براعم أجنحة تخرج من وسط ظهرها.

\* **داروينى الكاريكاتير:** هراء. الانتخاب هو كل شىء. إذا كانت الخفافيش ليست لها أجنحة مثل الملائكة، فلا يمكن أن يعنى هذا إلا أن الانتخاب لم يحبد أجنحة كأجنحة الملائكة. ومن المؤكد إن كان ثمة خفافيش طافرة لها براعم أجنحة تبرز من وسط ظهرها، ولكن الأمر فحسب هو أن الانتخاب لم يحبها.

\* **الواقعى:** حسن. إننى أوافق تماماً على أن الانتخاب ربما لم يحبها لو أنها قد برزت «فعلاً». إلا أنه من أحد الوجوه سوف تزيد هذه الأجنحة من وزن

الحيوان ككل ، والوزن الزائد لهو ترف لا يمكن أن تتحمله أى آلة طيران .  
على أنك من المؤكد لا تتصور أنه «أيا» كان ما يحبذه الانتخاب من حيث  
المبدأ، فإن ما يلزم لذلك من تباين سيوافقنا به الطفر دائما؟

\* الكاريكاتير: أكيد إنى لأتصور ذلك. الانتخاب هو كل شىء. أما الطفر فعشوائى.

\* الواقعى: حسن، نعم إن الطفر عشوائى، ولكن هذا يعنى فحسب أنه لا يستطيع أن  
ينظر فى المستقبل ليخطط ما سيكون صالحا للحيوان. إنه لا يعنى أن «أى  
شىء» يكون ممكنا على نحو مطلق. لماذا فى رأيك لا يوجد حيوان يتنفس النار  
من منخرية كالتنين مثلا؟ ألن يكون ذلك مفيدا فى اصطيد  
الفريسة وطهيها.

\* الكاريكاتير: هذا أمر سهل. فالانتخاب هو كل شىء. والحيوانات لا تتنفس نارا لأنها  
لن تريح شيئا من فعل ذلك. إن الطافرات التى تتنفس النار قد أزيلت  
بالانتخاب الطبيعى، ربما لأن صنع النار يكلف من الطاقة أكثر مما ينبغى.

\* الواقعى: لا أعتقد أنه كان هناك قط طافرات تتنفس نارا. ولو كانت قد وجدت لكان  
من المفروض أنها ستكون عرضة لخطر شديد بأن تحرق نفسها!

\* الكاريكاتير: هراء، لو كانت هذه هى المشكلة الوحيدة، لكان الانتخاب قد حيز  
تطوير منخرين يبطنهما الحرير الصخرى (\*).

\* الواقعى: إنى لا أصدق قط أن أى طفرة قد أنتجت منخرين مبطنين بالحرير الصخرى.  
ولا أصدق أن الحيوانات الطافرة تستطيع إفراز الحرير الصخرى، بأكثر مما  
أصدق أن أبقارا طافرة يمكنها القفز إلى القمر.

\* الكاريكاتير: أى بقرة طافرة تقفز للقمر ستزال توا بواسطة الانتخاب الطبيعى. وكما  
تعرف فليس هناك أوكسجين فى أعلى.

\* الواقعى: إنى لأعجب لماذا لم تفترض أبقارا طافرة يتحتم لها وراثيا ملابس فضاء وأقنعة  
أوكسجين.

(\*) Asbestos مادة غير قابلة للاحتراق. (المترجم).

\* الكاريكاتير: هذه نقطة هامة! حسن، التفسير الحقيقي فيما أفترض لا بد وأن يكون أن الأبقار هي وحسب لن تريح شيئا من القفز إلى القمر. ويجب ألا ننسى تكلفة الطاقة للوصول إلى سرعة الخروج من الجاذبية.

\* الواقعي: هذا عبث.

\* الكاريكاتير: من الواضح أنك لست داروينيا حقيقيا. ماذا تكون، هل أنت عضو سرى فى حزب الطفرين المنحرفين؟

\* الواقعي: إذا كان هذا ما تظنه، فإنه ينبغي عليك أن تلاقى طفريا حقيقيا.

\* الطفرى: أهذا نقاش داخلى للجماعة الداروينية، أو أنه يمكن لأى فرد أن يشارك فيه؟ إن مشكلتكما هى أنكما تعطيان أهمية للانتخاب أكبر كثيرا مما يجب. وكل ما يستطيع الانتخاب أن يفعله هو إزالة ما يكون فادحا من التشوهات والفلتات. فهو لا يستطيع أن ينتج حقا تطورا بناءا. هيا نعود إلى تطور أجنحة الخفافيش. إن ما حدث حقا هو أن هناك طفرات بدأت تظهر فى عشيرة قديمة من الحيوانات التى تسكن الأرض بحيث طالت أصابعهم وظهرت ثنايا جلدية فيما بينها. وبمرور الأجيال، أصبحت هذه الطفرات أكثر وأكثر تواترا، حتى أصبح هناك فى النهاية أجنحة للعشيرة كلها. فالأمر لا علاقة له بالانتخاب. وكل ما هنالك هو تلك النزعة الجبلية فى تكوين الخفاش الجد لأن يطوّر أجنحة.

الواقعي والكاريكاتير فى صوت واحد

إلغاز صرف! هيا عد ثانية إلى القرن الماضى الذى تنتمى إليه.

أرجو ألا أكون مدعيا حينما أذهب إلى أن تعاطف القارئ هو ليس مع الطفرى ولا مع كاريكاتير الداروينى. وأنا أزعم أن القارئ يتفق مع داروينى الحياة الواقعية، كما أفعل أنا طبعا. إن هذا الكاريكاتير لا يوجد واقعا. ولسوء الحظ فإن بعض الناس «يعتقدون» أنه موجود، ويعتقدون أنه حيث أنهم يختلفون معه، فإنهم يختلفون مع الداروينية نفسها.

وهناك مدرسة من البيولوجيين المولعين ببعض قول يشبه التالي: إن مشكلة الداروينية هي أنها تهمل القيود التي يفرضها علم نمو الأجنة. فالداروينيون (وهنا يدخل الكاريكاتير) يعتقدون أنه لو كان الانتخاب يجذب بعض تغير تطوري مما يمكن تصوره، فسوف يثبت في النهاية أن التباين الطفري اللازم لذلك هو أمر متاح. فالتغير الطفري في أى اتجاه هو مما يتساوى احتمالاه: والانتخاب هو ما يزود بالانحياز الوحيد.

على أن أى دارويني من الحياة الواقعية سوف يقر بأنه رغم أن أى جين على أى كروموزوم قد يطفر فى أى وقت، إلا أن نتائج الطفرة على «الأجسام» تحددها بشدة سياقات نمو الأجنة. ولو كان لدى أى شك قط فى ذلك (وأنا ليس لدى)، فإن شكوكى ستتبدد بواسطة التماثلات البيومورفية فى جهازى للكمبيوتر. فأنت لا تستطيع أن تفترض وحسب طفرة من «أجل» إبراز أجنحة من وسط الظهر. فالأجنحة، أو أى شئ آخر، لا تستطيع أن تنشأ إلا إذا سمح بذلك سياق النمو الجنينى. فما من شئ «بيرز» على نحو سحرى. وإنما ينبغى أن يتم صنعه بواسطة عمليات سياق النمو الجنينى. وثمة قلة فحسب من الأشياء التى يمكن تصور نشوءها، وهى تلك التى يتم السماح بها بالفعل بواسطة الحالة الراهنة من سياقات النمو الموجودة. فطريقة نمو الأذرع، هى السبب فى أنه يصبح من الممكن للظفر أن تزيد طول الأصابع وتسبب نمو ثنيات جلدية بينها. ولكن ربما ليس هناك أى شئ فى نمو ظهر الجنين يمكن أن يسترسل إلى «إبراز» أجنحة ملائكية. وفى وسع الجينات أن تظل تطفر حتى تزرق منها الوجوه، ورغم ذلك فما من حيوان ثديى سترز له قط أجنحة مثل الملائكة، إلا إذا كانت سياقات النمو الجنينى فى الثدييات مستهدفة لهذا النوع من التغير.

والآن، فطالما أننا لا نعرف كل التفاصيل الداخلية والخارجية لطريقة نمو الأجنة، فإن هناك مجالاً للخلاف بشأن مدى احتمال أنه قد وجدت، أو لم توجد قط، ظفرات معينة متخيلة. وقد يثبت فى النهاية مثلاً، أنه ليس هناك شيئاً فى نمو الأجنة الثديية يمنع الأجنحة الملائكية، وأن كاريكاتير الدارويني، فى هذه الحالة «بالذات»، كان على حق عندما اقترح أن ثمة براعم تنشأ لأجنة الملائكة ولكن الانتخاب لا يجدها. أو أنه قد يثبت فى النهاية أننا عندما نعرف المزيد عن نمو الأجنة فسوف نرى أن أجنة الملائكة هى دائماً

مما لن يبدأ، وبالتالي فإن الانتخاب ليس لديه قط أى فرصة لتجبيدها. وهناك احتمال ثالث، ينبغي أن نضعه فى القائمة لنستكملها، وهى أن نمو الجنين لا يسمح قط بأى إمكان لأجنحة الملائكة وأن الانتخاب ما كان ليجدها قط حتى لو كان لها إمكان. على أن ما يجب أن نصمم عليه هو أننا لا نستطيع تحمل تجاهل القيود التى يفرضها نمو الجنين على التطور. وكل الداروينيين الجادين يتفقون على ذلك، إلا أن بعض الناس ما زالوا يصورون الداروينيين وكأنهم ينكرونه. ويثبت فى النهاية أن هؤلاء الناس الذين يضحون كثيرا بأن «قيود النمو» هى فيما يزعم قوة مضادة للداروينية، إنما يخلطون الداروينية بكاريكاتور الداروينية الذى سخرت من محاكاته فيما سبق.

إن هذا كله قد بدأ بنقاش حول ماذا نعنى عندما نقول أن الطفر «عشوائية». وقد ذكرت ثلاثة أوجه لا يكون الطفر فيها عشوائيا: فهو مما تحدثه أشعة إكس.. الخ؛ ومعدلات الطفر تختلف باختلاف الجينات؛ ومعدلات الطفر أماما ليست مما يجب أن يساوى معدلاته وراءاً. وقد أضفنا الآن إلى ذلك وجها رابعا لا يكون الطفر فيه عشوائيا. فالطفر لاعشوائى بمعنى أنه يستطيع أن يحدث تعديلا فحسب فى السياقات «الموجودة» للنمو الجنينى. فهو لا يستطيع أن يسحر، من هواء مجرد، أى تغير قابل للتصور مما قد يجده الانتخاب. فالتباين المتاح للانتخاب مقيد بسياقات النمو الجنينى، كما هى موجودة واقعا.

وثمة وجه خامس «قد» يكون الطفر فيه لاعشوائى. فبممكننا أن نتخيل (وحسب) شكلا من الطفر يكون منحازا انحيازاً منظوما فى اتجاه تحسين تكيف الحيوان لحياته. ولكن رغم أننا نستطيع تخيل هذا الأمر، فإن أحدا لم يقترب من طرح أى وسيلة يمكن بها لهذا الانحياز أن يظهر. ومن هذا الوجه الخامس وحده، وجه «مذهب الطفرية»، يصمم داروينى الحياة الواقعية الحقيقى على أن الطفر عشوائى. فالطفر ليس منحازا انحيازاً منظوما فى اتجاه التحسين التكييفى، وما من ميكائزم معروف (عند تفسير هذه النقطة باعتدال) يمكن له أن يوجه الطفر إلى اتجاهات تكون لاعشوائية بعدا المعنى الخامس. فالطفر عشوائى من وجهة الفائدة التكييفية، وإن كان لاعشوائيا من كل أنواع الوجوه الأخرى. والانتخاب، والانتخاب وحده هو الذى يوجه التطور إلى اتجاهات هى لاعشوائية فيما يتعلق بالفائدة. والحقيقة أن مذهب الطفرية ليس خطأ فحسب. بل إنه لا يمكن قط أن يكون صوابا. فهو من حيث المبدأ غير قادر على تفسير تطور التحسين. فالطفرية هى واللاماركية ليست مما

يرقى إلى أن يكون منافسا للداروينية له براهين ممتدة، وإنما هما لا منافس على الإطلاق.

ويصدق ذلك أيضا على المنافس المزعوم الآخر للانتخاب الدارويني، والذي يناصره عالم كمبريدج للوراثة جابريل دوفر تحت إسم عجيب هو «الدافع الجزئي» (ولما كان كل شيء قد صنع من الجزئيات فإنه ليس من الواضح لماذا ينبغي أن تستحق عملية السياق التطوري التي يفترضها دوفر أن يكون لها إسم الدافع «الجزئي» أكثر مما يستحقه أى سياق تطوري غيرها؛ ويذكرنى هذا برجل أعرفه كان يشكو من معدة متمعدة، ويفكر فى الأمور مستخدما عقله العقلى). إن موتوكيمورا هو وغيره من مناصرى النظرية الحيادية للتطور لا يقدمون، كما رأينا، أى دعاوى زائفة لنظريتهم. فليس لديهم أى أوهام حول أن يكون الاندفاع العشوائى منافسا للانتخاب الطبيعى فى تفسير التطور التكييفى. وهم يدركون أن الانتخاب الطبيعى وحده هو الذى يستطيع أن يدفع التطور فى اتجاهات تكييفية. ودعواهم هى ببساطة أن الكثير من التغير التطورى (كما يراه عالم الوراثة الجزئية) ليس تكييفيا. أما دوفر فلا يقدم لنظريته دعاوى متواضعة هكذا. إنه يعتقد أن فى استطاعته أن يفسر «كل» التطور بدون الانتخاب الطبيعى، وإن كان يسلم متكرما بأنه قد يكون هناك «بعض» من الحقيقة فى الانتخاب الطبيعى أيضا!

وخلال هذا الكتاب كله كان ملاذنا الأول عند النظر فى أمور كهذه هو اللجوء إلى مثل العين، وإن كانت العين طبعا هى مجرد ممثل لمجموعة كبيرة من الأعضاء هى أيضا لها من فرط التركيب وحسن التصميم ما لا يمكن به أن تظهر بالصدفة. وقد ظللت أحاج على نحو يتكرر بأن الانتخاب الطبيعى وحده هو الذى يكاد يقترب من طرح تفسير معقول للعين البشرية وما يقارن بها من أعضاء هى على أقصى درجة من الكمال والتركيب. ولحسن الحظ، فإن دوفر يبرز بوضوح للتحدى، وي طرح تفسيره الخاص لتطور العين. وهو يقول، إفرض أنه يلزم ١٠٠٠ خطوة من التطور حتى تتطور العين من لا شيء. سيعنى هذا أن تتاليا من ١٠٠٠ تغيير وراثى يلزم لتحويل رقعة جلد عارية إلى العين. وهذا فيما يبدو لى افتراض مقبول جدلا. وبلغه أرض البيومورف، فإن هذا يعنى أن الحيوان ذو الجلد العارى يبعد بألف خطوة وراثية عن الحيوان ذى الأعين.

والآن، كيف نفسر حقيقة أنه قد تم وحسب تنفيذ المجموعة الصحيحة من الخطوات الألف التى تنتج عنها العين كما نعرفها؟ وتفسير الانتخاب الطبيعى معروف تماما. ويرده

إلى أبسط أشكاله، فإن الطفر سيقدم في كل خطوة واحدة من الخطوات الألف، عددا من البدائل، ولا يُجَبَدُ منها إلا واحد لأنه يساعد على البقاء. فالخطوات الألف للتطور تمثل ألفا من نقط الاختيار المتتالية، وعند كل نقطة من هذه تؤدي معظم تلك البدائل إلى الموت. فالتركيب التكييفي للعين الحديثة هو المنتج النهائي لألف «اختيار» ناجح في اللاوعي. فالنوع يتبع دربا معينا خلال متاهة الاحتمالات كلها. وقد كان هناك ١٠٠٠ نقطة تفرع على الدرب، وعند كل نقطة كان من يقون أحياء هم أولئك الذين يتفوق أنهم يتخذون المنعطف الذي يؤدي إلى تحسين البصر. وهناك على جانب الطريق، تنتشر الأجساد الميتة للفاشلين الذين اتخذوا المنعطف الخطأ عند كل نقطة من نقط الاختيار الألف المتتالية. فالعين التي نعرفها هي المنتج النهائي لتعاقب من ألف «اختيار» انتخايب ناجح.

إن هذا هو تفسير الانتخاب الطبيعي (بإحدى طرائق التعبير عنه) لتطور العين في ١٠٠٠ خطوة. والآن ماذا عن تفسير دوفر؟ إنه يحاج أساسا بأنه ما من أهمية للاختيار الذي تتخذه السلالة عند كل خطوة: فهي بالتأمل وراءا ستجد استخداما ما للعضو الناتج. وكل خطوة تتخذها السلالة هي حسب ما يقول خطوة عشوائية. وكمثل فإنه عند الخطوة الأولى تنتشر طفرة عشوائية خلال النوع. وحيث أن الخاصية التي تطورت حديثا هي وظيفيا عشوائية، فإنها لا تساعد الحيوان على البقاء. وهكذا، فإن النوع يبحث في العالم عن مكان جديد أو أسلوب حياة جديد يستطيع فيه أفراد النوع استخدام هذا الملمح العشوائي الجديد الذي فرض على أجسامهم. وإذ يجدون مكانا من البيئة يلاءم ذلك الجزء العشوائي من أجسادهم، فإنهم يعيشون هناك لفترة، حتى تنشأ طفرة عشوائية جديدة وتنتشر خلال النوع. ويصبح الآن على النوع أن يطوف العالم بحثا عن مكان جديد أو أسلوب حياة جديد حيث يمكن لأفراد النوع أن يعيشوا بما لديهم من جزء عشوائي جديد. وعندما يجدونه تكون الخطوة (٢) قد اكتملت. والآن فإن الخطوة (٣) من الطفر العشوائي تنتشر خلال النوع، وهكذا دواليك لألف خطوة يتم في نهايتها تكوين العين كما نعرفها. ويبين دوفر أن العين البشرية يتفق أنها تستخدم ما نسميه الضوء «المرئي» بدلا من الأشعة تحت الحمراء. ولكن لو أن العمليات العشوائية قد اتفق أنها فرضت علينا عينا حساسة للأشعة تحت الحمراء، فإننا ولا شك كنا سنستخدمها أحسن استخدام، ونجد أسلوبا للعيش يستغل الأشعة تحت الحمراء أكمل استغلال.

وللنظرة الأولى يكون لهذه الفكرة بعض قدر من معقولة مغوية، ولكن هذا فقط للنظرة الأولى جد الوجيزة. والإغواء هنا ناجم عن أسلوب السمترية المحكمة الذى يُقلب به الانتخاب الطبيعي رأسا على عقب. فالانتخاب الطبيعي فى أبسط أشكاله يفترض أن البيئة مفروضة على النوع، وأن المتغيرات الوراثية التى تكون أكثر تلاؤما مع تلك البيئة هى التى تبقى. فالبيئة مفروضة والنوع يتطور ليلائمها. و نظرية دوفر تقلب هذا على أم رأسه. فطبيعة النوع هى «المفروضة»، وهى مفروضة فى هذه الحالة بواسطة تعاقبات من الطفر، وغير ذلك من القوى الوراثية الداخلية التى تثير اهتمامه على وجه خاص. ثم يعين النوع بعدها من بين مجموع البيئات كلها تلك البيئة الواحدة الأفضل لملاءمة لطبيعته المفروضة.

على أن إغواء هذه السمترية لهو إغواء سطحى حقا. إن هذه الوقوة العجيبة المهمة لفكرة دوفر تنكشف مع كل تألقها تو أن نفكر بلغة الأرقام. وجوهر خطة دوفر هو أنه عند كل خطوة من الخطوات الألف، لا يكون من الأمور المهمة أى طريق سينعطف فيه السوع. وكل ابتكار جديد يبلغه النوع هو وظيفيا عشوائى، والنوع بعد ذلك سوف يجد بيئة ما تناسبه. والمغزى هو أن النوع «سوف يجد» بيئة مناسبة مهما كان الطريق الفرعى الذى يتخذه عند كل تفرع فى الطريق. والآن، هيا فكر فحسب فى عدد البيئات المحتملة التى يدخلنا فيها افتراض ذلك. إن هناك ألف نقطة تفرع. وإذا كانت كل نقطة تفرع مجرد تفرع لفرعين (وهذا فرض متحفظ بالمقارنة إلى ما يتفرع إلى ثلاثة أفرع أو ١٨ فرعا)، فإن العدد الكلى للبيئات القابلة للعيش فيها، والتى يجب من حيث المبدأ أن تكون موجودة حتى تسمح لخطة دوفر بالعمل هو ٢ للأس ١٠٠٠ (فالفرع الأول يعطى طريقين؛ ثم يعطى كل فرع من هذين فرعين ليصبح الكل أربعة؛ ثم يتفرع كل فرع من هذه بما يصل إلى ٨؛ ثم ١٦، و ٣٢، و ٦٤،... وهكذا حتى تصل إلى ١٠٠٠٢). ويمكن كتابة هذا الرقم كواحد يتلوه ٣٠١ من الأصفار. وهذا عدد أكبر كثيرا وكثيرا من العدد الكلى للذرات فى الكون كله.

إن المنافس المزعوم للانتخاب الطبيعي عند دوفر لن يستطيع أبدا أن يعمل، ليس أبدا لمليون سنة فقط بل أبدا لزمان أطول مليون مثلا من أمد وجود الكون، أبدا لمليون كون كل منها يبقى أمدًا يصل طوله لمليون ضعف مرة أخرى. ولتلاحظ أن هذا الاستنتاج لا

يتأثر موضوعيا لو أننا غيرنا فرض دوفر الابتدائي عن الألف خطوة اللازمة لصنع العين: فلو أننا خفضناها إلى مائة خطوة لا غير، وهو تقدير بخس فيما يحتمل، فإننا رغم ذلك سنصل إلى استنتاج أن عدد مجموعة البيئات القابلة للعيش والتي يجب أن تكون وكأنها تنتظر في أقصى تآهب لأن تتلاءم مع أى الخطوات العشوائية التي قد تتخذها السلالة، هو عدد يصل لأكثر من مليون مليون مليون مليون مليون. وهذا رقم أصغر من الرقم السابق، ولكنه ما زال يعنى أن الأغلبية العظمى من «بيئات» دوفر التي تنتظر في أقصى تآهب سيكون على كل واحدة منها أن تصنع مما يقل عن الذرة الواحدة.

ومما يستحق الشرح، بيان السبب في أن نظرية الانتخاب الطبيعي ليست عرضة إلى التهاوى فيما يقابل ذلك، بواسطة نسخة من «محاكاة الأرقام الكبيرة» هذه. لقد فكرنا في الفصل الثالث في كل الحيوانات الواقعية والحيوانات التي يمكن تصورها وهي قابعة في فضاء فائق مهول. ونحن ها هنا نصنع شيئا مشابها، ولكننا نبسطه بأن نعتبر أن نقط التفرع التطورية هي ذات فرعين، بدلا من أن تكون ذات ١٨ فرعا. وهكذا فإن مجموع كل الحيوانات المحتملة التي يمكن أن تتطور في ١٠٠ خطوة تطورية يجثم أفرادها على شجرة ماردة، تتفرع وتتفرع بحيث أن العدد الكلى للأغصان النهائية هو واحد يتبعه ٣٠١ من الأصفار. وأى تاريخ تطوري واقعى سيكون من الممكن تمثيله كمسار بعينه من خلال هذه الشجرة الافتراضية. ومن بين كل ما يمكن تصوره من المسالك التطورية، فإن أقلية فحسب هي التي يتم لها أن تحدث قط بالفعل. ويمكننا أن نتصور أن معظم هذه «الشجرة لكل الحيوانات المحتملة» وكأنه مخبوء في ظلام اللاوجود. وثمة مسارات معدودة هي التي تضى هنا وهناك من خلال الشجرة المظلمة. وهذه هي المسالك التطورية التي حدثت فعلا، وأيا ما يكون تعدد هذه الأفرع المضيئة إلا أنها رغم ذلك أقلية بالغة الصغر من مجموعة كل الأغصان. والانتخاب الطبيعي هو عملية لها القدرة على أن تختار طريقها من خلال شجرة كل الحيوانات المتصورة، لتجد فحسب تلك الأقلية من المسالك القابلة للعيش. ونظرية الانتخاب الطبيعي ليست مما يمكن مهاجمته بذلك النوع من محاكاة الأرقام الكبيرة الذي هاجمت به نظرية دوفر، لأن من صميم نظرية الانتخاب الطبيعي أنها تبتز باستمرار أغلب أغصان الشجرة. فهذا بالضبط هو ما يفعله الانتخاب الطبيعي. إنه يختار طريقه، خطوة فخطوة، خلال شجرة كل الحيوانات المتصورة، متجنباً ما يكاد يصل

عدده إلى اللانهاية من الأغلبية الكبيرة من الأغصان العقيمة - كالحوانات التي تكون أعينها في أحمص أقدامها.. الخ - تلك التي تضطر نظرية دوفر إلى الإقرار بها، بسبب صبيعة النظرية الغريبة ذات المنطق المقلوب.

قد تناولنا كل ما يزعم من بدائل لنظرية الانتخاب الطبيعي فيما عدا أقدمها، وهي النظرية التكوينية التي ترى أن الحياة نشأت بما هي عليه من غير تطور كما في سفر التكوين. على أن اللاهوتيين المحدثين من أى ثقافة رفيعة ليجدون أن البرهان على وجود نوع ما من التطور قد أصبح برهانا طاغيا جدا. وهكذا فهناك الآن الكثيرون من اللاهوتيين الذين يسمون أنفسهم لاهوتيين تطوريين مثل أسقف برمنجهام السابق ذكره. على أن منهم من يحاولون تهريب افتراض التكوينية بلا تطور من الباب الخلفى. ولكننا لا نستطيع تنفيذ فروض من هذا النوع. وكل ما يمكننا قوله بشأنها هو أنها علميا غير ضرورية للتطور.

هكذا، فإن قائمة النظريات التي نظرنا أمرها في هذا الفصل كلها تعطى بعض مشابهة سطحية لما قد يكون نظريات بديلة للداروينية، يمكن أن تختبر جدارتها باستدعاء البراهين. وكلها يشبث فى النهاية بالفحص المدقق، أنها ليست على الاطلاق مما ينافس الداروينية. ونظرية التطور بالانتخاب الطبيعي التراكمى هي النظرية الوحيدة المعروفة لنا «القادرة» من حيث المبدأ على تفسير وجود التركب المنظم. وحتى لو لم يكن ثمة برهان فى صفها، فإنها «تظل» أفضل نظرية متاحة! والحقيقة أن البراهين فى صفها فعلا. ولكن هذه قصة أخرى.

هيا نستمع إلى ختام الأمر كله. إن الحياة فى جوهرها هي إحصائيا قليلة الاحتمال بدرجة هائلة. وإذن، فأيا ما كان تفسير الحياة فهو لا يمكن أن يكون صدفة. والتفسير الحقيقى لوجود الحياة يجب أن يجسد ذات الدعوى النقيضة للصدفة. والدعوى النقيضة للصدفة هي البقاء اللاعشوائى، مفهومها على الوجه الصحيح. والبقاء اللاعشوائى، عندما لا يفهم على الوجه الصحيح، لا يكون الدعوى النقيضة للصدفة، فسيكون هو الصدفة نفسها. وثمة مدى متصل يصل ما بين أقصى الطرفين هذين، وهو متصل يمتد من الانتخاب بخطوة واحدة حتى الانتخاب التراكمى. والانتخاب بخطوة واحدة هو وحسب طريقة أخرى للحديث عن الصدفة الخالصة. وهذا هو ما أعنيه بالبقاء اللاعشوائى عندما

لا يفهم بصورة صحيحة. و «الانتخاب التراكمى» بدرجات بطيئة تدريجية هو التفسير، والتفسير الوحيد الصالح، الذى تم طرحه، لوجود التصميم المركب للحياة.

إن هذا الكتاب كله قد هيمنت عليه فكرة الصدفة، والاحتمالات ذات الأرقام الفلكية الطويلة ضد النشأة التلقائية للنظام، والتركب، والتصميم الظاهر. وقد فكرنا فى طريقة لترويض الصدفة وخلع أنيابها. و «الصدفة غير المروضة»، الصدفة الخالصة المجردة، تعنى أن التصميم المنظم يبرز للوجود من لا شئ، فى وثبة واحدة. وإنه ليكون من الصدفة غير المروضة لو حدث ذات مرة أن لم يكن هناك عين، ثم يحدث فجأة تو بزوغ أحد الأجيال أن تظهر عين، وقد تم تشكيلها، متقنة كاملة. إن هذا ممكن ولكن نسبة الاحتمالات ضده تجعلنا نظل مشغولين بكتابة أصفار الرقم حتى نهاية الزمان.

و«ترويض» الصدفة يعنى تجزئة ما هو قليل الاحتمال جدا إلى عناصر أصغر، تكون أكثر احتمالا ومرتبّة فى تسلسل. ومهما كانت قلة احتمال أن تنشأ (س) من (ص) فى خطوة واحدة، فإن من الممكن دائما تصور أن بينهما سلسلة من توسيطات متدرجة تدرجا بالغ الصغر. ومهما كانت قلة احتمال أن يكون هناك تغير بمقياس كبير، فإن التغيرات الصغيرة تظل هى الأكثر احتمالا. وما دمنا نسلم بأننا سنفترض سلسلة توسيطات كبيرة بما يكفى تتدرج تدرجا رهيفا بما يكفى، فإننا نستطيع أن نستقى أى شئ من أى شئ آخر، دون أن تستدعى احتمالات تبلغ نسبة قلة احتمالها أرقاما فلكية. ولا يسمح لنا بفعل ذلك إلا إذا كان هناك وقت كاف لوضع كل التوسيطات فى المكان الملائم. ولا يسمح أيضا بذلك إلا إذا كان هناك ميكانزم لتوجيه كل خطوة فى اتجاه ما معين، وإلا فإن تعاقب الخطوات سوف ينطلق بعيدا فى مسار عشوائى لا نهائى.

إن الانتصار للنظرة الداروينية للعالم هو الذى يفى بهذين الشرطين كلاهما معا، وهذا الانتخاب الطبيعى التراكمى التدريجى لهو التفسير النهائى لوجودنا. وإذا كان هناك نسخ من نظرية التطور تنكر التدريجية البطيئة، وتنكر الدور المحورى للانتخاب الطبيعى، فإنها قد تكون مما يصدق فى حالات معينة. ولكنها لا يمكن أن تكون الحقيقة كلها، لأنها تنكر صميم لب نظرية التطور، ذلك اللب الذى يعطيها القوة لإذابة تلك الاحتمالات التى تبلغ نسبة قلتها أرقاما فلكية، والذى يعطيها القوة لتفسير الأعاجيب التى تبدو ظاهريا كالمعجزة.



## مراجع مختارة

1. Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K. & Watson, J. D. (1983) *Molecular Biology of the Cell*. New York: Garland.
2. Anderson, D. M. (1981) Role of interfacial water and water in thin films in the origin of life. In J. Billingham (ed.) *Life in the Universe*. Cambridge, Mass: MIT Press.
3. Andersson, M. (1982) Female choice selects for extreme tail length in a widow bird. *Nature*, 299: 818-20.
4. Arnold, S. J. (1983) Sexual selection: the interface of theory and empiricism. In P. P. G. Bateson (ed.), *Mate Choice*, pp. 67-107. Cambridge: Cambridge University Press.
5. Asimov, I. (1957) *Only a Trillion*. London: Abelard-Schuman.
6. Asimov, I. (1980) *Extraterrestrial Civilizations*. London: Pan.
7. Asimov, I. (1981) *In the Beginning*. London: New English Library.
8. Atkins, P. W. (1981) *The Creation*. Oxford: W. H. Freeman.
9. Attenborough, D. (1980) *Life on Earth*. London: Reader's Digest, Collins & BBC.
10. Barker, E. (1985) Let there be light: scientific creationism in the twentieth century. In J. R. Durant (ed.) *Darwinism and Divinity*, pp. 189-204. Oxford: Basil Blackwell.
11. Bowler, P. J. (1984) *Evolution: the history of an idea*. Berkeley: University of California Press.
12. Bowles, K. L. (1977) *Problem-Solving using Pascal*. Berlin: Springer-Verlag.

13. Cairns-Smith, A. G. (1982) *Genetic Takeover*. Cambridge: Cambridge University Press.
14. Cairns-Smith, A. G. (1985) *Seven Clues to the Origin of Life*. Cambridge: Cambridge University Press.
15. Cavalli-Sforza, L. & Feldman, M. (1981) *Cultural Transmission and Evolution*. Princeton, N. J.: Princeton University Press.
16. Cott, H. B. (1940) *Adaptive Coloration in Animals*. London: Methuen.
17. Crick, F. (1981) *Life Itself*. London: Macdonald.
18. Darwin, C. (1859) *The Origin of Species*. Reprinted. London: Penguin.
19. Dawkins, M. S. (1986) *Unravelling Animal Behaviour*. London: Longman.
20. Dawkins, R. (1976) *The Selfish Gene*. Oxford: Oxford University Press.
21. Dawkins, R. (1982) *The Extended Phenotype*. Oxford: Oxford University Press.
22. Dawkins, R. (1982) Universal Darwinism. In D. S. Bendall (ed.) *Evolution from Molecules to Men*, pp. 403–25. Cambridge: Cambridge University Press.
23. Dawkins, R. & Krebs, J. R. (1979) Arms races between and within species. *Proceedings of the Royal Society of London, B*, 205: 489–511.
24. Douglas, A. M. (1986) Tigers in Western Australia. *New Scientist*, 110 (1505): 44–7.
25. Dover, G. A. (1984) Improbable adaptations and Maynard Smith's dilemma. Unpublished manuscript, and two public lectures, Oxford, 1984.
26. Dyson, F. (1985) *Origins of Life*. Cambridge: Cambridge University Press.
27. Eigen, M., Gardiner, W., Schuster, P., & Winkler-Oswatitsch. (1981) The origin of genetic information. *Scientific American*, 244 (4): 88–118.
28. Eisner, T. (1982) Spray aiming in bombardier beetles: jet deflection by the Coander Effect. *Science*, 215: 83–5.
29. Eldredge, N. (1985) *Time Frames: the rethinking of Darwinian evolution and the theory of punctuated equilibria*. New York: Simon & Schuster (includes reprinting of original Eldredge & Gould paper).
30. Eldredge, N. (1985) *Unfinished Synthesis: biological hierarchies and modern evolutionary thought*. New York: Oxford University Press.
31. Fisher, R. A. (1930) *The Genetical Theory of Natural Selection*. Oxford: Clarendon Press. 2nd edn paperback. New York: Dover Publications.

32. Gillespie, N. C. (1979) *Charles Darwin and the Problem of Creation*. Chicago: University of Chicago Press.
33. Goldschmidt, R. B. (1945) Mimetic polymorphism, a controversial chapter of Darwinism. *Quarterly Review of Biology*, 20: 147-64 and 205-30.
34. Gould, S. J. (1980) *The Panda's Thumb*. New York: W. W. Norton.
35. Gould, S. J. (1980) Is a new and general theory of evolution emerging? *Paleobiology*, 6: 119-30.
36. Gould, S. J. (1982) The meaning of punctuated equilibrium, and its role in validating a hierarchical approach to macroevolution. In R. Milkman (ed.) *Perspectives on Evolution*, pp. 83-104. Sunderland, Mass: Sinauer.
37. Gribbin, J. & Cherfas, J. (1982) *The Monkey Puzzle*. London: Bodley Head.
38. Griffin, D. R. (1958) *Listening in the Dark*. New Haven: Yale University Press.
39. Hallam, A. (1973) *A Revolution in the Earth Sciences*. Oxford: Oxford University Press.
40. Hamilton, W. D. & Zuk, M. (1982) Heritable true fitness and bright birds: a role for parasites? *Science*, 218: 384-7.
41. Hirsching, F. (1982) *The Neck of the Giraffe, or Where Darwin Went Wrong*. London: Pan.
42. Ho, M-W. & Saunders, P. (1984) *Beyond Neo-Darwinism*. London: Academic Press.
43. Hoyle, F. & Wickramasinghe, N. C. (1981) *Evolution from Space*. London: J. M. Dent.
44. Hull, D. L. (1973) *Darwin and his Critics*. Chicago: Chicago University Press.
45. Jacob, F. (1982) *The Possible and the Actual*. New York: Pantheon.
46. Jerison, H. J. (1985) Issues in brain evolution. In R. Dawkins & M. Ridley (eds) *Oxford Surveys in Evolutionary Biology*, 2: 102-34.
47. Kimura, M. (1982) *The Neutral Theory of Molecular Evolution*. Cambridge: Cambridge University Press.
48. Kitcher, P. (1983) *Abusing Science: the case against creationism*. Milton Keynes: Open University Press.
49. Land, M. F. (1980) Optics and vision in invertebrates. In H. Autrum (ed.) *Handbook of Sensory Physiology*, pp. 471-592. Berlin: Springer.

50. Lande, R. (1980) Sexual dimorphism, sexual selection, and adaptation in polygenic characters. *Evolution*, 34: 292–305.
51. Lande, R. (1981) Models of speciation by sexual selection of polygenic traits. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 78: 3721–5.
52. Leigh, E. G. (1977) How does selection reconcile individual advantage with the good of the group? *Proceedings of the National Academy of Sciences* 74: 4542–6.
53. Lewontin, R. C. & Levins, R. (1976) The Problem of Lysenkoism. In H. & S. Rose (eds) *The Radicalization of Science*. London: Macmillan.
54. Mackie, J. L. (1982) *The Miracle of Theism*. Oxford: Clarendon Press.
55. Margulis, L. (1981) *Symbiosis in Cell Evolution*. San Francisco: W. H. Freeman.
56. Maynard Smith, J. (1983) Current controversies in evolutionary biology. In M. Grenc (ed.) *Dimensions of Darwinism*, pp. 273–86. Cambridge: Cambridge University Press.
57. Maynard Smith, J. (1986) *The Problems of Biology*. Oxford: Oxford University Press.
58. Maynard Smith, J. *et al.* (1985) Developmental constraints and evolution. *Quarterly Review of Biology*, 60: 265–87.
59. Mayr, E. (1963) *Animal Species and Evolution*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.
60. Mayr, E. (1969) *Principles of Systematic Zoology*. New York: McGraw-Hill.
61. Mayr, E. (1982) *The Growth of Biological Thought*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.
62. Monod, J. (1972) *Chance and Necessity*. London: Fontana.
63. Montefiore, H. (1985) *The Probability of God*. London: SCM Press.
64. Morrison, P., Morrison, P., Eames, C. & Eames, R. (1982) *Powers of Ten*. New York: Scientific American.
65. Nagel, T. (1974) What is it like to be a bat? *Philosophical Review*, reprinted in D. R. Hofstadter & D. C. Dennett (eds). *The Mind's I*, pp. 391–403, Brighton: Harvester Press.
66. Nelkin, D. (1976) The science textbook controversies. *Scientific American* 234 (4): 33–9.
67. Nelson, G. & Platnick, N. I. (1984) Systematics and evolution. In M–W Ho & P. Saunders (eds), *Beyond Neo-Darwinism*. London: Academic Press.

68. O'Donald, P. (1983) Sexual selection by female choice. In F. P. G. Bateson (ed.) *Mate Choice*, pp. 53–66. Cambridge: Cambridge University Press.
69. Orgel, L. E. (1973) *The Origins of Life*. New York: Wiley.
70. Orgel, L. E. (1979) Selection in vitro. *Proceedings of the Royal Society of London, B*, 205: 435–42.
71. Paley, W. (1828) *Natural Theology*, 2nd edn. Oxford: J. Vincent.
72. Penney, D., Foulds, L. R. & Hendy, M. D. (1982) Testing the theory of evolution by comparing phylogenetic trees constructed from five different protein sequences. *Nature*, 297: 197–200.
73. Ridley, M. (1982) Coadaptation and the inadequacy of natural selection. *British Journal for the History of Science*, 15: 45–68.
74. Ridley, M. (1986) *The Problems of Evolution*. Oxford: Oxford University Press.
75. Ridley, M. (1986) *Evolution and Classification: the reformation of cladism*. London: Longman.
76. Ruse, M. (1982) *Darwinism Defended*. London: Addison-Wesley.
77. Sales, G. & Pye, D. (1974) *Ultrasonic Communication by Animals*. London: Chapman & Hall.
78. Simpson, G. G. (1980) *Splendid Isolation*. New Haven: Yale University Press.
79. Singer, P. (1976) *Animal Liberation*. London: Cape.
80. Smith, J. L. B. (1956) *Old Fourlegs: the story of the Coelacanth*. London: Longmans, Green.
81. Sneath, P. H. A. & Sokal, R. R. (1973) *Numerical Taxonomy*. San Francisco: W. H. Freeman.
82. Spiegelman, S. (1967) An *in vitro* analysis of a replicating molecule. *American Scientist*, 55: 63–8.
83. Stebbins, G. L. (1982) *Darwin to DNA, Molecules to Humanity*. San Francisco: W. H. Freeman.
84. Thompson, S. P. (1910) *Calculus Made Easy*. London: Macmillan.
85. Trivers, R. L. (1985) *Social Evolution*. Menlo Park: Benjamin-Cummings.
86. Turner, J. R. G. (1983) 'The hypothesis that explains mimetic resemblance explains evolution': the gradualist-saltationist schism. In M. Grene (ed.) *Dimensions of Darwinism*, pp. 129–69. Cambridge: Cambridge University Press.

87. Van Valen, L. (1973) A new evolutionary law. *Evolutionary Theory*, 1: 1-30.
88. Watson, J. D. (1976) *Molecular Biology of the Gene*. Menlo Park: Benjamin-Cummings.
89. Williams, G. C. (1966) *Adaptation and Natural Selection*. New Jersey: Princeton University Press.
90. Wilson, E. O. (1971) *The Insect Societies*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.
91. Wilson, E. O. (1984) *Biophilia*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.
92. Young, I. Z. (1950) *The Life of Vertebrates*. Oxford: Clarendon Press.