الفصل الحادي عشر

منافسون مدانون

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

والطريقة الواضحة للحكم بين النظريات المتنافسة، هى أن يُفحص البرهان. وأنماط النظريات اللاماركية مثلا، يتم رفضها تقليديا ـ وبحق ـ لأنها لم يوجد لها قط برهان جيد (وليس هذا بسبب وجود نقص فى المحاولات النشطة لذلك، ففى بعض الحالات كان هناك متحمسون لبذل هذه المحاولات هم مهيأون حتى لتزييف البراهين). على أنى سأتخذ فى هذا الفصل مسلكا مختلفا، وسبب ذلك هو فى أغلبه أن كتبا كثيرة أخرى قد فحصت البراهين فكانت استنتاجاتها فى صف الداروينية. وبدلا من أفحص البراهين التى

(*) نسبة إلى لامارك وهو عالم فرنسى صاحب نظرية فى التطور ١٧٤٤ ـ ١٨٢٩. (المترجم).

مع النظريات المتنافسة والتى ضدها، فإنى سأتخذ طريقة تناول هى أكثر تنظيرا. وستكون محاجتى أن الداروينية هى 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 المنافسة.

وإحدى وسائل إبراز هذه النقطة دراميا هى 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 هى من حيث المبدأ قادرة على تفسير الحياة. وما من نظرية أخرى مما قد طرح قط هى من حيث المبدأ قادرة على تفسير الحياة. وسوف أبرهن على ذلك بمناقشة كل النظريات المنافسة 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 هى مما قد يمكن تفسيره بالنظريات المنافسة. فكما رأينا، فإن الكثير من الحقائق عن توزيع جزيئات 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 هى تلك التى ظلت موضوعا متعاودا فى هذا الكتاب وهى: التركب التكيفى. 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 هى مما يمكن تصور أنها قد تأتت بحدث واحد محظوظ. ولكن الأمر الذى يتطلب تفسيرا من نوع خاص يتجاوز مجرد الحظ، لهو مجرد عدد الأجزاء المتشابكة، التى أجيد تكيفها كلها للرؤية وأجيد تكيف 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 أيضا 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 الانجليزية، أصبح عنوانا لأحد الأخطاء ـ وهو نظريته عن «ميكانزم» التطور ـ 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 ـ 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 الملغزة التى يبدو على الأقل للنظرة الأولى، أنها تفلت بفرصة لأن تقدم بديلا حقيقيا للداروينية. وهذه العناصر، وهى العناصر الوحيدة التى يتخذها «اللاماركيون الجدد» المحدثون، 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 الحى التى تستخدم تنمو لحجم أكبر. والأجزاء التى لا تستخدم تنزع لأن تضمر شديدا. ومن الحقائق التى تلاحظ أنك حينما تستخدم عضلات معينة فإنها تنمو؛ وأن العضلات التى لا تستخدم قط تنكمش. ويمكننا بفحص جسم إنسان أن نقول أى العضلات يستخدمها وأيها 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 خشنتان، قد خشنهما التعرض الطويل للعمل الشاق. وإذا حدث قط أن كانت يدا الكاتب خشنتين، فإن ذلك لا يصل لأكثر من جسأة (*) صغيرة على الإصبع الذى يكتب به.

ومبدأ الاستخدام وعدم الاستخدام يمكّن 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 الجسم من الإستفادة من أى قدر قليل يوجد من الشمس. ويمكن أن يقدّم ذلك كمثل لمبدأ الاستخدام وعدم الاستخدام: فالجلد سصبح بنيا عندما «يستخدم»، ويشحب للأبيض

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

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

هيا نلتفت الآن للمبدأ اللاماركى الرئيسى الآخر، وهو فكرة أن الخصائص المكتسبة هكذا تورث بعدها فى الأجيال المستقبلة. وتدل كل البراهين على أن هذه الفكرة هى ببساطة زائفة، ولكنها كانت خلال معظم التاريخ مما يؤمن به كحقيقة. ولامارك لم يبتكرها، ولكنه ببساطة ضم إليه الحكمة الشعبية لزمانه. وما زال هناك من يؤمن بهذه الفكرة فى بعض الدوائر. وقد كان لأُمّى كلب يصاب أحيانا بالعرج، فيرفع إحدى ساقيه الخلفيتين ليحجل على الأرجل الثلاث الأخرى. وكان لإحدى جاراتنا كلب أكبر سنا كان لسوء الحظ قد فقد إحدى رجليه الخلفيتين فى حادث سيارة. فكانت مقتنعة بأن كلبها هو ولابد والد كلب أمى، 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 هى 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 فى أذهاننا.

ولو ضممت توارث الخصائص المكتسبة مع مبدأ الاستخدام وعدم الاستخدام، سيكون لديك ما يبدو وكأنه وصفة جيدة للتحسين بالتطور. وهذه الوصفة هى ما شاعت عنونته بنظرية اللاماركية للتطور. فلو أن الأجيال المتتالية خشنت أقدامها بالمشى 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. وفى النهاية، سيولد الأطفال بجلد خشن بالفعل (وهم يولدون حقا هكذا، وإن كان ذلك لسبب مختلف كما سوف نرى). ولو أن أجيالا متتالية تشمست فى الشمس الاستوائية، فسيصبح لونها بنيا أكثر وأكثر لأن كل جيل، حسب النظرية اللاماركية، سيرث بعض صبغة الجيل السابق. وفى الوقت المناسب، سيولدون سودا، (مرة أخرى فإنهم يولدون حقا هكذا ولكن ليس للسبب اللاماركى).

والأمثلة الأسطورية هى ذراعا الحداد ورقبة الزرافة. ففى القرى حيث يرث الحداد مهنته عن أبيه، وجده الأكبر من قبله، كان يظن أنه يرث أيضا عن أسلافه العضلات التى أحسن تدريبها. وهو لا يرثها فحسب وإنما يضيف إليها من خلال ممارسته هو نفسه، ويمرر أوجه التحسن إلى ابنه. والزرافات السلف ذات الرقاب القصيرة كانت فى أشد حاجة للوصول إلى الأوراق العالية فوق الأشجار. فناضلت جاهدة لأعلى، فمطت بذلك عضلات العنق وعظامه. وكل جيل ينتهى برقبة أطول قليلا من سابقه، ويمرر ما وصل إليه من تقدم إلى الجيل التالى. وحسب النظرية اللاماركية الخالصة، فإن كل التقدم التطورى يتبع هذا النمط. فالحيوان يناضل فى سبيل شئ يحتاجه. وكنتيجة لذلك فإن أجزاء الجسم التى تستخدم فى نضاله تنمو لحجم أكبر، أو أنها تتغير فى الاتجاه الملائم. ويورث التغير بواسطة الجيل التالى، وتستمر العملية هكذا. ولهذه النظرية ميزة أنها نظرية تراكمية ـ وهذا عنصر جوهرى لأى نظرية عن التطور، إذا كان لها أن تفى بدورها فى 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 الزملاء، 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 متوشالح)(*) للمناصرة المتحمسة لتوارث الخصائص المكتسبة. وقضيته لم يؤسسها على معرفته بالبيولوجيا، فهذا أمر سيوافق شو فى جذل على عدم معرفته لأى شئ فيه. وإنما أسسها على نفور عاطفى من دلالات الداروينية، وهى ذلك «السِّفر من الحوادث»:

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

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

شئ من جبريّة بشعة فيها، حط لَعين 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 فى كتبه الستة الأخيرة قاد «حملة ضد ما فهمه هو نفسه عن الداروينية فهما سيئا». وهو قد بحث عن ملاذ فى بديل لم يكن قط واضحا لى كل الوضوح وإن كان مما يمكن تفسيره كنسخة غامضة من اللاماركية.

وكستلر وشو هما فرديّان يفكران لنفسيهما. وآراؤهما الشاذة عن التطور لم يكن لها فيما يحتمل تأثير وإن كنت أتذكر بالفعل، وفى خجل، أن تقديرى الخاص للداروينية فى العقد الثانى من عمرى قد تأخر لمدة عام على الأقل بفعل خطاب شو الساحر فى «العودة إلى متوشالح». والجاذبية العاطفية للاماركية، هى وما صحبها من عداء 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 مربى 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 الوراثيات فى الاتحاد السوفييتى، وأصبح له نفوذ هائل. وأصبحت آراؤه الجاهلة عن الوراثيات هى الوحيدة التى يسمح بتعليمها فى المدارس السوفيتية طيلة جيل. وحدثت أضرار لا تحصى للزراعة السوفييتية. وتم إعدام الكثيرين من علماء الوراثة السوفييت 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 نثبت قط أن الجنّيات لا توجد. فكل ما نستطيع قوله هو أنه لم

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

نتأكد قط أى رؤية للجنّيات، وأن ما تم إنتاجه لها من صور ضوئية مزعومة هى زيف ملموس. ويصدق الشئ نفسه على ما يزعم من وجود طبعات لأقدام بشرية في مهاد الديناصور بتكساس. وأى مقولة أقررها بأن الجنّيات لا توجد هى مستهدفة للاحتمال بأنى فى يوم ما قد أرى أسفل حديقتى 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 الهندى تحت جلد الضفدعة المولّدة، والتى رواها أرثر 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، هى رغم ذلك قابلة للتصديق طالما أنها لا تستدعى الشك فى كل شئ آخر نعرفه. فأنا لم أر أى برهان قوى على نظرية أن حيوانات البلصور(*) تعيش الآن فى بحيرة نيس، ولكن نظرتى للعالم لن تتهاوى إذا وجد برهان كهذا. فكل ما سيحدث هو أن تنالنى الدهشة (والسرور)، لأنه ما من حفرية بلصور قد عرفت فى الستين مليون سنة الأخيرة وهذه فيما يبدو فترة أطول من أن تسمح ببقاء عشيره 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 هى مما يتعاوض مع هذا الفهم، أو هى 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 الفيزيائيةعن النشاط الإشعاعى 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 ينبغى أن تكون غيرمرئية لو أنه لم يكن هناك شئ موجود عمره أكبر من ٦٠٠٠ سنة؛ فمجرة التبانة ينبغى أن تكون مما لا يمكن اكتشافه،لا هى 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 مربكة. وسنكون من المتعجرفين لو أننا قررنا أن إطاحات 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 عينى نفسيهما. أما لو رأيت رجلا يرفع نفسه فى الهواء، فإنى قبل أن رفض الفيزياء كلها سوف أشك أنى ضحية لهلوسة، أو حيلة من شعوذة. وثمة مدى متصل بدءا من نظريات يحتمل عدم صدقها ولكنها يمكن بسهولة أن تكون صادقة، ووصولا إلى النظريات التى لا تكون صادقة إلا بثمن من الإطاحة بالصروح الكبيرة للعلم التقليدى الناجح.

والآن أين تقف اللاماركية فى هذا المدى المتصل؟ إنها تُطرح عادة على أنها قريبة قربا كبيرا من طرف المدى عند «النظريات غير الصادقة ولكنها يمكن بسهولة أن تكون صادقة». وأود أن أثبت هنا قضية أن اللاماركية، أو على نحو أكثر تحددا 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 والذى يجب الإحاطة به قبل أن يصبح قبول اللاماركية ممكنا؟ إن هذا ليتطلب شرحا قليلا. وسيبدو الشرح وكأنه استطراد، ولكن سوف يتضح، فى النهاية تعلقه

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

مجال الحديث إذن هوعلم الأجنة.إن هناك تقليديا إنقسام عميق إلى موقفين مختلفين بشأن تحول الخلايا المفردة إلى كائنات كاملة. والإسمان الرسميان لهذين الموقفين هما التخلق السبقى(*) Preformationist والتخلق المتعاقب(**) Epigenesis ، ولكنى سوف أدعوهما فى شكليهما الحديثين نظرية الطبعة الزرقاء للمخطط Blue Print ونظرية الوصفة Recipe . وكان الأتباع الأوائل للتخلق السبقى يؤمنون أن الجسم البالغ «مكون مسبقا» فى الخليةالوحيدة التى كان عليه أن ينمو منها. وقد تصور واحد منهم أنه يمكنه أن يرى فى ميكروسكوبه مصغرا دقيقا للإنسان ـ «قزم ما» ـ مكوم داخل الحيوان المنوى (وليس البويضة!).وبالنسبة له فإن النمو الجنينى هو ببساطة عملية تكبير. فكل أجزاء الجسم البالغ موجودة هناك من قبل، وقد تكونت مسبقا. ومن المفروض أن كل قزم ذكر لديه ما يخصه من حيوانات منوية فائقة التصغير حيث أطفاله هو نفسه مكومون، وكل من هؤلاء يحوى أطفاله الأحفاد مكومين... وبصرف النظر تماما عن هذه المشكلة من الارتداد إلى ما لا نهاية، فإن نظرية التخلق السبقى الساذجة تهمل حقيقة كان وضوحها فى القرن السابع عشر لا يكاد يقل عن وضوحها الآن، وهى أن الأطفال يرثون الصفات من الأم مثلما من الأب. وحتى نكون منصفين، فقد كان هناك تخلقيون سبقيون آخرون سموا «البويضيون»، هم فى الراجح أكثر عددا من «المنويين»، ويؤمنون بأن البالغ يتكوّن مسبقا فى البويضة بدلا من الحيوان المنوى. على أن النظرية البويضية تعانى من نفس المشكلتين كما فى النظرية المنوية.

ونظرية التخلق السبقى الحديثة لا تعانى من أى من هاتين المشكلتين، ولكنها ما زالت خطأ. فالنظرية الحديثة ـ نظرية طبعة المخطط الزرقاء(***) ـ تنادى بأن حامض د ن أ فى البويضة المخصبة يرادف طبعة مخطط زرقاء للجسد البالغ. وطبعة المخطط الزرقاء هى رسم للشئ الحقيقى بمقياس مصغّر. والشئ الحقيقى ـ المنزل، أو القطة، أو أيا ما يكون ـ هو

(*) التخلق السبقى نظرية بأن كل أعضاء الجنين موجودة مسبقا فى الجرثومة. (المترجم).

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

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

شئ له ثلاثة أبعاد، بينما طبعة المخطط الزرقاء من بعدين. ويمكنك تمثيل شئ 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 ومصنوعه فى ثلاثة أبعاد من أخشاب عيدان الكبريت والبلزا، ولكن مجموعة النماذج التى على ورق مسطح من بعدين ـ الطبعات الزرقاء للمخطط ـ لهى أسهل فى حملها فى حافظة أوراق، وأسهل فى تعديلها، وأسهل فى العمل منها.

والاختزال بأكثر من ذلك إلى بعد «واحد»، يصبح ضروريا إذا لزم تخزين المخططات الزرقاء فى الشفرة النبضية للكمبيوتر، لتنقل مثلا بواسطة خط تليفونى 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 فى 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 فى 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 تليفونى له بعد واحد ـ أى نقل المخططات الزرقاء فى مجموعة مرقمة ـ 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 برّأت نظرية التخلق السبقى القديمة. هيا الآن ننظر فى أمر تلك النظرية العظيمة الأخرى فى علم الأجنة، نظرية التخلق المتعاقب، نظرية الوصفة أو «كتاب الطهى».

إن وصفة فى أحد كتب الطهى ليست بأى معنى طبعة المخطط الزرقاء للفطيرة التى

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 تُشفَّر فى بعد واحد ستتكون من سلسلة من مسحات خلال الفطيرة، وكأن أسياخا قد مررت مرارا من خلالها فى تتال 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 يتماثل 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 تتال 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، والبنيات الأخرى ذات الخلايا الكثيرة. وكما رأينا فى فصل سابق كيف أن سلوك خلية «معينة» لا

يعتمد على الجينات التى تحويها ـ لأن كل خلايا الجسد تحوى نفس مجموعة الجينات ـ 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 تشيغل 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 مثلمها 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 يفنّد 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 هى أن نعود وراءا إلى مثال الوصفة. فمما سنتفق عليه أنك لا تستطيع تقسيم الفطيرة إلى مكوناتها من كسرات وتقول «هذه الكسرة تناظر أول كلمة فى الوصفة، وتلك الكسرة تناظر الكلمة الثانيه فى الوصفة»، الخ. وبهذا المعنى فإنه مما سنتفق عليه أن الوصفة كلها تطابق الفطيرة كلها. ولكن لنفرض الآن أننا غيرنا كلمة واحدة فى الوصفة؛ لنفرض مثلا أننا أزلنا كلمة «مسحوق الخبيز» أو غيرناها إلى «الخميرة». ثم خبزنا مائة فطيرة حسب النسخة الجديدة للوصفة، ومائه فطيرة حسب النسخة القديمة للوصفة. سيكون هناك اختلاف رئيسى بين مجموعتى الفطائر، وهذا «الاختلاف» يرجع إلى اختلاف كلمة واحدة فى 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 الخبيز لا يناظر أى جزء بعينه من الفطيرة: إن مفعوله يؤثر فى التخمر، وبالتالى فى الشكل النهائى للفطيرة ككل. ولو حذفنا«مسحوق الخبيز» أو استبدلنا به «الدقيق» فإن الفطيرة لن تتخمر. ولو استبدلنا به «الخميرة» فإن الفطيره ستتخمر ولكن طعمها سيكون أشبه بالخبز. وسيكون ثمة اختلاف مميز مؤكد بين الفطائر التى خبزت حسب النسخه الأصلية وتلك التى خبزت حسب النسخ «الطافرة» للوصفة، حتى ولو لم يكن ثمة «قطعة» معينة من أى فطيرة تناظر الكلمات التى يبحث أمرها. وهذا تماثل جيد لما يحدث عندما يطفر أحد الجينات.

بل وثمة تماثل أفضل، ذلك أن الجينات تمارس تأثيرات كمية والطفرات 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 فى النهاية أنها تختلف ليس فحسب فى جزء منها، بل فى كل مادتها، عن الفطائر التى تخبز حسب النسخة الأصلية ذات الحرارة الأدنى. على أن التماثل ما زال أبسط مما يجب. فحتى نمثل «خبْز» الطّفل، ينبغى ألا نتخيل سياق واحد فى فرن واحد، وإنما شبكة من سيور ناقلة، تمرِّر أجزاءا مختلفة من الطبق من خلال عشرة ملايين من الأفران المصغرة المختلفة، بالتتالى وبالتوازى، وكل فرن يخرج مجموعة مختلفة من النكهات المولّفة من ١٠,٠٠٠ مكون أساسى. والنقطة الرئيسية فى مثال الطهى، من أن الجينات ليست طبعة مخطط زرقاء وإنما هى وصفة لسياق، لهى نقطة تظهر خلابة 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 شئ ما من الطبعة الزرقاء للمخطط، إذ تقارن بالوصفة، هو أن السياق فى 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 ـ كأن يهدم مثلا جدار داخلى لإعطاء مسقط مفتوح أرضى ـ فإن «طبعة المخطط الزرقاء المعكوسة» ستسجل بأمانة هذا التعديل. ولو كانت الجينات توصيفا للجسد البالغ لكان الأمر بمثل 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، وبالتالى تمرر إلى الجيل التالى. ولكن إبن 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 بالجسآت، فهيا بنا نستخدم هذا المثل. سنفترض أن لدينا كاتب بنك يداه 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 بالتضمين يناصر علما لنمو الأجنة ينتمى للمذهب الذرى، الحتمى، الردى. ولا أريد أن أثقل على القارئ العام بهذا الصنف الصغير من كلمات الرطانة المتعالية(*): إننى فحسب لم أستطع مقاومة الوجه الساخر الناجم عن أن البيولوجيين الذين يقتربون اليوم أوثق الاقتراب من التعاطف مع اللامركية يتفق أيضا أنهم بالذات مغرمون 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»، وبالتالى 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 التكيفى. 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 لوراثه 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 بيولوجيه وردّية كما ورد مثلا فى كتاب «ليس فى جيناتنا» لستيفن روز وآخرين. (المترجم).

الأغلبية العظمى منها هى 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 تمرّر به الأرجل المخشنة والجلد المصبوغ. ومعظم الخصائص التى تكتسبها أى ماكينة 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 هى 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.

والدارويني 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 يحبذ أولئك الأفراد من الأجيال السالفة الذين اتفق أنهم يستجيبون لضوء الشمس بأن يصبحوا سمرا. والدارويني ينادى بأن السبب الوحيد لأن الأقلية من الخصائص المكتسبة هى التى تكون من التحسينات هو أن ثمة أساسا لذلك من سابق الانتخاب الدارويني. وبكلمات أخرى فإن النظرية اللامركية لا تستطيع تفسير التحسين التكيفى فى التطور إلا لو كان الأمر وكأنها تمتطى صهوة النظرية الداروينية. وبافتراض أن الانتخاب الدارويني

موجود ها هنا فى الخلفية ليؤكد أن بعض الخصائص المكتسبة هى ذات فائدة، وليزود بميكانزم لتمييز ما هو مفيد عما هو ضار من المكتسبات، فإن توارث الخصائص المكتسبة قد يؤدى، 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 التكيفى 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. ويختزن مخه مكتبة كبيرة من المعلومات عن عالمه، وعن أى الأفعال تتجه إلى أن تؤدى إلى النتائج المطلوبة وأيها يؤدى إلى النتائج غير المطلوبة. وبالتالى فإن الكثير من سلوك الحيوان يندرج تحت عنوان الخصائص المكتسبة، والكثير من هذا النوع من الاكتساب ـ التعلم ـ 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 جبليا مكتبة من الخبرة المنجزة، وهى مهيأة 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 أتوماتيكيا إلى الجينات.

ولكن هذا كله يفترض مسبقا أن تغيرات السلوك التى نسميها التعلم هى حقا تحسينات. فلماذا «ينبغى» 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 تعامَل 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 المثيرات التى من مثل مذاق الطعام المغذى، والتى تبشر بما يصلح لبقائها. وسبب أننا فى الحقيقة لا نرى مثل هذه الحيوانات الماسوشية فى العالم هو السبب الداروينى من أن الأجداد الماسوشيين هم لأسباب واضحة ما كانوا ليبقوا ليتركوا 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 نربى جنسا من الماسوشيين بالوراثة. أما فى الطبيعة، فإن ماسوشيين كهؤلاء لن يبقوا، وهذا هو السبب الأصلى فى أن التغيرات التى نسميها التعلم تنزع لأن تكون تحسينات وليست العكس. ها نحن قد وصلنا ثانية إلى استنتاج أنه لا بد من وجود أساس داروينى لتأكيد أن الخصائص المكتسبة هى مفيدة.

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

وإذا كانت العين مثلا مفيدا فيما سبق، فلماذا لا تكون كذلك ثانية؟ تصور كل تلك الأجزاء العاملة المتشابكة المتعاونة: العدسة بشفافيتها النقية، تصحيحها للون وتصحيحها للتشوهات الكروية؛ ثم العضلات التى تستطيع فى التو ضبط بؤرة العدسة على أى هدف على مسافة قبدأ من بوصات قليلة حتى الما لا نهاية؛ وحجاب القزحية أو ميكانزم

«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 مليونا من الخلايا الضوئية ذات الشفرة اللونية؛ والشبكة الرهيفة للأوعية الدموية التى تغذى كل جزء من الماكينة بالوقود؛ بل والشبكة الأرهف للأعصاب ـ مرادفات الأسلاك الموصلة والرقائق الالكترونية. أبق فى ذهنك كل هذا التركب 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، لمجرد أنها تقذف 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 تأثيرا.

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 القزحية الذى أجيد صنعه بحيث يحجب الضوء سريعا عندما تبزغ 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 خفيا ومهما كان دفينا فى الأنسجة الداخلية، فإنه يمكنه أن يساهم فى بقاء الحيوان ونجاح تكاثره وبالتالى فى نشر الجينات

التى صنعت التحسين. وإذن فإن الانتخاب الداروينى يستطيع أن يفسر تطور التحسين. والنظرية الداروينية تفسر تطوير جهاز ناجح للبقاء، كنتيجة مباشرة لذات نجاحه. واقتران التفسير بما هو سيفسَّر، لهو اقتران مباشر ومفصل.

والنظرية اللاماركية من الناحية الأخرى تعتمد على اقتران مفكك فج: 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 التركب التكيفى، 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 أجنّة 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 التركب التكيفى الجدّى، 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» جدّيا لتفسير تطور التركب التكيفى. فهى مدانة من بادئ الأمر كمنافس بالإمكان للداروينية.

وثمة نظريات أخرى قليلة قدمت، بل ولا تزال تقدم أحيانا، كبدائل للانتخاب الداروينى. ومرة أخرى سوف أبين أنها ليست مطلقا بدائل جدية حقا. وسوف أبين

(والأمر واضح حقا) أن هذه «البدائل» ـ «الحيادية» و «الطفرية»، وهلم جرا ـ قد تكون أو لا تكون مسئولة عن بعض نسبة مما يلاحظ من تغير تطورى، ولكنها لا يمكن أن تكون مسئولة عن التغير التطورى «التكيفى»، أى التغير فى اتجاه بناء أدوات محسّنة للبقاء، مثل الأعين، والآذان، ومفاصل المرفق، وأدوات قياس البعد بالصدى. وبالطبع فإن قدرا كبيرا من التغير التطورى قد يكون غير تكيفى، 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 باللاحياة. ويتضح هذا بصفة خاصة فى حالة النظرية الحيادية عن التطور. وهذه نظرية لها تاريخ طويل، ولكنها يسهل فهمها بالذات فى مظهرها الجزيئى الحديث الذى انتشرت فيه انتشارا واسعا بواسطة عالم الوراثة اليابانى العظيم موتو كيمورا، الذى يتفق أن أسلوب نثره الانجليزى هو مما يخجل الكثيرين من المتحدثين الوطنيين.

وقد سبق أن التقينا لقاءا وجيزا بالنظرية الحيادية. والفكرة، كما ستتذكر، هى أن النسخ المختلفة لنفس الجزئ، التى تختلف فى التتابع 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 الوراثيات الجزيئية، هى تغيرات محايدة ـ «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 التكيفى. والسؤال الثانى، الذى يتميز تماما عن الأول، هو السؤال عما إذا كان أغلب التغير التطورى الذى يحدث فعلا هو تكيفى. وبافتراض أننا نتحدث عن تغير تطورى 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 تأتى من خلال اندفاع عشوائى؟ لقد ثارت معركة عنيفة حول هذا السؤال الثانى بين علماء الوراثة الجزيئية، كان أحد الأطراف فيها يتغلب أولا ثم يتغلب الآخر. ولكن لو اتفق أننا ركزنا انتباهنا على التكيف ـ على السؤال الأول ـ فإن الأمر كله يصبح زوبعة فى فنجان. وبمدى ما يعنينا حينذاك، فإن الطفرة المحايدة قد تكون أيضا غير موجودة، ذلك أنه لا نحن ولا الانتخاب الطبيعى نستطيع رؤيتها. إن الطفرة المحايدة «ليست» مطلقا بطفرة، وذلك عندما يدور تفكيرنا حول السيقان والأذرع والأجنحة والأعين والسلوك! وإذ نستخدم مثال الوصفة مرة ثانية، فإن مذاق الطبق يظل هو نفسه حتى ولو طفرت بعض كلمات الوصفة بنوع جديد من الحروف المطبعية. وبالقدر الذى يعنى من يهتمون منا بالطبق النهائى، فإن الوصفة تظل هى نفسها سواء طبعت (هكذا) أو (هكذا) أو (**هكذا**). وعلماء الوراثة الجزيئية مثلهم كمثل طباعين مدققين. فهم يهتمون بالشكل الفعلى للكلمات التى سجلت بها الوصفات كتابة. والانتخاب الطبيعى لا يهتم بذلك، وينبغى علينا ألا نهتم بذلك عندما نتحدث عن تطور التكيف. أما عندما نشغل بأوجه أخرى من التطور، كأن نشغل مثلا بمعدلات التطور فى السلالات المختلفة، فإن الطفرات المحايدة تصبح موضع اهتمام فائق.

وحتى أكثر الحياديين حماسا سوف يسعد تماما بإبداء موافقته على أن الانتخاب الطبيعى مسئول عن كل التكيف. وكل ما سيقوله هو أن التغير التطورى ليس فى معظمه تكيفا. وهو قد يكون محقا تماما، وإن كانت هناك مدرسة من علماء الوراثة لا توافق على ذلك. ومن الصفوف الجانبية، فإنى 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 الحيادى لا يمكن أن يؤدى إلى تحسين تكيفى، والسبب البسيط لذلك أن التطور المحايد هو بالتعريف تطور عشوائى؛ والتحسين التكيفى هو بالتعريف لا عشوائى. ومرة أخرى ها نحن نفشل فى العثور على أى بديل للانتخاب الداروينى كتفسير لقسمة الحياة التى تميزها عن اللاحياة، أى التركب التكيفى.

ونأتى الآن إلى منافس تاريخى آخر للداروينية ـ النظرية «الطفرية». وهى نظرية من الصعب علينا الآن أن نفهمها، على أنه فى سنوات هذا القرن الأولى عندما تمت تسمية

ظاهرة الطفر لأول مرة، فإنها لم تكن تُعد بمثابة جزء ضرورى من النظرية الدراوينية وإنما عدت نظرية «بديلة» للتطور! وكان ثمة مدرسة من علماء الوراثة سميت مدرسة الطفريين، 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 التغير 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 تطهيرى يقوم به فى التطور. فالقوة الخلاقة حقا هى الطفر نفسه. وكان يتم النظر إلى الوراثيات 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 النغمة المتفضلة التى كان يرددها بيتسون نفسه إذ يقول: «أننا نؤيد داروين لما جمعه من الحقائق بما لا يقارن [ولكنه...] بالنسبة لنا لا يعد بعد مرجعا فلسفيا فيما يقوله.إننا نقرأ خطته عن التطور بمثلما 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 د.أ فيشر هو فوق كل شئ الرجل الذى قلب الموائد وبيّن أن الوراثة المندلية المدققة لهى 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

الطفر وكأنه القوة التطورية الوحيدة، فإن مشكلته تتقرر ببساطة كالتالى: كيف يمكن حقا افتراض أن الطفر «يعرف» ما يكون صالحا للحيوان وما لا يكون؟ وبين كل التغيرات المحتملة التى قد تحدث لميكانزم 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 الطفر، 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 يطفر 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 نُشئنا على الاعتقاد بأن الطفرات «عشوائية». وإذا كانت الطفرات عشوائيه فإنها، حسب التعريف، لا يمكن أن تكون مُوجهة 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 الطفر عشوائى. فثمة عشوائية وعشوائية أخرى غيرها، والكثيرون يخلطون المعانى المختلفة للكلمة. إن هناك حقا أوجه عديدة لا يكون الطفر فيها عشوائيا. وكل ماأود التصميم عليه هو أن هذه الأوجه «لا» تحتوى على أى شئ يرادف توقع ما يجعل حياة الحيوان أفضل. فلو استخدمنا الطفر بغير الانتخاب، لتفسير التطور، فإننا سنحتاج حقا لشئ ما مرادف لهذا التوقع. وسيكون مما ينور أن نلقى نظرة أبعد إلى المعانى التى يكون بها الطفر عشوائيا ولا يكون بها كذلك.

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

أحداث فيزيائية محددة؛ فهى لا تحدث وحسب تلقائيا. وإنما هى تُحدَث بما يسمى «المطفـرات» (والمطفرات خطرة لأنها كثيرا ما تسبب السرطان) كأشعة إكس، والأشعة الكونية، والمواد المشعة، وبعض كيماويات متنوعة، بل والجينات الأخرى التى تسمى «الجينات المُطفرة». وثانيا، فإن الجينات التى فى أى نوع لا تتساوى كلها فى احتمال طفرها. وكل موضع على الكروموزومات له «معدله للطفر» الخاص المميز. وكمثل فإن المعدل الذى يخلق به الطفر جين مرض رقصة هنتنجتون (المماثل لرقصة القديس فيتوس)، الذى يقتل الناس فى السنوات المبكرة من أواسط العمر، هو معدل يقرب من ١ فى ٢٠٠,٠٠٠. والمعدل المناظر للودانة(*) (متلازمة التقزم المألوفة، والتى تتميز بهى كلاب الباست وكلاب الداتشوند(**)، حيث تكون الأذرع والسيقان قصيرة جدا 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 عاليا. وبعض أجزاء الكروموزوم التى تسمى «النقط الساخنة» لها معدل عالى لإقلاب Turnover الجينات، أى معدل طفر محلى مرتفع جدا.

وثالثا، فعند كل موضع فوق الكروموزومات، سواء كان من النقط الساخنة أو لم يكن، فإن الطفرات التى فى اتجاهات معينة قد يكون احتمال وقوعها أكثر من الطفرات التى فى الاتجاه المضاد. وهذا يؤدى إلى الظاهرة المعروفة «بضغط الطفر» وهى ظاهرة يمكن أن تكون لها نتائج تطورية. وحتى لو كان هناك لجزئ الهيموجلوبين مثلا شكلان، الشكل ١ والشكل٢، هما شكلان محايدان انتخابيا، بمعنى أنهما كلاهما متساويان فى صلاحيتهما لحمل الأوكسجين فى الدم، إلا أنه يمكن مع هذا أن يكون وقوع طفرات من ١ إلى ٢ أكثر شيوعا من الطفرات العكسية من ٢إلى ١. وفى هذه الحالة فإن ضغط الطفر ينزع إلى أن يجعل شكل ٢ أكثر شيوعا من شكل١. ويقال أن ضغط الطفر هو صفر عند موضع كروموزومى بعينه، عندما يكون معدل الطفر أماما عند هذا الموضع متوازنا بالضبط مع معدل الطفر وراءا.

(*) Achondroplasia نقص التعظم الغضروفى مما يؤدى إلى عدم نمو العظام فيظل المريض قزما. (المترجم)
(**) أنواع من الكلاب أطرافها قصيرة بالنسبة لجسدها. (المترجم).

ها نحن الآن يمكننا أن نرى أن ذلك السؤال عما إذا كان الطفر حقا عشوائيا ليس فى الحقيقة بالسؤال التافه. والإجابة عنه تعتمد على ما نفهمه كمعنى لعشوائى. فإذا كنت تأخذ «الطفر العشوائى» على أنه يعنى الطفرات غير متأثرة بأحداث خارجية، فإن أشعة إكس هكذا تفند الرأى القائل بأن الطفر عشوائى. وإذا كنت تتصور أن «الطفر العشوائى» يعنى أن كل الجينات تتساوى فى احتمال طفورها، فإن النقط الساخنة تبين أن الطفر ليس عشوائيا. وإذا كنت تتصور أن «الطفر العشوائى» يعنى أن ضغط الطفر هو صفر عند كل المواضع الكروموزومية، فإن الطفر مرة أخرى ليس عشوائيا. فالطفر لا يكون عشوائيا حقا إلا إذا عرّفت «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 «عشوائى» (وظيفيا). وثمة نوع رابع من اللاعشوائية يصدق عليه هذا أيضا وإن كان ذلك بما هو أقل وضوحا بدرجة طفيفة. ومن الضرورى أن نبذل فيه بعض وقت قليل لأنه ما زال يحير حتى بعض البيولوجيين المحدثين.

هناك أناس يكون معنى «العشوائى» عندهم هو كما سيلى، وإن كان هذا المعنى فى رأى أنا يكاد يكون معنى شاذا. وسوف أستشهد بغريمين للداروينية (هما ب. سوندرز و م.و.هو) فيما يتصوران أنه ما يؤمن الداروينيون به على أنه «الطفر العشوائى»: «المفهوم الداروينى الجديد عن التباين العشوائى يحمل معه المغالطة الكبرى بأن كل ما يمكن تصوره هو محتمل». «وينادَى بأن (كل) التغيرات ممكنة وكلها (محتملة بدرجة متساوية» [الأقواس من عندى]. وواقع الأمر أن الداروينية لا تنادى باعتقاد كهذا، وبصرف النظر عن ذلك فإنى لا أرى كيف يمكن أن نشرع فى جعل عقيدة كهذه «ذات معنى»! فما الذى يمكن أن تعنيه المناداة بأن «كل» التغيرات تتساوى احتمالا؟ «كل» التغيرات؟ وحتى يكون شيئان 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 الحدثين الممكنين التاليين: «ذيل البقرة يطول ببوصة واحدة»، و«ذيل البقرة يطول

ببوصتين». هل هذان حدثان منفصلان وبالتالى هما «محتملان بدرجة متساوية» أنهما فحسب مجرد متغيرات كمية لنفس الحدث؟

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

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

وعنصر الكاريكاتير يأتى من تصوير ماذا يعنى الداروينى عند القول بأنه ليس هناك انحياز فى التباين الطفرى الذى يطرح للانتخاب. وبالنسبة لى، كداروينى من الحياة الواقعية، فإن

هذا يعنى فحسب أن الطفر لا ينحاز انحيازا منظوما فى اتجاه التحسن التكيفى. أما فى كاريكاتير الداروينى الأضخم بأكبر مما فى الحياة، فإنه يعنى أن كل التغيرات القابلة للتصور هى «محتملة بدرجة متساوية». ولو وضعنا جانبا الاستحالة المنطقية لعقيدة كهذه مما سبق ذكره، فإن كاريكاتير الداروينى يصوره على أنه يعتقد أن الجسم بمثابة طَفْل فيه مرونة إلى ما لا نهاية، ومهيأ لأن يتشكل بالانتخاب المفعم بالقوة إلى أى شكل قد يحبذه هذا الانتخاب. ومن المهم أن نفهم الفارق بين داروينى الحياة الواقعية هو والكاريكاتير. وسوف نفعل ذلك بلغة لمثل بعينه، هو الفارق بين تكنيكات الطيران عند الخفافيش وعند الملائكة.

تصور الملائكة دائما 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 أدخلا 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 تطوَّر 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 خرقا فظيعا 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 شئ. إذا كانت الخفافيش ليست لها أجنحة مثل الملائكة، فلا يمكن أن يعنى هذا إلا أن الانتخاب لم يحبذ أجنحة كأجنحة الملائكة. ومن المؤكد إن كان ثمة خفافيش طافرة لها براعم أجنحة تبرز من وسط ظهرها، ولكن الأمر فحسب هو أن الانتخاب لم يحبذها.

* **الواقعى:** حسن. إننى أوافق تماما على أن الانتخاب ربما لم يحبذها لو أنها قد برزت «فعلا». 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 سيوافينا به الطفر دائما؟

* **الكاركاتير:** أكيد إنى لأتصور ذلك. الانتخاب هو كل شئ. 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 شئ» يكون ممكنا على نحو مطلق. لماذا فى رأيك لا يوجد حيوان يتنفس النار من منخريه كالتنين مثلا؟ ألن يكون ذلك مفيدا فى اصطياد الفريسة وطهيها.

* **الكاريكاتير:** هذا أمر سهل. فالانتخاب هو كل شئ. والحيوانات لا تتنفس نارا لأنها لن تربح 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 حبذ 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 ورائيا ملابس فضاء وأقنعة أوكسجين.

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

* **الكاريكاتير:** هذه نقطة هامة! حسن، التفسير الحقيقى فيما أفترض لابد وأن يكون أن الأبقار هى وحسب لن تربح شيئا من القفز إلى القمر. ويجب ألا ننسى تكلفة الطاقة للوصول إلى سرعة الخروج من الجاذبية.

* **الواقعى:** هذا عبث.

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

* **الواقعى:** إذا كان هذا ما تظنه، فإنه ينبغى 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.

الواقعى والكاركاتير 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 واقعيا. 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 التالى: إن مشكلة الداروينية هى أنها تهمل القيود التى يفرضها علم نمو الأجنة. فالداروينيون (وهنا يدخل الكاريكاتير) يعتقدون أنه لو كان الانتخاب يحبذ بعض تغير تطورى مما يمكن تصوره، فسوف يثبت فى النهاية أن التباين الطفرى اللازم لذلك هو أمر متاح. فالتغير الطفرى فى أى اتجاه هو مما يتساوى احتماله: والانتخاب هو ما يزود بالانحياز الوحيد.

على أن أى داروينى 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 «يبرز» 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 للطفرات 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 ستبرز 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 مجالا للخلاف بشأن مدى احتمال أنه قد وجدت، أو لم توجد قط، طفرات معينة متخيلة. وقد يثبت فى النهاية مثلا، أنه ليس هناك شيئا فى نمو الأجنة الثديية يمنع الأجنحة الملائكية، وأن كاريكاتير الداروينى، فى هذه الحالة «بالذات»، كان على حق عندما اقترح أن ثمة براعم تنشأ لأجنة الملائكة ولكن الانتخاب لا يحبذها. أو أنه قد يثبت فى النهاية أننا عندما نعرف المزيد عن نمو الأجنة فسوف نرى أن أجنة الملائكة هى دائما

مما لن يبدأ، وبالتالى فإن الانتخاب ليس لديه قط أى فرصة لتحبيذها. وهناك احتمال ثالث، ينبغى أن نضعه فى القائمة لنستكملها، وهى أن نمو الجنين لا يسمح قط بأى إمكان لأجنحة الملائكة وأن الانتخاب ما كان ليحبذها 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 يضجون كثيرا بأن «قيود النمو» هى فيما يزعم قوة مضادة للداروينية، إنما يخلطون الداروينية بكاريكاتير الدراوينية الذى سخرت من محاكاته فيما سبق.

إن هذا كله قد بدأ بنقاش حول ماذا نعنى عندما نقول أن الطفر «عشوائى». 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 وراءا. 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 يحبذه الانتخاب. فالتباين المتاح للانتخاب مقيد بسياقات النمو الجنينى، كما هى موجودة واقعيا.

وثمة وجه خامس «قد» يكون الطفر فيه لاعشوائى. فيمكننا أن نتخيل (وحسب) شكلا من الطفر يكون منحازا انحيازا 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 دارويني الحياة الواقعية الحقيقى على أن الطفر عشوائى. فالطفر ليس منحازا انحيازا منظوما فى اتجاه التحسين التكيفى، وما من ميكانزم معروف (عند تفسير هذه النقطة باعتدال) يمكن له أن يوجه الطفر إلى اتجاهات تكون لاعشوائية بهذا المعنى الخامس. فالطفر عشوائى من وجهة الفائدة التكيفية، 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 مفنّدة، وإنما هما لا منافس على الإطلاق.

ويصدق ذلك أيضا على المنافس المزعوم الآخر للانتخاب الداروينى، والذى يناصره عالم كمبردج للوراثة جابرييل دوفر تحت إسم عجيب هو «الدافع الجزيئ» (ولما كان كل شئ قد صنع من الجزيئات فإنه ليس من الواضح لماذا ينبغى أن تستحق عملية السياق التطورى التى يفترضها دوفر أن يكون لها إسم الدافع «الجزيئ» أكثر مما يستحقه أى سياق تطورى 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 التكيفى. وهم يدركون أن الانتخاب الطبيعى وحده هو الذى يستطيع أن يدفع التطور فى اتجاهات تكيفية. ودعواهم هى ببساطة أن الكثير من التغير التطورى (كما يراه عالم الوراثة الجزيئية) ليس تكيفيا. 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 التركب 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 والتركب.ولحسن الحظ، فإن دوفر يبرز بوضوح للتحدى، ويطرح تفسيره الخاص لتطور العين. وهو يقول، إفرض أنه يلزم ١٠٠٠ خطوة من التطور حتى تتطور العين من لا شئ. سيعنى هذا أن تتاليا من ١٠٠٠ تغير وراثى يلزم لتحويل رقعة جلد عارية إلى العين. وهذا فيما يبدو لى افتراض مقبول جدلا. وبلغة 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. وبرده

إلى أبسط أشكاله، فإن الطفر سيقدم فى كل خطوة واحدة من الخطوات الألف، عددا من البدائل، ولا يحبذ منها إلا واحد لأنه يساعد على البقاء. فالخطوات الألف للتطور تمثل ألفا من نقط الاختيار المتتالية، وعند كل نقطة من هذه تؤدى معظم تلك البدائل إلى الموت. فالتركب التكيفى للعين الحديثة هو المنتج النهائى لألف «اختيار» ناجح فى اللاوعى.فالنوع يتبع دربا معينا خلال متاهة الاحتمالات كلها. وقد كان هناك ١٠٠٠ نقطة تفرع على الدرب، وعند كل نقطة كان من يقون أحياءا هم أولئك الذين يتفق أنهم يتخذون المنعطف الذى يؤدى إلى تحسين البصر. وهناك على جانب الطريق، تنتشر الأجساد الميتة للفاشلين الذين اتخذوا المنعطف الخطأ عند كل نقطة من نقط الاختيار الألف المتتالية. فالعين التى نعرفها هى المنتج النهائى لتعاقب من ألف «اختيار» انتخابى ناجح.

إن هذا هو تفسير الانتخاب الطبيعى (بإحدى طرائق التعبير عنه) لتطور العين فى ١٠٠٠ خطوة. والآن ماذا عن تفسير دوفر؟ إنه يحاج أساسا بأنه ما من أهمية للاختيارالذى تتخذه السلالة عند كل خطوة: فهى بالتأمل وراءا ستجد استخداما ما للعضو الناتج. وكل خطوة تتخذها السلالة هى حسب ما يقول خطوة عشوائية. وكمثل فإنه عند الخطوة الأولى تنتشر طفرة عشوائية خلال النوع. وحيث أن الخاصية التى تطورت حديثا هى وظيفيا عشوائية، فإنها لا تساعد الحيوان على البقاء. وهكذا، فإن النوع يبحث فى العالم عن مكان جديد أو أسلوب حياة جديد يستطيع فيه أفراد النوع استخدام هذا الملمح العشوائى الجديد الذى فرض على أجسامهم. وإذ يجدون مكانا من البيئة يلاءم ذلك الجزء العشوائى 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 عشوائى جديد. وعندما يجدونه تكون الخطوة (٢) قد اكتملت. والآن فإن الخطوة (٣) من الطفر العشوائى تنتشر خلال النوع، وهكذا دواليك لألف خطوة يتم فى نهايتها تكوين العين كما نعرفها. ويبين دوفر أن العين البشرية يتفق أنها تستخدم ما نسميه الضوء «المرئى» 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 معقولية مغوية، ولكن هذا فقط للنظرة الأولى جد الوجيزة. والإغواء هنا ناجم عن أسلوب السمترية المحكمة الذى يقلب به الانتخاب الطبيعى رأسا على عقب. فالانتخاب الطبيعى 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 يعيّن النوع بعدها من بين مجموع البيئات كلها تلك البيئة الواحدة الأفضل ملاءمة لطبيعته المفروضة.

على أن إغواء هذه السمترية لهو إغواء سطحى حقا. إن هذه الوقوقة العجيبة المبهمة 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 ٢^١٠٠٠). 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 الطبيعى عند دوفر لن يستطيع أبدا أن يعمل، ليس أبدا لمليون سنة فقط بل أبدا لزمن أطول مليون مثلا من أمد وجود الكون، أبدا لمليون كون كل منها يبقى أمدا يصل طوله لمليون ضعف مرة أخرى. ولتلاحظ أن هذا الاستنتاج لا

يتأثر موضوعيا لو أننا غيرنا فرض دوفر الابتدائى 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 والتى يجب أن تكون وكأنها تنتظر فى أقصى تأهب لأن تتلاءم مع أى الخطوات العشوائية التى 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 التى تنتظر فى أقصى تأهب سيكون على كل واحدة منها أن تصنع مما يقل عن الذرة الواحدة.

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

عدده إلى اللانهاية من الأغلبية الكبيرة من الأغصان العقيمة ـ كالحيوانات التى تكون أعينها فى أخمص أقدامها.. الخ ـ تلك التى تضطر نظرية دوفر إلى الإقرار بها، بسبب صبيغة النظرية الغريبة ذات المنطق المقلوب.

قد تناولنا كل ما يزعم من بدائل لنظرية الانتخاب الطبيعى فيما عدا أقدمها، وهى النظرية التكوينية التى ترى أن الحياة نشأت بما هى عليه من غير تطور كما فى 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 تفنيد فروض من هذا النوع. وكل ما يمكننا قوله بشأنها هو أنها علميا غير ضرورية للتطور.

هكذا، فإن قائمة النظريات التى نظرنا أمرها فى هذا الفصل كلها تعطى بعض مشابهة سطحية لما قد يكون نظريات بديلة للداروينية، يمكن أن تختبر جدارتها باستدعاء البراهين. وكلها يثبت فى النهاية بالفحص المدقق، أنها ليست على الاطلاق مما ينافس الداروينية. ونظرية التطور بالانتخاب الطبيعى التراكمى هى 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 البـراهين فى صفها فعلا. ولكن هذه قصة أخرى.

هيا نستمع إلى ختام الأمر كله. إن الحياة فى جوهرها هى 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 هى البقاء اللاعشوائى، مفهوما على الوجه الصحيح. والبقاء اللاعشوائى، عندما لا يفهم على الوجه الصحيح، لا يكون الدعوى النقيضة للصدفة، فسيكون هوالصدفة 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 تدريجيه 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 يبزغ 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 ومرتّبة فى تسلسل. ومهما كانت قلة احتمال أن تنشأ (س) من (ص) فى خطوة واحدة، فإن من الممكن دائما تصور أن بينهما سلسلة من توسطيات 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 توسطيات 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 التوسطيات 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. Hirching, 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. Grene (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 P. 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, J. Z. (1950) *The Life of Vertebrates*. Oxford: Clarendon Press.

obeikandl.com