٤ . بنية وميتافيزيقا النظريات العلمية

- نظرة عامة.
- كيف تعمل النظريات.
- الاختزال والإحلال وتقدم العلم.
- مشكلة المصطلحات النظرية والأشياء التى تطلق عليها .
- النظريات والنماذج.
- دراسة حالة: نظرية الانتقاء الطبيعى.
- ملخص.
- أسئلة للدراسة.
- مقترحات للقراءة.

• نظرة عامة:

كم مرة سمعت فيها شجبا لوجهة نظر ما لشخص ما، بمقولة "إنها مجرد نظرية"؟، لقد أصبح معنى كلمة "نظرية Theory" فى الإنجليزية العادية – على نحو ما – هو أنها شريحة من مستوى التأمل، أو أنها فى أحسن الأحوال تعنى فرضية مازالت مفتوحة للشكوك الجدية، أو على الأقل لم تتوفر لها شواهد كافية. وهذا الاستخدام

يختلف على نحو مثير للاستغراب عن معنى الكلمة عندما يستخدمها العلماء. ذلك أن العلماء بعيدا عن التأمل والشك يستخدمون المصطلح عادة لوصف مجال مستقر ينطوى على قوانين مقبولة بشكل واسع، وعلى مناهج وتطبيقات وأسس، بعيدا عن مستوى التأمل أو الشك. وهكذا يتكلم الاقتصاديون عن " نظرية المباريات"، والفيزيائيون عن :"نظرية الكوانتم"، ويستخدم البيولوجيون مصطلح "نظرية التطور " كمرادف تقريبى لمصطلح "البيولوجيا التطورية"، وينسجم مصطلح "نظرية التعلم" بين السيكولوجيين مع فرضيات مختلفة حول ظواهر متنوعة ومستقرة بشكل جيد. إن كلمة "نظرية Theory" بالإضافة إلى استخدامها لكى تطلق على مجال كامل من البحث، فإنها فى العلوم تعنى كذلك مجموعة من الفروض التفسيرية ذات الدعم التجريبى القوى.

أما كيف تقدم النظرية بالضبط مثل هذا النسق التفسيرى للظواهر المتباينة، فمازال سؤالاً يحتاج أن نجيب عليه. حيث ظل فلاسفة العلوم إلى أمد طويل يقولون النظريات تفسر لأنها، مثل هندسة إقليدس، أنساق استنباطية منتظمة. وليس مما يثير الدهشة أن نجد أنصارا لنموذج D-N للتفسير وقد شدتهم هذه الوجهة من النظر. فرغم كل شيء فإن التفسير القائم على نموذج D-N استنباطى، والنظريات ما هى إلا تفسيرات أكثر أساسية للعمليات العامة. وعلى خلاف الأنساق الاستنباطية فى الرياضيات، فإن النظريات العلمية هى مجموعات من الفرضيات يتم اختبارها من خلال الاشتقاق المنطقى لنتائج لها قابلة للملاحظة. فإذا ما تمت ملاحظة النتائج تلك من خلال التجربة أو جمع البيانات بطريقة أخرى، ستصبح الفرضيات التى تختبرها الملاحظات مقبولة مبدئيا. وتعرف وجهة النظر المتعلقة بالعلاقة بين التنظير العلمى والاختبار العلمى باسم "الفرضية – الاستنباطية" "Hypothetico- deductivism". وهى ترتبط ارتباطا وثيقا بتناول النظريات كأنساق استنباطية، كما سنرى.

ومن الطبيعى أن يثير المفهوم البدهى للنظريات، وجهة نظر حول التقدم فى العلم على أنه تطوير نظريات جديدة تتناول النظريات القديمة على أنها حالات خاصة، أو تقريبات أولية، تقوم النظريات الأحدث بتصحيحها وتفسيرها. وهذا المفهوم المتعلق برد النظريات الأضيق إلى النظريات الأوسع أو الأكثر أساسية، عن طريق الاستنباط تزودنا بتطبيق جذاب للمنهج البدهى فى تفسير طبيعة التقدم العلمى.

وبمجرد اعترافنا بالدور المتحكم للمشاهدة والتجربة فى التنظير العلمى، يصبح اعتماد العلم على الأفكار والمقولات التى لا يمكن أن تخضع للاختبار بالمشاهدة مشكلة خطيرة. فالعلم لا يمكن أن يؤدى دوره بدون مفاهيم مثل "نواة" و"جين" و"جزىء" و"ذرة" و"إلكترون" و"كوارك" و "كوازار"(*) ونحن نسلم بأن هناك أسبابا قوية جداً لفعل ذلك، فالصعوبات تتولد من أن العلم يلتزم بالدور المهيمن للخبرة فى المفاضلة بين النظريات.

وتقسم هذه الصعوبات العلماء والفلاسفة إلى معسكرين فيما يتعلق بميتافيزيقا العلم : الواقعية واللا واقعية – كما تقود البعض إلى التخلى عن وجهة النظر القائلة بأن العلم هو البحث من أجل توحيد النظريات. وبدلاً من ذلك، فإن هؤلاء العلماء والفلاسفة عادة ما يعتزون بتلك النماذج التى نصممها كبدائل للفهم المكتمل الذى قد لا يتمكن العلم من التوصل إليه. ونحن فى حاجة إلى التعرف على وجه الخلاف بين أولئك الذين ينظرون إلى العلم باعتباره نماذج مفيدة وهؤلاء الذين ينظرون إليه باعتباره البحث عن نظريات حقيقية.

٤ – ١ كيف تعمل النظريات:

إن ما يميز النظرية فى هذا المعنى الأخير هو أنها تذهب إلى أبعد من تفسيرات ظواهر محددة، حيث تذهب إلى تفسير تلك التفسيرات. فعندما تفسر ظواهر محددة

بواسطة تعميم تجريبى، فإن النظرية ستواصل تفسيرها، لكى تفسر وجود التعميمات، والاستثناءات الواردة عليها والظروف التى تعجز عن أن تتحقق فى ظلها . وعندما يتم الكشف عن بعض التعميمات المتعلقة بالظواهر مجال البحث، فقد تظهر نظرية تمكننا من فهم تنوع التعميمات باعتبارها جميعا تعكس مسار عملية واحدة او عدد قليل من العمليات. وبإيجاز، فإن النظريات توحد، وهى تقوم بذلك فى كل الأحوال تقريبا من خلال الذهاب إلى ما هو أبعد مما تقرره الاطرادات التجريبية للظواهر غالبا وما يحيط بها وما وراءها، لكى تكتشف من تحتها تلك العمليات فى أساس العمليات المسئولة عن الظواهر التى نلاحظها . ولعل ذلك هو مصدر الفكرة التى تقول بأن ما يجعل التفسير علميا هو مدى ما ينتجه من التوحيد، لأن النظريات هى أقوى مفسر لدينا، وهى تمارس عملها من خلال تجميع الظواهر المتنوعة تحت عدد قليل من الافتراضات.

وأول سؤال عن النظريات بالنسبة لفلسفة العلوم هو، كيف تنتج توحيداتها. وكيف بالضبط تتضافر أجزاء النظرية معا لتفسير تنوع الظواهر المختلفة؟ إحدى الإجابات هى إجابة تقليدية فى العلم وفى الفلسفة منذ أيام إقليدس. وقد تجسدت فى واقع الأمر فى ذلك الطرح الذى قدمه إقليدس لهندسته. ومثل كل الرياضيين والعلماء قبل القرن العشرين، كان إقليدس يرى أن الهندسة هى علم المكان، وكتابه :" المبادئ " يمثل نظرية فى العلاقة بين النقاط والخطوط والأسطح فى المكان.

ونظرية إقليدس نسق بدهى، أى أنها تتكون من فئة قليلة من المصادرات أو البدهيات -- التى هى غير مبرهن عليها فى النسق البدهى، ولكننا نسلم بصحتها فى النسق، ثم تتكون كذلك من منظومة كبيرة من النظريات المشتقة من البدهيات بواسطة الاستنباط وفقا لقواعد المنطق . وبالإضافة إلى البدهيات والنظريات هناك التعريفات

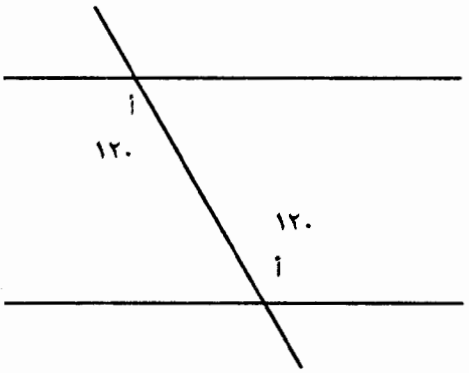
للمصطلحات مثل الخط المستقيم - يعرف الآن عادة بأنه أقرب مسافة بين نقطتين - والدائرة - المحل الهندسى لنقاط على مسافات متساوية من نقطة معينة.

وتتكون التعريفات بطبيعة الحال من مصطلحات غير معرفة فى النسق البدهى، مثل النقطة والمسافة. فإذا كان كل مصطلح فى النظرية معرفًا، فإن عدد التعريفات سيكون لا نهائيًا، ولذلك لابد أن تكون بعض المصطلحات غير معرفة أو "أولية".

ومن بين المسائل الحساسة أن نضع فى اعتبارنا أن عبارة ما فى نسق معين قد تكون بدهية يفترض صدقها، لكنها قد تكون هى نفسها نظرية مستنبطة من مسلمات أخرى فى نسق آخر، أو قد تكون مبررة بصورة مستقلة عن أى نسق أيا ما كان. وفى الواقع، فإن من الممكن تنظيم فئة بذاتها من العبارات المرتبطة منطقيا ببعضها فى أكثر من نسق بدهى، كما أن العبارة نفسها قد تكون بدهية فى نسق ما ونظرية فى نسق آخر. والمفاضلة والاختيار بين أنساق من هذا النوع لا تتحدد تبعًا للاعتبارات المنطقية. ففى حالة البدهيات الخمس لإقليدس، يعكس الاختيارُ الرغبة فى تبنى أبسط العبارات التى قد تمكننا من استنباط ما هو أبعد من عبارات معينة ومحددة وهامة كنظريات بطريقة مرضية. كانت بدهيات إقليدس مقبولة دائما كحقائق واضحة، على نحو يكفل الأمان لكى تنبثق الهندسة منها . لكننا نشدد على القول بأن وصف عبارة معينة بأنها بدهية لا يعنى أن يلزم المرء نفسه بصدقها، ولكنه يعنى تحديد دورها فى النسق الاستنباطى .

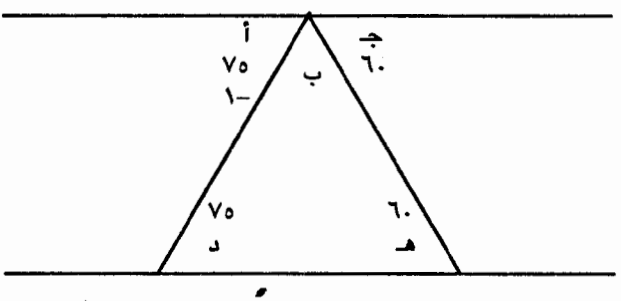
من الواضح كيف تتضافر بدهيات إقليدس الخمس معا لإنتاج عدد كبير غير محدود من الحقائق العامة المختلفة كنظريات مشتقة منطقيًا. وهكذا لو قمنا بقياس الزوايا الداخلية لأحد المثلثات بمنقلة، فإن النتيجة دائما سوف تبلغ ١٨٠ درجة. ويجىء التفسير مباشرة من بدهيات إقليدس: فهى تمكننا من إثبات أن الزوايا الداخلية للمثلث

تساوى ١٨٠ درجة بالضبط . أولاً، نثبت ذلك عندما نرسم خطا بين خطين متوازيين، وعندئذ فإن الزوايا المتبادلة للقاطع سوف تكون متساوية.



أضف لذلك النظرية التى تقول بأن الزاوية المستقيمة (الخط المستقيم) ١٨٠ درجة، حيث نستطيع من ذلك أن نبرهن على أن مجموع الزوايا الداخلية للمثلث تساوى الزاوية المستقيمة.

ومن الأسهل إعطاء البرهان بالشكل الآتى:



لاحظ أن الزاوية أ= الزاوية د، وأن الزاوية ج = الزاوية هـ، بينما الزاوية ب تساوى نفسها. وحيث إن الخط العلوى مستقيم فزاويته ١٨٠ درجة، ومجموع الزوايا أ،

ب، ج يساوى ١٨٠ درجة كذلك. وعندئذ لابد أن يكون مجموع الزوايا ب، د، هـ يساوى ١٨٠ درجة أيضا. وهكذا نكون قد برهنا على أن زوايا المثلث الداخلية تساوى ١٨٠ درجة.

إن كل برهان فى الهندسة يشرح طريقة مختلفة من تلك الطرق التى تعمل بها بدهيات إقليدس لكى تمكننا من استنباط نظرية - نظرية نستطيع التأكد منها بصورة مستقلة بواسطة بناء أو قياس الأشكال والمجسمات، والتى تفسر كذلك لماذا كان لتلك الأشكال والمجسمات ما لها من الخصائص التى نستطيع قياسها أو بناءها. ولوجود عدد كبير غير محدود من مثل تلك النظريات، فإن هناك عددا كبيرا غير محدود من الطرق التى تعمل بها هذه البدهيات معًا، ولن نستطيع أن نقدم تصورا عاما لما يمكن أن يتمخض عنه العمل معًا، أكثر من قولنا إنه فى نظرية إقليدس، وفى النظريات العلمية عمومًا تعمل البدهيات معا لتفسير الظواهر العامة من خلال البراهين المبنية على الاستنباط المنطقى . والمشكلة فى هذا الزعم هى أنه لا يصل بنا إلى أى شىء تقريبا فى اتجاه إلقاء الضوء على مفهوم مكونات النظريات من طراز "العمل معًا". ولتتأمل "النظرية" الآتية والتى تتكون من بدهيتين "تعملان معًا" والنظريات المستنبطة منهما:

قانون الغازات المثالية:

$$PV = rt \quad (*)$$

حيث P = الضغط، T = درجة الحرارة، و V = الحجم، و r هى الثابت العام للغازات.

ونظرية كمية للنقود :

$$MV = PT$$

حيث M هى كمية النقود فى اقتصاد ما، V = سرعة النقود أى عدد مرات تداولها، و P هى متوسط أسعار السلع، و T هى الحجم الكلى للتجارة.

ومن عطف هذين القانونين، فإن أيا منهما يجيء من الناحية المنطقية وفقا للمبدأ البسيط الآتى : إذا .."أ"، إذن "ب". وهذا هو ما يجيء التعميم الآخر وفقا له . فمثلاً من PV= rt، ومن بعض التعريفات يمكن أن نخلص إلى أنه إذا كان الضغط خارج بالون ما ثابتًا، فإن زيادة درجة الحرارة سوف تزيد من حجمه ومن نظرية كمية النقود نستنتج أنه فى حالة بقاء الأشياء الأخرى على ماهى عليه، فإن زيادة كمية النقود المتداولة تؤدى إلى التضخم . ومع ذلك، من الواضح أن نظريتنا ككل لا تفسر بأى حال من الأحوال تلك العمليات التى تترتب منطقيا على بدهيات كل منهما وحدها.

وفى أية نظرية لابد أن تعمل الأجزاء معا من أجل التفسير، إلا أن فكرة العمل معًا لايمكن الإمساك بها من خلال الاستنباط المنطقى وحده. ومع ذلك فإن القول ماهى بالضبط تلك المكونات فى نظرية ما التى تجعلها نظرية واحدة بدلا من مجموعة مرتبطة ببعضها، هذا القول ما هو إلا بداية تحد فلسفى طويل آخر. فبالنسبة لفيلسوف العلم ليس كافيا القول ببساطة بأن النظرية هى مجموعة قوانين تعمل معًا من أجل التفسير. وكلمة "العمل معًا" مبهمة جدًا. وأكثر أهمية أن فلاسفة العلوم يسعون إلى إيضاح أنه فى نظرية ما، ماذا بالضبط يمكنها من أداء العمل العلمى الذى تقوم به – أى أن تشرح ذلك العدد الكبير من الاطرادات التجريبية واستثناءاتها، وأن تمكننا من التنبؤ بالمخرجات بدرجة كبيرة من الدقة أكبر من القوانين المنفردة التى تضمها ـ من بين ما تضمه – النظرية.

ثمة خاطر طبيعى نخرج به من النتيجة التى خلصنا إليها فى الفصلين ٣، ٤ . وهو أن القوانين العامة الأساسية غير المشتقة والمتعلقة بنظرية ما، تعمل معا من خلال كشفها للبنية السببية للعمليات الكامنة وراءها والتى ينتج عنها تلك القوانين التى تشرحها النظرية وتجعل منها نسقا. وهكذا، فإن وجه الخطأ فى نظرية تتكون من

قانون الغازات المثالية ونظرية كمية للنقود، هو عدم وجود بنية واحدة كامنة ومشتركة فى سلوك الغازات والنقود لتنتج نظرية عنها. كيف نعرف ذلك؟ ربما لأننا نعرف مسبقا عن الغازات والنقود ما يكفى لكى يجعلنا ندرك أنه ما من شىء مباشر يربط بينهما. وحتى تلك المفاهيم التى هى من قبيل البنية السببية الكامنة أو الآلية قد لا تضىء طريقنا بالدرجة التى ننشدها . وقد أوضحنا فى الفصل ٢ بعض الأسباب الجدية التى تجعل الفلاسفة يمتنعون عن إعطاء وزن كبير جداً لمفهوم السببية. وأسوأ من ذلك أن مفهوم الآلية الكامنة قد يبدو مربكا، إذا ما أخذنا فى الحسبان تلك الحجة التجريبية التى تقول بأنه ليس ثمة سببية وراء التعاقب المنتظم، فلا عزو، ولا آلية، ولا قدرات خفية أو ضرورات فى الطبيعة لتربط الأحداث معًا على النحو الذى يجعل مسار الأشياء حتميًا أو منطويا على معقولية ما. فإذا ما تذكرنا هذه الصعوبات القائمة أمامنا ووراءنا، فلا بد لنا مع ذلك أن نستكشف الفكرة التى تقول بأن النظرية مجموعة من القوانين التى تعمل معا لتفسير الظواهر وذلك بأن تعزو إليها بنية سببية كامنة أو آلية. معينة ولابد لنا أن نفعل ذلك لأن نظريات كثيرة جداً تعمل بهذا الشكل بوضوح.

لعل المثال المفضل للنظرية لدى الفلاسفة هو مايعرف بنظرية الحركة للغازات (Ki-netic Theory of Gases)، . وتطور هذه النظرية يشرح بطريقة لطيفة جدا العديد من الجوانب المختلفة للتقدم النظرى للعلوم. فقبل القرن الثامن عشر لم يكن هناك تصور مرض لما هى الحرارة وما هى البرودة. ومن بين أفضل النظريات التى كانت مطروحة (ونحن هنا نستخدم اللفظ لكى نعنى به مجرد نظرية)، من بين تلك النظريات كان هناك اقتراح بأن الحرارة سائل خفيف جداً وغير قابل للانضغاط ويسرى من الأجسام الأسخن إلى الأجسام الأبرد بمعدلات تعتمد على كثافة الأجسام. وتعكس نظرية الحركة بداية إدراك الكيميائيين والفيزيائيين بأن الحرارة ليست مادة منفصلة ولكنها مظهر آخر للحركة، وهى الظاهرة التى كانت بالفعل مفهومة جيداً منذ أيام نيوتن فى القرن السابع عشر. وبحلول القرن التاسع عشر بدأ الكيميائيون والفيزيائيون

يدركون أن الغازات مكونة من عدد هائل يصعب تخيله من الجسيمات - جزيئات من مختلف الأحجام والكتل، والتى على الرغم من عدم قابليتها للملاحظة، قد يكون لها الخواص النيوتونية نفسها التى للأجسام القابلة للملاحظة. وهكذا نشأت فكرة أن حرارة وبرودة الغازات هى مسألة تغيرات فى متوسط قيم تلك الخواص النيوتنية للجزيئات المكون منها الغاز، كلما اصطدمت هذه الجزيئات ببعضها البعض، أو بجدران الإناء الذى يحتوى على الغاز. فإذا كانت كرة البلياردو تستطيع تشويه السياج المطاطى لطاولة البلياردو ولو بصورة ضئيلة جداً، إذن فإن مئات الملايين من الجزيئات التى تصطدم بالجانب الداخلى للبالون على الأرجح ستفعل ذلك، وبهذا تتسبب فى تمدده إذا كان مرنا. وإذا لم يستطع الإناء التمدد لأنه جامد فلا بد لطاقة الجزيئات أن يكون لها تأثير آخر. وربما مثل الاحتكاك فى فرامل العجلات، والذى نعرف بالفعل أنه ينتج عن مقاومة الحركة، سوف يكون تأثير تصادم كل هذه الجزيئات مع سطح جامد هو زيادة الحرارة. وطبعا إذا تصادمت الجزيئات مع بعضها البعض أكثر وأكثر، فستنشأ زيادة مماثلة فى الحرارة.

وقد أنتج تطور هذه الأفكار نظرية الحركة للغازات: "(أ) تتكون الغازات من جزيئات تتحرك فى مسارات مستقيمة إلى أن تصطدم ببعضها البعض أو بالإناء، (ب) حركة الجزيئات مثل حركة الأجسام التى يمكن مشاهدتها- محكومة بقوانين نيوتن للحركة، ماعدا، (جـ) الجزيئات تامة المرونة، ولا تشغل حيزاً، ولا تمارس أى جاذبية أو قوى أخرى على بعضها البعض فيما عدا التصادم. وبهذه الافتراضات أصبح من السهل نسبياً تفسير القانون العام للغازات المثالية :

$$PV = rT$$

حيث P = الضغط على جدران الإناء، و V = حجم الإناء، و r هى الثابت، T = درجة الحرارة على مقياس كلفن.

والبراعة فى تفسير القانون العام للغازات المثالية هى فى ربط البنية الكامنة- سلوك الجزيئات مثل كرات البلياردو- بالقياسات التى نجريها على الغاز من درجة حرارة وضغط وحجم. ويتمثل أحد أهم الاكتشافات فى الديناميكا الحرارية الخاصة بالقرن التاسع عشر فى التوصل إلى هذا الارتباط: إثبات أن درجة الحرارة المطلقة (كمية الحرارة) لغاز عند الاتزان تعتمد على (تناسب مع) $^1/_2\ mv^2$، حيث m كتلة جزىء منفرد و v السرعة المتوسطة لطاقم الجزيئات الذى يتكون منه الغاز فى الإناء، ويمكن الاستدلال على mv^2 من قوانين نيوتن للحركة على أنها طاقة الحركة المتوسطة لكل الجزيئات. (ويمكننا تحويل هذه المقولة إلى أخرى مماثلة إذا ضربنا درجة الحرارة المطلقة فى الشق الأيمن للمعادلة فى 3k/2 حيث k هى ثابت بولتزمان والمسمى على اسم أحد أهم مؤسسى الديناميكا الحرارية. وسيجعل هذا الثابت كلا من جانبى المعادلة له الوحدات نفسها.)

$3k/2\ [T\ \text{درجات كلفن}] = (^1/_2\ mv^2)$

ومرة أخرى، $^1/_2\ mv^2$ هو التعبير القياسى لطاقة الحركة فى ميكانيكا نيوتن. وهى هنا تُعزى إلى جزيئات غير قابلة للملاحظة نتعامل معها كما لو كانت كرات مرنة - كرات بلياردو صغيرة تامة المرونة - تتصادم. وبالتسليم بأن الحرارة والضغط هى الانعكاسات الماكروسكوبية لحركة الجزيئات، فإن الفيزيائيين أصبحوا قادرين على تفسير قوانين الغازات - وهى القوانين المعروفة من أيام بويل وتشارلز ونيوتن فى القرن السابع عشر. فإذا اعتبرنا أن درجة الحرارة مساوية لمتوسط طاقة حركة جزيئات الغاز (مضروبة فى ثابت معين)، وأن الضغط مساو لكمية الحركة المنتقلة على كل سم٢ إلى حجم الإناء بواسطة الجزيئات عندما ترتد عنه، فإننا نستطيع استنباط القانون العام للغازات المثالية (والقوانين الأخرى التى يستوعبها: قانون بويل، وقانون تشارلز، وقانون جاى لوساك، من تطبيق قوانين نيوتن على الجزيئات. كما يمكننا كذلك استنباط قانون جراهام، والذى وفقا له تنتشر الغازات المختلفة خارجة من الإناء

بمعدلات تعتمد على نسبة كتل جزيئاتها، وكذلك قانون دالتن الذى ينص على أن الضغط الذى يمارسه أحد الغازات على جدران الإناء لا يتأثر بالضغط الذى يمارسه أى غاز آخر موجود فى الإناء. بل إننا نستطيع حتى تفسير الحركة البراونية- ظاهرة بقاء ذرات الغبار فى حركة دائمة فى الهواء فوق الأرض وعدم سقوطها على الأرض تحت تأثير الجاذبية: فهى مدفوعة فى حركة عشوائية بواسطة اصطدام جزيئات الغاز المكونة للهواء بها. ومن حيث المبدأ ليس هناك نهاية للترتيبات المتعلقة بالأنواع المختلفة، والكميات وخلائط غازات محددة، والتى نستطيع اشتقاقها من نظرية الحركة للغازات، وتفسيرها بواسطتها.

دعونا نعمّم قليلاً من هذه الحالة. تتكون نظرية الحركة للغازات من قوانين نيوتن للحركة، والقانون الذى ينص على أن الغازات تتكون من كتل على شكل نقاط (جزيئات) تامة المرونة وتخضع لقوانين نيوتن، والقانون الذى ينص على أن درجة حرارة الغاز (بدرجات كلفن) مساوية لمتوسط طاقة حركة هذه الكتل النقاط، مع بعض القوانين الأخرى مثل القوانين التى تتناول ضغط وحجم الغاز.

وهكذا فإن نظرية الحركة تفسر ظواهر قابلة للملاحظة : البيانات التى نجمعها عندما نقيس التغيرات فى درجة الحرارة والضغط، مع بقاء الحجم ثابتا، أو نقيس تغيرات الضغط والحجم، مع بقاء درجة الحرارة ثابتة... إلخ. وتقوم النظرية بذلك بوضع مجموعة من الدعاوى حول مكونات الغاز غير المرئية وغير القابلة للمشاهدة وغير القابلة للاكتشاف، وكذلك حول خواصها التى هى على الدرجة نفسها من عدم القابلية للمشاهدة. إن النظرية تقول لنا إن هذه المكونات وخواصها محكومة بقوانين سبق أن أكدناها بالفعل أثناء تطبيقها على أشياء يمكن مشاهدتها مثل قذائف المدافع والمستويات المائلة والبندول وبالطبع كرات البلياردو. وتقدم نظرية الحركة بذلك مثالاً للطريقة التى تعمل بها مكونات نظرية ما معا لتفسير المشاهدات والتجارب.

ويمكن لنظرية الحركة للغازات أن تشرح عدداً أكثر من مكونات نهج معين لتناول طبيعة النظريات التى انبثقت طبيعياً من النومولوجيا الاستنباطية Deductive- nomo- logical أو نهج قانون التغطية للتفسير الذى أوضحناه فى الفصل الثانى. وهذا المنهج يوصف عادة فى أيامنا بأنه التناول البدهى، أوأنه تناول البناء اللغوى للنظريات العلمية. ويرتبط هذا النهج بوجهة نظر فى طريقة اختبار النظريات يطلق عليها "الاستنباطية الافتراضية" Hypothetico- Deductivism"، والتى ينظِّر العلماء وفقا لها- افتراضات الإطار- ولكنهم لا يختبرونها مباشرة، لأنها مثل معظم النظريات فى العلوم تتناول عادة عمليات لا يمكن ملاحظتها مباشرة. وبدلا من ذلك فإن العلماء يستنبطون نتائج مترتبة عليها قابلة للاختبار . فإذا ما أخذنا بنتيجة الاختبارات عن طريق الملاحظة، فإن الفرضيات تتأكد بطريقة غير مباشرة. ولذلك يسمى أحيانا المنهج البدهى أو البنائى للنظريات باسم "الاستنباطى – الافتراضى " (Hypothetico - Deductive) أو تصور H-D للنظريات.

ويبدأ المنهج البدهى بالفكرة التى مؤداها أن النظريات، كما سبق أن اقترحنا، أنساق بدهية، يجرى فيها تفسير التعميمات التجريبية عن طريق أننا ـ من البدهيات ـ نشتق أو نستنبط منطقيا نتائج تعبر عن قوانين غير مشتقة ولكنها مفترضة فى النسق البدهى .لأن المسلمات أو القوانين الأساسية الحاكمة لنظرية ما تصف عادة آلية لا يمكن ملاحظتها، مثل النقطة التى تناولناها عن جزيئات الغاز التى هى على شكل كرات بلياردو والتى لا يمكن اختبارها مباشرة بواسطة أية ملاحظة أو تجربة- إن هذه المسلمات غير المشتقة ينبغى أن تعامل كفروض يمكن التأكد منها بطريقة غير مباشرة بواسطة التجريب، الذى قد ينتج قوانين يمكن استنباطها منها، ويمكن اختبارها مباشرة بالتجربة أو الملاحظة أو الاثنتين معًا. ومن هاتين الفكرتين جاءت حقيقة أن أساسيات النظرية هى الفروض، التى تدعمها النتائج المترتبة عليها، وهذا هو ما يشتقه النموذج المسمى بالفرضى الاستنباطى (OHypothetico- deductive model).

والبدهيات غير المستنبطة فى احدى النظريات هى نظريات مشروحة بواسطة نظرية أخرى بطبيعة الحال. إن كل نظرية تترك شيئا ما غير مفسر- ويتمثل فى تلك العمليات التى تستحضرها لكى تقوم بالتفسير. إلا أن تلك العمليات غير المفسرة فى نظرية ما سوف تكون مفسرة فيما هو مفترض - فى نظرية أخرى. فمثلاً، المعادلات الموزونة فى الحساب الكيميائى مثل ($2H_2+O_2 = 2H^2O$) تُفسر بالافتراض الذى يفترضه الكيميائى حول اقتسام الإلكترونات بين ذرات الهيدروجين والأكسجين. وهذه القوانين غير المستنبطة فى الكيمياء، هى تعميمات مفسرة مستنبطة فى النظرية الذرية. أما افتراضات النظرية الذرية حول سلوك الإلكترونات الذى ينتج عنه الرابطة الكيميائية، فهى نفسها مستنبطة فى نظرية الكوانتم من تعميمات أساسية أكثر حول مكونات الجسيمات الدقيقة. لا أحد يقول إن العلماء بالفعل يقدمون النظريات باعتبارها أنساقا بدهية، ولا أنهم يسعون صراحة إلى اشتقاق قوانين أقل أساسية من القوانين الأكثر أساسية، ومن المهم أن نتذكر أن التصور البدهى للنظريات، مثل نموذج قانون التغطية، " هو نوع من التركيب العقلى للممارسة العلمية مصمم للكشف عن المنطق الذى يحكمها. ومع ذلك فهى تزعم أنها قد وجدت تبريراً لها على كلا المستويين: التاريخ الطويل للعلوم، والطفرات التى حققتها العلوم الحديثة.

ولنتأمل إنجازات واطسون وكريك، البيولوجيين الجزيئيين اللذين اكتشفا كيف أن البنية الكيميائية للكروموزوم - أى سلاسل جزيئات دنا الـ DNA التى يتكون منها- كيف أن هذه البنية تحمل المعلومات الوراثية عن الصفات من جيل إلى جيل. إن نظرية واطسون وكريك عن البنية الجزيئية للجين تمكن علماء الوراثة من تفسير الوراثة من خلال تفسير قوانين مندل فى الوراثة - القوانين التى تبين كيف تتوزع الصفات الوراثية، مثل لون العين، من جيل إلى جيل. فكيف حدث ذلك؟ ومن ناحية المبدأ فإن الموقف يختلف قليلاً عن ذلك الذى يتعلق باستنباط القانون العام للغازات PV= rT من نظرية الحركة للغازات: فإذا ما حددنا الجين بأنه كمية معينة من دنا DNA، فإن

القوانين التى تحكم انعزالات الجينات أو تشكيلاتها من جيل لجيل لابد أن تكون مستنبطة منطقيا من مجموعة من القوانين التى تحكم سلوك جزيئات دنا DNA. وأحد الأسباب التى توجب أن ذلك لابد أن يكون كذلك، هو طبعًا أن الجين ليس إلا جديلة من دنا DNA – وهذا هو ما اكتشفه واطسون وكريك. وهكذا، إذا كان مندل قد اكتشف قوانين الجينات، فإن الوقوف على سبب ذلك يتمثل فى معرفة القوانين التى تعمل بها جزيئات دنا DNA. وإذا كان ذلك كذلك، فكيف نبين بوضوح أكثر أن مجموعة من القوانين توجد بفضل مجموعة أخرى من القوانين وليس بكون الأولى مشتقة من الأخيرة. وفى الواقع، إذا لم نستطع فعل ذلك على الأقل من ناحية المبدأ، فسوف يبدو أن هناك سببا وجيها للاعتقاد بأن قوانين مندل لها ذاتيتها الخاصة وأنها مستقلة عن "قوانين المستوى الأدنى". ومادامت قوانين المستوى الأدنى، الأكثر أساسية، تفسر قوانين المستوى الأعلى، فإن هذه الأخيرة لا يمكن أن تكون مستقلة عن قوانين المستوى الأدنى. ويُشكل الاشتقاق المنطقى هذه العلاقة التفسيرية.

إن العملية التى من خلالها تقوم النظريات الأكثر أساسية بتفسير النظريات الأقل عمومية وتحسينها، والتعامل مع استثناءاتها، وتوحيد معرفتنا العلمية تبدو للكثيرين من فلاسفة العلوم أنها هى التى تميز تاريخ العلم منذ أيام نيوتن. لأنه على مدى بضعة آلاف من السنين قبل نيوتن كان الاعتقاد السائد على نطاق واسع لدى العلماء وغير العلماء على حد سواء، أن حركة الأجرام السماوية، من كواكب ونجوم محكومة بمجموعة من القوانين الثابتة، بينما حركة الأشياء على الأرض وبالقرب منها محكومة بمجموعة أخرى من القوانين التى تختلف عن تلك التى تحكم الحركة السماوية. وكان هذا الاعتقاد يعكس قناعة أكثر تجذرا بأن عالم السماء هو الكمال، غير المتغير، غير القابل للفساد، وأنه يختلف تماما فى تركيبته المادية عن عالم الأرض. فهنا على الأرض كان يعتقد أن الأشياء تحدث بطريقة غير منتظمة لا يستشف منها إلا عدد قليل من الأنماط، إن الأشياء تتحطم، والعشوائية تهدد دائما بالغلبة، والأشياء

تنمو ثم تموت، وباختصار كان المفترض أن الأرض بعيدة عن عالم السماوات وأقل اكتمالا منها بكثير.

كانت هناك سمة أخرى مهمة لتلك النظرة التى هيمنت على العالم قبل نيوتن. فسلوك كل شيء فى العالم، بل كل حركة فى الواقع حتى حركة أقل الأشياء غير الحية، كلها موجهة لهدف، وكلها ذات غرض وكلها تندفع تجاه غاية ما، ولكل نوع مختلف من الأشياء غرض وهدف وغاية تعكس طبيعته أو خواصه الأساسية- وهى تلك الخواص التى منحت الأشياء هويتها، وصنعتها من النوع الذى هى عليه. وهكذا، وكما تقول الأغنية: "على السمك أن يسبح، وعلى الطير أن يطير"، أيا ما كان الهدف الذى تسعى إليه الطيور فى طيرانها، والأسماك فى سباحتها. إن الصلة واضحة بين نظرة العلم إلى العالم قبل نيوتن، وبين نظرة الديانات التى سادت قبل الثورة العلمية.

وقد أطاحت إنجازات كبلر وجاليليو ونيوتن خلال القرنين السادس عشر والسابع عشر بتلك النظرة إلى العالم تماما، واستبدلت بها ميتافيزيقا تعكس إنجازاتهم النظرية. وكان فى لب تلك الإنجازات اكتشاف قوانين الحركة السماوية والحركة الأرضية بواسطة كبلر وجاليليو على التوالى، ثم استنباط كل منظومة منهما منطقيا من منظومة واحدة من القوانين الأكثر أساسية بواسطة نيوتن، حيث لا مكان فى القوانين للغايات والأهداف والنهايات، وحيث لا سلسلة من الماهيات المختلفة والطبائع التى تنتج عنها الاختلافات فى السلوك.

وقد بين كبلر أننا من الممكن أن نتنبأ بموقع الكواكب فى السماء المظلمة بافتراض أنها تدور حول الشمس فى مدارات بيضاوية، وأن سرعتها دالة نوعية للمسافة بينها وبين الشمس، وذلك بتوظيف البيانات التى جمعها الفلكى الدانمركى تيكو براهه من القرن السادس عشر. وحيث إننا موجودون على سطح أحد هذه الكواكب، فإن حركته الحقيقية وحركة الكواكب الأخرى حول الشمس خافية علينا، إلا أن تأكيد التنبؤات حول الموقع الظاهرى للكواكب فى السماء المظلمة (التى هى البيانات

التى جمعها براهه) - يزودنا بتأكيد غير مباشر لفرضية كبلر عن المدارات البيضاوية.

وقد ساهمت تجارب جاليليو: إسقاط كرات المدافع حسب ما ترويه الحكايات من برج بيزا المائل - انحدارها إلى أسفل عبر مستويات مائلة - حساب زمن دورة البندول مع تغير طوله، ساهمت كلها فى اكتشافه لقوانين حركة الأجسام ذات القرب المباشر من الأرض: تتخذ القذائف دائما مسارات قطع مكافئ - وزمن دورة البندول (زمن دورة واحدة للأمام وللخلف) يعتمد على طول السلك ولا يعتمد أبداً على وزن القطعة المعلقة، - الأجسام الساقطة بحرية أيا ما كانت كتلتها تكتسب عجلة (تسارعًا) ثابتًا.

لقد كان إنجاز نيوتن هو أنه بين أن قوانين كبلر عن حركة الكواكب وقوانين جاليليو عن الحركة الأرضية، ومعها الكثير من التعميمات الأخرى حول الحركة فى خط مستقيم وفى منحنى، والبندول، والمستويات المائلة، والطفو، بين أنها جميعا من الممكن استنباطها من مجموعة واحدة مكونة من أربعة قوانين، وهى قوانين تسكت عن ذكر الغايات أو النهايات أو الأغراض أو الماهيات أو الطبائع، إنها قوانين تشير فقط إلى الخواص الفيزيقية الهامدة "العجماء" تماما للأشياء: كتلتها، وسرعتها، وعجلتها (تسارعها)، والمسافات بين بعضها والبعض الآخر، بالإضافة إلى قوة جاذبيتها.

ونظرا لما يتسم به قانون نيوتن الأول من البساطة المتناهية فقد كان يمثل منعطفا راديكاليا سواء عن العلم فيما قبل نيوتن أو عن الفهم الشائع (Common sense) إلى حد أن كثيراً من الناس ممن يعرفون القانون مازالوا لا يدركون مغزاه. إن القانون الأول يقول لنا إن بقاء الجسم ساكنا أو غير ساكن ليس هو بقاء الجسم متحركا أو غير متحرك. فالأشياء التى تتحرك بأية سرعة مهما كانت هى أشياء ساكنة مادامت سرعتها لا تتغير. إن الأجسام تكون ساكنة فيما تقوله لنا نظرية نيوتن عندما لا تتسارع أو تتباطأ.

إن الفيزياء التى كانت سائدة قبل نيوتن وكذلك الحدس الفيزيائى للكثيرين من الناس حاليا أن الشيء المتحرك ليس ساكنًا، وأكثر من ذلك أن الشيء لكى يظل متحركًا لابد من قوة تؤثر عليه. وهذا بالضبط ما أنكره قانون نيوتن الثانى: القوة المؤثرة فى جسم تساوى عجلته مضروبة فى كتلته F = ma.

وعندما تكون السرعة ثابتة، مهما كانت كبيرة، فإن العجلة تساوى صفرًا، ووفقا لقانون نيوتن الثانى فإن القوة المؤثرة على الجسم لابد أن تساوى صفرًا كذلك. والأجسام التى لا تؤثر عليها أى قوة هى أجسام ساكنة (أى عجلتها تساوى صفرًا). فإذا كان لها سرعة ليست صفرا فإنها تتحرك فى خط مستقيم. لذا إذا تحرك الجسم فى مسار على شكل منحنى، فإن تلك هى الحالة التى نكون فيها – وفقا لقوانين نيوتن – إزاء قوى تؤثر، أى أن حركته فى أحد الاتجاهات على الأقل تتسارع أو تتباطأ.

أما قانون نيوتن الثالث فهو القانون الذى يبدو أن الناس تعرفه أفضل، كما يبدو أنه الأكثر حدسية: وهو الذى يعبر عنه غالبًا بعبارة "لكل فعل رد فعل مساو له ومضاد فى الاتجاه. و"فعل" مصطلح خادع طبعا فى هذا التعبير، وربما يكون هو مصدر القناعة بأن القانون الثالث يعبر عن فكرة مقبولة من جانب الفهم الشائع لدى الناس بشكل مستقل عن الفيزياء. والفعل فى سياق ميكانيكا نيوتن هو التغير فى السرعة، أى الحدث الذى يعكس "فعل" القوى على الأجسام. وللأشياء المتحركة كمية حركة معرفة فى الفيزياء بأنها حاصل ضرب الكتلة فى السرعة. أما ما يتضمنه القانون الثالث فهو أن مقدار كمية الحركة الكلية لمجموعة من الأجسام تظل كما هى عندما تتصادم، فكل جسم ينقل بعض أو كل كمية حركته للأجسام التى يصطدم بها. وحيث إنه يفقد أو يكتسب كمية حركة مع كل اصطدام، فإن سرعته لابد أن تتغير. فإذا ظلت مجموعة من الأجسام تتصادم دون أن تتحطم (ودون أن تفقد شيئا من كتلتها)، فإن القانون الثالث يقول بأنك إذا قمت بجمع كميات الحركة، أو حتى إذا قمت بجمع السرعات فحسب فى أ لحظتين زمنيتين، فإن المجموع سيظل ثابتًا.

وبالطبع إذا طبقنا كل هذه القوانين الثلاثة على سطح الأرض أو قريبا منه في ظروف الغلاف الجوى العادية من درجة حرارة وضغط، على أشياء من قبيل كرات القدم أو الريش، فإن علينا أن نأخذ فى اعتبارنا تدخل جزيئات الهواء، واحتكاك سطح الأرض مع الكرة، أو أى ظروف أخرى، كل منها ضئيل لكن مجموعها، يجعل من شرح قوانين نيوتن أمرًا صعبًا. فحتى قرص لعبة هوكى الجليد، حين ينزلق على الجليد الناعم الأملس الذى يغطى سطح بحيرة، سوف يتوقف فى النهاية، إن هذا لا يكشف عن بطلان قانون نيوتن الأول، ولكنه يكشف أن هناك قوى تؤثر فى القرص حتى وإن كانت غير قابلة للاكتشاف بالنسبة لنا: فى هذه الحالة الاحتكاك عندما تؤدى حركة جزيئات القرص إلى تسخين الجليد فينصهر، ولذا يبطئ من حركة القرص (حاول أن تجمد القرص، ثم ترى هل سيذهب أبعد).

والقانون الذى صاغه نيوتن يتمثل أمامنا بوضوح وبدرجة عالية من الدقة (فى: القمر، والأرض، والكواكب والشمس، وثنائية النجمين... إلخ) ونعنى به قانون التربيع العكسى للجاذبية. وهو القانون الذى يقول لنا إن هناك قوة، هى الجاذبية، موجودة بين أى جسمين فى العالم، مقدارها كالآتى:

$$F = g \frac{m_2 m_1}{d^2}$$

حيث d المسافة بين الجسمين ١و ٢، m_2, m_1 كتلتاهما، و g ثابت الجاذبية، مقدار ثابت فى كل مكان من العالم. ولتلاحظ أن القانون بالنسبة لأحد الاعتبارات الهامة يختلف عن القوانين الثلاثة الأخرى. فقوانين نيوتن الثلاثة الأولى تعمل من خلال التلامس المكانى بين الأجسام. فإذا كان الجسم فى حالة سكون، فعليك أن تدفعه أو تشده ليغير من سرعته، والدفع والشد هما الطريقتان اللتان تطبق بهما القوة على الأشياء. فإذا أردت أن تسرع من حركة جسم يتسارع فى خط مستقيم أكثر، أو تبطئ من سرعته، أو تغير من اتجاهه، فعليك التدخل فى كمية حركته، بإدخال قوة عليه،

بلمسه بقوة كافية لدفعه أو شده بعيداً عن مساره الأصلى. وعلى النقيض من قوانين نيوتن الأخرى، يحدد قانون التربيع العكسى قوة تعمل عن بعد دون تلامس فيزيقى . وسيثبت أن ذلك ذو مغزى فى الجزء القادم.

٤ - ٢ الاختزال، والإحلال وتقدم العلم:

عندما قام نيوتن بتبيين أن قوانين كبلر وجاليليو لم تكن إلا حالات خاصة من قوانين أكثر عمومية صادقة فى كل مكان وزمان ، عندما قام بذلك فإنه لم يفسر لماذا تحصلت قوانينهما فحسب، بل إنه قوض قناعة ميتافيزيقية أساسية كانت تقول بأن السماء مختلفة عن الأرض. ومع اكتشافات جاليليو بالتلسكوب للحفر المخروطية والنقائص الأخرى على القمر، كان لثورة نيوتن تأثير فكرى مدو يتجاوز كثيراً مجرد الاستنباط الشكلى الذى قدمه لتوحيد النظرية الفيزيائية. وفوق ذلك، فقد تعزز توحيد نيوتن بشكل أكبر على مدى المائتى سنة التالية مع تفسير المزيد والمزيد من الظواهر (أو تفسيرها بتفصيلات كمية أدق) بواسطتها: الكسوف والخسوف، ودورة ظهور مذنب هالى، وشكل الأرض- كرة منبعجة قليلاً، والمد والجزر، وتدقيق الاعتدالين، والطفو، والديناميكا الهوائية (أيروديناميكا)، وأجزاء من الديناميكا الحرارية، تم توحيد كل ذلك وإظهار أنه "العملية التحتية الحاكمة نفسها" من خلال استنباط قوانين تصف تلك الظواهر من قوانين نيوتن الأساسية الأربعة. أكثر من ذلك، أن أيا من هذه القوانين لم يلجأ إلى الأهداف المستقبلية أو الأغراض أو الغايات . وبدلاً من ذلك، كانت كلها تحدد الأسباب السابقة أو الحاضرة (الموقع وكمية الحركة)، وكلها فيما عدا قانون التربيع العكسى تحدد قوى تعمل من خلال التلامس الفيزيائى (الحسى) باعتباره كافيا لتفسير العمليات الفيزيائية. وبهذا الشكل فقد أتاحت لنا ميكانيكا نيوتن أن نستغنى تماما عن الأهداف والأغراض والغايات باعتبارها خواص كان العلم السائد قبل نيوتن يستحضرها ليفسر سلوك النظام الفيزيائى . وقد شجع نجاح ميكانيكا نيوتن بذلك

وجهة من النظر إلى العالم، ونظرية ميتافيزيقية، أصبح العالم الفيزيائى وفقا لها مجرد آلية مهولة "تعمل كالساعة" ليس فيها مكان للغائية من النوع الذى ناقشناه فى الفصل الثالث. وبالطبع لم تكن نظرية نيوتن بالقادرة على تفسير سلوك الأشياء الحية، على الرغم من أن بعض "الميكانيكيين" من بين العلماء والفلاسفة كانوا يأملون أن تتمكن فى النهاية من تفسير كل شيء بمصطلحات قوانين حتمية عن الموقع، وكمية الحركة، والجاذبية. إلا أن البيولوجيا ظلت ملاذا للتفسيرات الغائية ردحًا طويلاً بعد إقصائها عن العلم الفيزيائى. وقد رأينا فى الفصل الثالث كيف أن كانْط كان يقول إن ميكانيكا نيوتن صادقة بالضرورة فيما يتعلق بالعالم المادى الذى لا يمكن أبدا أن يمتد طابعه الآلى لكى يفسر عالم البيولوجيا. وفى هذا قال "لن يكون هناك نيوتن أبدًا لأوراق النجيل". وكما تجاوزت الأحداث مزاعم كانط حول الطابع الضرورى لقوانين نيوتن، فإن الأحداث قد تجاوزت هذا الزعم كذلك.

بين نيوتن كيف يمكن استنباط قوانين جاليليو وكبلر من قوانينه باعتبارها حالات خاصة، إن فلاسفة العلوم يطلقون على هذا النوع من استنباط القوانين الخاصة بإحدى النظريات من القوانين الخاصة بنظرية أخرى يطلقون عليه : " الاختزال البينى للنظريات "inter-theoritical reduction". أو ببساطة : " الاختزال : "reduction"، ويتطلب الاختزال أن تكون القوانين فى النظرية المختزَلة (بفتح الزاى) مستنبطة من القوانين الخاصة بالنظرية المختزِلة (بكسرها). فإذا كان التفسير شكلاً من الاستنباط، إذن فإن رد إحدى النظريات إلى نظرية أخرى يفسر النظرية المختزلة. وفى الواقع، فإن ذلك يبين أن بدهيات النظرية الأقل أساسية هى نظريات (Theo-rems) بالنسبة للنظرية الأكثر أساسية.

وهكذا فإن الثورة العلمية فى القرن السابع عشر تبدو وكأنها تتكون من اكتشاف واختزال قوانين جاليليو وكبلر فى قوانين نيوتن، وهكذا يبدو التقدم فى الفيزياء منذ القرن السادس عشر فصاعدا، وكأنما هو تاريخ الاختزال الناجح لنظريات أقل عمومية

فى نظريات أكثر عمومية، حتى جاء القرن العشرون عندما تمت صياغة قوانين أكثر عمومية من قوانين نيوتن، قامت بدورها باختزال ميكانيكا نيوتن عن طريق الاستنباط، فى النظرية النسبية الخاصة والعامة وميكانيكا الكم. إن قوانين نيوتن يمكن استنباطها من قوانين هذه النظريات وذلك بإجراء افتراضات مثالية، وتحديداً أن سرعة الضوء لا نهائية أو على الأقل أن كل السرعات الأخرى التى يمكن الوصول إليها أبطأ بكثير جداً جداً من سرعة الضوء، وكذلك الافتراض المثالى بأن الطاقة تجىء فى كميات مستمرة، ولا تجىء متقطعة فى وحدات صغيرة جداً "كوانتات".

ووفقا لإحدى وجهات النظر التقليدية فى فلسفة العلم، فإن رد النظريات إلى نظريات أكثر أساسية، يعكس حقيقة مؤداها أن العلم يمعن فى توسيع وتعميق مداه فى التفسير، كلما تبين أن المزيد من النظريات المنفردة ما هى إلا حالات خاصة مستنبطة من أعداد أقل وأقل من نظريات أكثر أساسية. والتغير العلمى هو التقدم العلمى، ويجىء التقدم بخطوات أوسع من خلال الاختزال. وفى الحقيقة فإن الاختزال، ينظر إليه على أنه العلاقة المميزة بين مجالات المعرفة بمجرد أن تكتسب صفة العلم. وهكذا، وتحديدا لابد أن تُرد الكيمياء إلى الفيزياء، وتُرد البيولوجيا إلى الكيمياء من خلال البيولوجيا الجزيئية. وبالمثل علينا أن نبحث عن علم نفس (Psychological) يتكون من قوانين هى نفسها قابلة للرد إلى قوانين البيولوجيا. ومن الطبيعى أن العلوم الاجتماعية لم تكشف بعد أو ربما لن تكشف أبداً عن قوانين قابلة لأن ترد إلى قوانين العلوم الطبيعية، من خلال ردها إلى قوانين سيكولوجية. ولذلك تفتقر هذه المناهج إلى سمة هامة مشتركة فى النظريات العلمية – وهى أنها ترتبط بالفيزياء عن طريق ردها إلى العلم الأكثر أساسية وقدرة على التنبؤ.

ويمكننا الآن أن نتفهم جانبا من الجاذبية للطابع النسقى الذى تتسم به نظرية ما وهى تفسر ما تفسره من خلال اكتشاف آليات تحتية أكثر عمومية، تنظم وتفسر تلك الآليات الأقل عمومية. وإذا كان العالم يعكس الصورة الأنيقة لطبقات من القوانين

السببية، يرتكز كل منها فوق طبقة من قوانين تحتها تتضمن منطقياً تلك القوانين، وإذا كان العالم يتكون من عدد قليل من أنواع أساسية من الأشياء التى تسلك بطريقة متجانسة ويتكون منها كل شيء آخر، إذن لابد أن يكون هناك وصف متفرد صحيح للطبيعة يأخذ شكلاً بدهياً، لأن الواقع هو بناء المعقد من الأبسط وفقا لقوانين عامة. إن الالتزام برد النظريات إلى الحقائق البدهية باعتبار أن هذا هو مايعطى النظريات بنيانها وما يقيم العلاقات بين النظريات، إن هذا الالتزام مرادف لدعوى ميتافيزيقية حول طبيعة الواقع: حيث فى القاع نجد بساطة التركيب والفاعلية، أما ما نلمسه من التعقيد والتنوع للأشياء الأكثر تعقيداً والأعقد تركيبا فقد جاء نتيجة البساطة عند قاع الأشياء.

وبطبيعة الحال لابد أن تكون هذه الصورة معقدة بشكل ملحوظ. ولنبدأ بالقول بأن الفكرة التى مؤداها أن قوانين نظرية من الممكن استنباطها من قوانين نظرية أخرى، إنما هى فكرة بسيطة إلى حد كبير . وما التقدم العلمى إلا تصحيح وتحسين تنبؤات النظرية وتفسيراتها بواسطة النظريات التى تخلفها. فإذا كانت النظرية اللاحقة تحتوى على النظرية الأصلية كنتيجة لها فحسب، فإنها لابد أن تتعامل مع أخطاء سالفتها. فمثلاً: يتضمن قانون جاليليو عن الحركة الأرضية أن تظل عجلة الأجسام الساقطة تجاه الأرض ثابتة، بينما تعترف قوانين نيوتن بأن العجلة لابد أن تزيد نتيجة قوى الجاذبية بين الأرض والأجسام التى تقترب منها. ويمكننا إهمال هذه الزيادات الضئيلة فى العجلة من أجل الأغراض التنبؤية، لكن إذا كنا نتبع قوانين نيوتن فلابد لنا من تصحيح ميكانيكا جاليليو الأرضية بإضافة قوى الجاذبية، وبالمثل، فإن قوانين مندل فى الوراثة مباشرة من القوانين المعاصرة فى الوراثة الجزيئية، لأننا نعرف أن قوانين مندل على خطأ. ومن ثم فإن ظواهر مثل الارتباط الجينى والانتقال الوراثى سوف تبطل تلك القوانين. إن كل ما نبتغيه من أى رد لقوانين مندل إلى القوانين الأكثر أساسية فى الوراثة الجزيئية هو تفسير أين تخطئ قوانين مندل وأين

تمارس عملها . إن ذلك إن يومىء إلى أن الاختزال يتضمن عادة اشتقاق نسخة "مصححة" من النظرية بردها إلى نظرية أكثر أساسية تختزلها .

لكن المطلب المتمثل فى أن النظرية المختزلة ينبغى تصحيحها فى بعض الأحيان، هذا المطلب يخلق أحيانا مشكلات بالنسبة لبدهيات النظرية التى تغيرت وأحيانا تقوم نظرية ما بنسخ نظرية أخرى ليس عن طريق اختزالها، ولكن بالحلول محلها فى الواقع. فمثلاً، قبل أبحاث لافوازيه فى أواخر القرن الثامن عشر، كان يتم تفسير الاحتراق بنظرية "الفلوجستون". والفلوجستون هو مادة كان يفترض أنها تنفلت من الأشياء عندما تشتعل، إلا أنه نتيجة لطبيعتها الخاصة لم يكن من المستطاع مشاهدتها. كانت إحدى معضلات نظرية الفلوجستون هى أن القياسات التى أجريت بعناية قد أظهرت أن اشتعال المواد يزيد من وزنها . وعلى هذا فإذا كان الفلوجستون يتحرر نتيجة للاحتراق، فلابد إذن أن يكون له وزن سالب. وحيث إن الوزن يعتمد على الكتلة ومقدار قوى جاذبية الأرض، التى يفترض أن تظل ثابتة عندما تشتعل الأشياء، ولهذا فإن ما يبدو من أن الفلوجستون له كتلة سالبة من الصعب توفيقه مع فيزياء نيوتن. ولهذا، ولأسباب أخرى، كانت نظرية الفلوجستون تلقى عدم الرضا من الكيميائيين على الرغم من تفسيراتها التى تبدو مقنعة لبعض التجارب الكيميائية فى الاحتراق. وقد قدم لافوازيه نظرية جديدة، افترضت وجود مادة مختلفة تماما لا يمكن مشاهدتها أطلق عليها "الأكسجين" تتحد مع المواد عندما تشتعل، وبناء على ذلك وبناء على أمور أخرى لا يلزم أن يكون لها كتلة سالبة.

إن نظرية الأكسجين للافوازيه لم تختزل نظرية الفلوجستون القديمة عن الاحتراق. فقد استبدلت بنوعية الوجود – أى نوع الأشياء التى كانت تدور حولها نظرية الفلوجستون: وهى الفلوجستون، والهواء منزوع الفلوجستون... إلخ وقوانينها المزعومة، استبدلت بذلك كله نوعا جديدا تماما من الأشياء، إنه الأكسجين الذى لا يمكن ربطه بالفلوجستون على نحو يسمح للأخير أن يبقى فى نظرية لافوازيه عن

الاحتراق. إن محاولات تعريف الفلوجستون من خلال مصطلحات نظرية لافوازيه عن الاحتراق، إن هذه المحاولات لن تمكننا من استنباط نظرية الفلوجستون من نظرية لافوازيه. وبطبيعة الحال فإن نظرية لافوازيه هى بداية الكيمياء الحديثة. حيث يقول العلماء أنه ليس هناك إطلاقا شيء اسمه الفلوجستون.

وعلى العكس عندما يتم اختزال نظرية إلى نظرية أوسع وأكثر أساسية، فإن "وجود" النظرية المختزلة- أى أنواع الأشياء التى تطرح دعاوى بشأنها- يتم الاحتفاظ بها. والسبب فى ذلك أن الاختزال أمر يتعلق باستنباط القانون فى النظرية المختزلة (بفتح الزاى) من بين قوانين النظرية المختزلة (بكسر الزاى). وهذا الاستنباط ممكن فقط عندما تكون مصطلحات النظريتين مرتبطة. فأنت لا تستطيع استنباط قوانين مندل فى الوراثة من قوانين الوراثة الجزيئية إلا إذا أمكن تعريف جين مندل بمصطلحات الأحماض النووية. لأن الوراثة الجزيئية تتناول منظومات من دنا DNA، بينما قانون جينات مندل الذى يقول بأن ما هو" أ "هو" ف" يمكن أن يترتب على قانون من قبيل : كل ما هو " أ "هو "ب"، وذلك إذا كان كل "ب"، متماثلا مع" جـ"، وكل "جـ "متماثلاً مع "ف" . وفى الواقع من أكبر معايير إنجاز الاختزال، هو صياغة مثل هذه المتطابقات . فمثلاً اختزال الديناميكا الحرارية للغازات إلى الميكانيكا الإحصائية يرتد إلى المتطابقة التى سلف ذكرها وهى :

3K/2 [درجات كلفن T] =

$(^1/_2\ m\ v^2)$

وسواء عالجنا هذه المتطابقة كتعريف أو كقانون عام يربط بين درجة الحرارة وطاقة الحركة، فقد كانت صياغتها هى الإنجاز الذى مكن الفيزيائيين من اختزال سلوك الغازات إلى سلوك الجزيئات التى تتكون منها.

ويبدو أن السمة المميزة للاختزال هى أنه يوحد الظواهر القابلة للملاحظة أو على الأقل يوحد التعميمات المقررة بمقتضاها ويردها إلى اطرادات أكثر أساسية ودقة ثم إلى ما هو أكثر فأكثر من حيث الأساسية والدقة مما لا يمكن التوصل إليه عن طريق المشاهدة. وبدءا من كرات المدافع والكواكب نجحت الفيزياء أخيراً فى تفسير كل شىء فى ضوء الجسيمات بالغة الضآلة وخواصها التى لا يمكن إخضاعها للمشاهدة . وهكذا يبدو أن التوصل إلى ما هو أكثر أساسية فى التفسير هو من أعوص الأمور المعرفية. فبينما نظرية المعرفة الرسمية للعلم هى التجريبية- التى مؤداها أن معرفتنا مبررة فقط بالتجربة والمشاهدة- وأداء وظيفتها التفسيرية يتأتى فقط من خلال تلك النوعية من الأشياء التى لا يمكن لمخلوقات مثلنا أن تدخل فى حيز خبرتها بشكل مباشر. وفى الواقع فإن الجسيمات بالغة الضآلة فى فيزياء الطاقة الكونية هى أشياء لا يمكن لمخلوق مثلنا أن يتعرف عليها. وهذه الحقيقة تثير أكثر الأسئلة إرباكا حول طبيعة النظريات العلمية.

٤ - ٣ مشكلة المصطلحات العلمية والأشياء التى تدل عليها:

التفسيرات العلمية فيما يفترض قابلة للاختبار، وذات "محتوى تجريبى"، ومكوناتها من القوانين تصف الطريقة التى عليها الأشياء فى العالم، وهى ذات تطبيقات من خبرتنا. إلا أن العلم منذ بدايته تقريبا كان يقوم بالتفسير باللجوء إلى عالم من الكيانات والعمليات والأشياء والأحداث والخواص، كلها غير قابلة للاختبار. فإذا ما عدنا إلى زمن نيوتن ألفينا أنه لا الفيزيائيين ولا الفلاسفة كانوا راضين عن تلك الحقيقة التى مؤداها أن أشياء مثل هذه تبدو ضرورية وغير قابلة للمعرفة فى آن . وهى غير قابلة للمعرفة لأنها يمكن مشاهدتها، وهى ضرورية لأنه بدون اللجوء إليها لا تستطيع النظرية أن تطبق التوحيد واسع المدى للمشاهدات التى تتكون منها التفسيرات الأقوى. والجاذبية مثال جيد للمشكلة.

إن ميكانيكا نيوتن تجعلنا نستوعب أنماطا واسعة المدى من العمليات الفيزيائية من خلال إظهار أنها نتيجة للاتصال بين أجسام لها كتلة. فنحن مثلا نستطيع تفسير سلوك الساعة التى تدار باليد، مثلاً وذلك بتتبع سلسلة سببية من التروس والعجلات والأوزان وعقارب الدقائق والساعات، ونستطيع تفسير سقسقة الطيور المغردة التى تكشف عن عمليات دفع وجذب معبر عنها كميا (quantified) على نحو ينتج نسقا من تبادلات كمية الحركة مع الحفاظ على الطاقة بين الأشياء المتماسة. إن هذا التفسير الميكانيكى ربما يفضى إلى تفسير أكثر أساسية بمصطلحات الخواص الميكانيكية للأجزاء المكونة للتروس والعجلات، وبالتالى سوف يفضى إلى الخواص الميكانيكية لأجزائها حتى نكون فى النهاية قد فسرنا سلوك ساعتنا بلغة الجزيئات والذرات التى تتكون منها. وهذا هو على أية حال التفسير المتوقع من الاختزاليين .

وعلى العكس من ذلك، ليست الجاذبية النيوتونية قوة "تماس". فهى قوة تنتقل عبر سائر المسافات بسرعة من الواضح أنها لا نهائية دون بذل أية طاقة. وهى تتحرك باستمرار ولو فى الفراغات التامة، التى لا يوجد فيها أى شىء يحملها من نقطة إلى أخرى. وعلى خلاف أى شىء آخر، فلا شىء يمكن أن يقينا من هذه القوة ومع ذلك فإنها قوة لا يمكن إطلاقًا اكتشافها بذاتها إلا من خلال تأثيراتها عندما نحمل كتلا من مناطق جاذبية أكبر (مثل الأرض) إلى مناطق جاذبية أقل (مثل القمر). وعلى وجه الإجمال فإن الجاذبية كينونة نظرية مختلفة جداً عن أى شىء آخر نواجهه فى مشاهداتنا، لأن هذه المشاهدات لا تساعدنا كثيراً فى فهم ماهية الجاذبية. وهى شىء مختلف للغاية عن المتغيرات السببية الأخرى التى يمكن أن يغتفر للمرء لو أنه تشكك فى وجودها، أو على الأقل لو شعر بعدم الارتياح إزاء استحضارها لتفسير أى شىء. إن المرء ينبغى ألا يندهش من ذلك البحث الذى استمر قرونا طويلة من أجل تفسير "ميكانيكى" لكيفية عمل الجاذبية أو حتى بديل لها أقل غموضا على الأقل.

إن معظم معاصرى نيوتن كانوا يشعرون بعدم الرضا عن مفهوم الجاذبية، وقد حاول بعض أتباع ديكارت التخلى عنها كلية. لكن لا هم ولا الفيزيائيين الذين جاءوا فيما بعد كانوا مؤهلين للتخلى عن المفهوم. فالتخلى عن الجاذبية يعنى التخلى عن قانون التربيع العكسى فى الجاذبية

$$F = g \frac{m_2 m_1}{d^2}$$

ولا يوجد أحد على استعداد لفعل ذلك. وتبدو الجاذبية بذلك قوة "غامضة"، وفاعليتها ليست أقل غموضا مما تستعين به التفسيرات غير العلمية مثل التنجيم والبروج لإشباع فضولنا. ويمكن قول الشىء نفسه عن الأفكار الأخرى التى لا يمكن مشاهدتها. وهكذا من المفترض أن يكون للجزيئات المكونة للغازات خواص كرات البلياردو الصغيرة، لأن سلوكها الشبيه بسلوك كرات البلياردو الصغيرة هو الذى يفسر قانون الغازات المثالية. لكن إذا كانت جزيئات الغاز كتلا صغيرة، فإنها لابد أن تكون ملونة، لأنه لا شىء له كتلة ثم لا يشغل حيزا من الفراغ، ولا شىء يشغل حيزا من الفراغ دون أن يكون له لون ما. لكن الجزيئات المنفردة ليس لها لون. وعلى هذا، فما معنى أن تكون لها كتلة صغيرة؟ والإجابة الواضحة هى أن الأشياء التى لا يمكن مشاهدتها ليست نسخا مصغرة من الأشياء التى يمكن مشاهدتها، فلها صفاتها المميزة الخاصة بها- الشحنة وكمية الحركة، الزاوية ذات القيمة الكمية، والعزم المغناطيسى... إلخ. لكن كيف نعرف ذلك إذا كانت معرفتنا مبررة فقط بخبرة حواسنا. وكما أشرنا سالفا، بأى حق يمكننا الزعم بأن النظريات التى تستعين بهذه الكينونات النظرية وصفاتها تمدنا بتفسيرات حقيقية فى الوقت الذى لا نستطيع أن نكتسب خبرة بها بأى شكل؟ ولماذا تكون نظرية فى الإلكترونات أو الجينات التى لا نستطيع رؤيتها أو لمسها أو شمها أو تذوقها أو الشعور بها، أفضل فى التفسير من التنجيم، أو ما يروج له العهد الجديد، وقصص الجنيات والقوى الخارقة؟

ويمكننا التعبير عن مشكلتنا مع التبرير بأنها مشكلة تدور حول معنى الكلمات والمقدرة على تعلم اللغة. خذ المصطلحات التى نوظفها لوصف خبراتنا: أسماء الأشياء وخواصها التى يمكن مشاهدتها- ألوانها وأشكالها ومادتها ورائحتها وطعمها وأصواتها. ونحن نفهم هذه المصطلحات لأنها تطلق على خبراتنا. وهناك المصطلحات التى تصف الأجسام التى لها هذه الصفات. الطاولات والمقاعد، والسحب، والساعات، والبحيرات، والأشجار، والكلاب والقطط... إلخ. ويمكننا الاتفاق على معنى هذه المصطلحات كذلك. أكثر من ذلك، فإن هذا قد يغرينا بأن نفترض أن بقية لغتنا مكونة من أسماء الخواص الحسية، أو من أسماء الأشياء فى حياتنا اليومية. وعلى خلاف ذلك، كيف كنا سنتمكن من تعلم لغتنا؟ إننا ما لم نعرف بعض الكلمات ليس باللجوء إلى كلمات أخرى، ولكن بكونها تشير إلى أشياء يمكننا إخضاعها لخبرتنا مباشرة، لما أمكننا أبداً تعلم أى لغة. وبدون مثل هذه المصطلحات المعرفة بما هو أكثر من مجرد الألفاظ ، لما أمكننا أبداً أن نكسر الدائرة التى بلا نهاية، حين نرد تعريف كلمة ما بالرجوع إلى كلمات أخرى، وتعريف هذه الأخيرة بكلمات أخرى، وهكذا دواليك . وقد يتوجب علينا أن نكون عارفين سلفا باللغة من أجل تعلمها.

وعلاوة على ذلك، فإن اللغة توافيق لا نهائية: يمكننا صياغة وفهم أى جملة من بين ذلك العدد اللا محدود من الجمل. ومع ذلك فإننا نقوم بذلك على أساس أن لنا دماغا محدودا قد تعلم كيف يتكلم فى فترة محددة من الزمن، ومن الصعب أن نرى كيف تمكنا من هذا العمل الفذ إلا إذا كانت اللغة إما فطرية أو أن هناك بعض المفردات الأساسية التى بنيت منها سائر اللغة. إن التجريبيين ومعظم العلماء الآن لا يأخذون مأخذ الجد فرضية أن اللغة فطرية (فى مقابل كون اللغة أداة مكتسبة بالتعلم). فنحن لم نولد عارفين بأى لغة، وإلا كان من الصعب رؤية كيف يتعلم أى طفل بشرى بالبراعة نفسها أية لغة بشرية منذ ميلاده. ويترك لنا ذلك فرضية أننا قد تعلمنا مخزونا محدودا من كلمات لغة، والذى بدوره مع قواعد التركيب، يمكننا من بناء القدرة

على صياغة وفهم أية جملة من ذلك العدد اللا محدود من الجمل من تلك اللغة. وماذا يمكن أن يكون هذا المخزون المحدود سوى المفردات الأساسية التى تعلمناها أطفالاً؟ وهذه المفردات بالطبع هى أسماء خبراتنا الحسية - ساخن، وبارد، وحلو، وأحمر، وأملس، وناعم،..... إلخ، مع كلمات مثل ماما وبابا.

وإذا كانت تلك هى قواعد اللغة، إذن ففى نهاية المطاف فإن كل كلمة ذات معنى، لها تعريف بمقتضى ألفاظ تشير إلى الخواص الحسية وإلى الأشياء الكائنة فى حياتنا اليومية. ولابد أن يتضمن هذا المطلب المصطلحات النظرية فى العلم الحديث. فإذا كان لهذه الكلمات معنى، إذن لابد بشكل أو بآخر أن تعرف باللجوء إلى المفردات الأساسية للخبرة. ويعود هذا البرهان إلى الفلاسفة التجريبيين البريطانيين من أمثال بيركلى وهيوم من القرن الثامن عشر. ومما كان يزعج هؤلاء الفلاسفة القوى الخفية مثل "الجاذبية" أو الأشياء التى لا يمكن مشاهدتها مثل "الكريات Corpuscles" التى استحضرتها فيزياء القرن السابع عشر. وكان لما ينتابهم من عدم الارتياح إزاء هذه الكينونات، كان له تأثير مستمر على فلسفة العلوم حتى نهاية القرن العشرين وحتى بعد ذلك.

وقد أطلق أتباع التجريبيين البريطانيين فى القرن العشرين على أنفسهم الوضعيين المناطقة (التقينا بهم كأنصار لنموذج D-N للتفسير العلمى فى الفصل ٢). كان التجريبيون المناطقة يستندون فى استدلالاتهم إلى الحجج المتعلقة بقابلية اللغة للتعلم ومن قبيلها تلك الحجة التى تقول إن المفردات النظرية فى العلم مثل النقود لا بد أن يكون لها فى النهاية مقابل، والمقابل هنا هو تلك الادعاءات حول ما نستطيع مشاهدته، وإلا لكانت ضوضاء وأصواتا فارغة لا معنى لها. وقد ذهب هؤلاء الفلاسفة إلى أبعد من ذلك وقالوا إن ما كان يعتبر فى القرنين : التاسع عشر والعشرين تنظيراً علميا من الممكن إظهار أنه بلا معنى، وذلك لأن مصطلحاته النظرية كانت غير قابلة للترجمة إلى مصطلحات متصلة بخبرة الإحساس العادى.وهكذا، فقد وصمت كلا من

المادية الجدلية لماركس، ونظرية المحرك النفسى لفرويد بأنهما علم زائف لأن مفاهيمهما التفسيرية: فائض القيمة، وعقدة أوديب... إلخ- لم يكن من الممكن إعطاؤها معنى تجريبيًا. وبالمثل تم إنكار القدرة التفسيرية لمجموعة كبيرة من النظريات البيولوجية التى افترضت "القوى الحيوية" لأنها قد استعانت بكينونات وعمليات وقوى لا يمكن تعريفها باللجوء إلى المشاهدة. إلا أن ما هاجمه هؤلاء الفلاسفة التجريبيون لم يكن مجرد علم زائف. وكما رأينا، فإنه حتى مصطلحات لا يمكن الاستغناء عنها مثل "الجاذبية" كانت محل نقد لافتقارها إلى "المحتوى التجريبى". كذلك فقد أنكر بعض الوضعيين المناطقة وبعض الذين تأثروا بهم من فيزيائيى أواخر القرن التاسع عشر، أنكروا معنى مفاهيم مثل "جزىء" و"ذرة". وبالنسبة لمثل هؤلاء التجريبيين، فإن اللفظ أو المصطلح يكون له محتوى تجريبى، فقط إذا أطلق على بعض الأشياء أو الصفات التى لدينا إدراك حسى لها .

وبالطبع، تمسك التجريبيون بأنه لا توجد مشكلة فى الاستعانة بالكينونات النظرية، إذا كانت المصطلحات التى نستخدمها فى تسميتها من الممكن تعريفها عن طريق أشياء يمكن مشاهدتها أو عن طريق صفات هذه الأشياء، لأننا فى هذه الحالة لن نكون قادرين على فهم معنى المصطلحات النظرية فحسب، بل إننا سوف نكون دائما قادرين على إحلال عبارات تتعلق بما يمكن مشاهدته محل عبارات تتعلق بما لا يمكن مشاهدته إذا حدث أن أثير أى شك. خذ مثلاً المفهوم النظرى للكثافة: لكل نوع من المواد كثافة نوعية، ويمكننا تفسير لماذا تطفو بعض الأجسام فى الماء ولا يطفو البعض الآخر وذلك باللجوء إلى كثافاتها. إلا أن كثافة الشىء تساوى كتلته مقسومة على حجمه. فإذا كان فى مقدورنا قياس كتلة الشىء على مقياس ميزان أو بأى طريقة أخرى، وكان فى استطاعتنا قياس أبعاده باستخدام عصا المتر، فإننا نستطيع حساب كثافته: أى أننا نستطيع "بوضوح تحديد" كثافته بمدلول الكتلة والحجم. وفى الواقع ليست "الكثافة" سوى "اختصار" لكسر قسمة الكتلة على الحجم. وأيا ما كان الذى

نقوله عن الكثافة، فإنه يمكننا قوله بمدلول الكتلة والحجم. وقد يكون أكثر من مجرد كلمة تقال، لكن المحتوى التجريبى لادعاء يتعلق بكتلة جسم ما مقسومة على حجمه سيكون هو نفس المحتوى التجريبى لأى ادعاء عن الكثافة. فإذا كان فى مقدورنا تعريف المصطلحات النظرية بوضوح بواسطة مصطلحات من الممكن مشاهدتها، فلن تكون هناك صعوبة بعد ذلك فى فهم ما الذى تعنيه أكثر من فهم ما الذى تعنيه المصطلحات التى يمكن مشاهدتها. ولن تكون هناك فرصة لإدخال النظرية لبعض المصطلحات العلمية الزائفة فى نظرية غير علمية لا تقدم سوى قدرة تفسيرية ظاهرية. وأهم شىء فى ذلك كله، أننا يمكن أن نعرف بالضبط، تحت أية ظروف للمشاهدة، ما إذا كانت الأشياء المسماة بواسطة مصطلحاتنا المعرفة بالملاحظة، موجودة أم لا، وما إذا كانت لها النتائج التى تنبئنا بها النظرية أم لا.

ولسوء الحظ، فإن من الصعب بالنسبة لأى من المصطلحات التى تطلق على صفات أو عمليات أو أشياء أو حالات أو أحداث لا يمكن مشاهدتها، من الصعب بالنسبة لأى منها أن يكون معرفًا بوضوح بمدلول صفات يمكن ملاحظتها. وفى الواقع، فإن القدرة التفسيرية للنظريات معلقة على حقيقة أن مصطلحاتها النظرية ليست مجرد اختصارات لما هو قابل للمشاهدة. وإلا كانت المقولات النظرية ببساطة اختصارات لمقولات يمكن مشاهدتها. وإذا كان الأمر كذلك، لأمكن للمقولات النظرية أن توجز، لا أن تفسر ما هو قابل للملاحظة. وحيث إن الكثافة، حسب تعريفها، تتطابق مع الكتلة مقسومة على الحجم، فإننا لن يكون بوسعنا أن نفسر لماذا يكون لجسمين لهما الحجم نفسه كتلة مختلفة باللجوء إلى كثافاتها المتباينة، وسنصبح ببساطة نكرر نفس الحقيقة وهى أن نسبة كتلتهما إلى حجمهما ليست متساوية. والأكثر أهمية، وعلى خلاف الكثافة، من الممكن وضع بضعة مصطلحات نظرية لتكون مكافئة (مساوية) لفئة محددة من صفات أو خواص أشياء يمكن مشاهدتها. فمثلاً لا يمكن تعريف تغيرات درجة الحرارة على أنها مساوية للتغير فى طول عمود الزئبق فى أنبوبة مغلقة، لأن درجة

الحرارة تختلف كذلك مع تغيرات طول عمود الماء فى أنبوبة مغلقة، ومع التغيرات فى مقاومة جهاز قياس المقاومة، أو فى شكل ساق من ازدواج فلزى، أو التغيرات فى لون الجسم الذى يسخن... إلخ. والأكثر من ذلك أن التغيرات فى درجة الحرارة تحدث حتى عندما لا تكون هناك تغيرات يمكن مشاهدتها فى طول عمود الزئبق أو الماء فى الأنبوبة ولا يمكنك استخدام الترمومترات العادية المائية أو الزئبقية لقياس التغير فى درجات الحرارة الأقل من ٠,١ درجة مئوية، ولا يمكنك كذلك أن تقيس درجة تجمد الزئبق أو الماء أو الكحول أو أى مادة تستخدم فى الترمومتر. وفى الحقيقة، هناك بعض الأشياء التى تتغير درجة حرارتها بطريقة لا يمكن معها لأى ترمومتر مما نصممه حاليا أن يسجلها. وهكذا يبدو أن بعض الخواص الفيزيائية أو تغيراتها غير قابلة للاكتشاف بالملاحظة . والوضع بالنسبة للكثير من الصفات النظرية أكثر من درجة الحرارة فى ضبابيته. فإذا كان "الحمض" يعرف على أنه "مانح للبروتون" ولا نستطيع إجراء أى مشاهدة لتعطى "محتوى تجريبيًا" لمفهوم "مانح للبروتون"، لأننا لا نستطيع لمس البروتون أو تذوقه أو رؤيته أو الشعور به، أو سماعه، أو شمه ، إذن "حمض" مصطلح بلا معنى، ومن جهة أخرى يمكن تعريف الحمض على أنه "أى شىء يحول ورقة عباد الشمس الحمراء إلى اللون الأزرق"١٠، لكننا عندئذ لن نتمكن من تفسير لماذا تقوم بعض السوائل بذلك بينما البعض الآخر لا يفعل.

هل نستطيع تقديم معنى تجريبى للدعاوى النظرية فى العلم وذلك من خلال الربط ما بين عبارات نظرية تماما وما بين عبارات واقعة تماما فى حيز الملاحظة بدلا من الربط بين ألفاظ نظرية منفردة ومابين ألفاظ خاصة قابلة للملاحظة؟ للأسف لا. فالعبارة التى تنص على أن متوسط طاقة حركة الجزيئات فى غاز معين فى إناء ترتفع بزيادة الضغط، ليست مكافئة لأى عبارة معينة تتعلق بما يمكننا ملاحظته عندما نقيس درجة حرارته، نظرًا لأن هناك طرقا عديدة مختلفة لقياس درجة الحرارة عن طريق الملاحظة، وتتضمن كل واحدة من هذه الطرق المزيد من الافتراضات النظرية الجوهرية

حول عمل الترمومترات، وعلى وجه الخصوص المقولة النظرية التى مؤداها أن درجة الحرارة المطلقة عند الاتزان تساوى متوسط طاقة الحركة.

والسؤال الذى نواجهه ينفذ مباشرة إلى صميم مشكلة طبيعة العلم. فرغم كل شيء، فإن "نظرية المعرفة الرسمية" للعلم، هى شكل ما من أشكال التجريبية، ذات الإبستمولوجيا التى تبرر المعرفة بأكملها بالخبرة"، وإلا لأصبح من الصعب تفسير وتبرير الدور المحورى للتجريب والملاحظة وجمع البيانات فى العلم. وعلى المدى البعيد تتحكم الخبرة فى التنظير العلمى: فالتقدم فى العلم هو فى النهاية مسألة فرضيات جديدة، تلقى تأييدا أكبر من الفرضيات القديمة بفضل نتائج الاختبارات التجريبية. ولا يتقبل العلم كمعرفة ما لا يمكن إخضاعه بشكل أو بآخر لاختبار الخبرة. إلا أنه فى الوقت نفسه، فإن إجبار العلم على تفسير خبرتنا يتطلب أن يذهب إلى ما وراء الخبرة وما تحتها من الأشياء والخواص والعمليات والأحداث التى يلجأ إليها فى تقديم هذه التفسيرات. أما كيفية التوفيق ما بين مطالب التجريبية ومطالب التفسير فهى أصعب المشكلات بالنسبة لفلسفة العلوم، بل بالنسبة للفلسفة ككل. لأننا إذا لم نستطع التوفيق بين التفسير والتجريبية، فمن الواضح تماما أن التجريبية ينبغى أن تستسلم. إذ لن يتخلى أحد عن العلم لمجرد أن مناهجه ليست متوافقة مع نظرية فلسفية. إننا قد يمكننا التخلى عن المذهب التجريبى لصالح المذهب العقلى الذى تقوم نظريته فى المعرفة على أن هناك جانبا من المعرفة يمكن تبريره بدون اختبار تجريبى. لكن إذا كان هناك معرفة علمية مستمدة من غير طريق التجربة والمشاهدة، فلنقل مثلا عن طريق التأمل العقلى فقط، فمن ذا الذى سيقول أن وجهات النظر البديلة للعالم، وهى الأساطير، والديانات، التى تدعى منافستها للعلم فى تفسير الواقع، من ذا الذى سيقول إنها لن تدعى كذلك أنها تجد تبريرها بنفس الطريقة ؟

يصر التجريبى المنطقى أننا يمكن أن نوفق ما بين التجريبية وما بين التفسير بواسطة فهم أكثر تطوراً للكيفية التى يكون فيها للمصطلحات النظرية محتوى تجريبى

حتى وإن لم تكن اختصارات لمصطلحات تصف ما هو فى حيز الملاحظة . خذ مثلا مفهومى الشحنة الموجبة والشحنة السالبة. فللإلكترونات شحنة سالبة وللبروتونات شحنة موجبة. والآن، فلنفترض أن شخصا ما يسأل ما الذى يفتقر إليه الإلكترون ويتمتع به البروتون وبفضله كان الأول ذا شحنة سالبة بينما يقال إن للأخير شحنة موجبة. ستكون الإجابة بالطبع "لا شيء". فلا تمثل المصطلحات "موجب" و"سالب" فى هذا السياق وجود أو غياب بعض الأشياء. وقد كان بإمكاننا بالدرجة نفسها أن نطلق على شحنة الإلكترون موجبة وعلى شحنة البروتون سالبة. إن وظيفة هذين المصطلحين فى النظرية هى مساعدتنا على وصف الفروق بين البروتونات والإلكترونات كما "تعلن عن نفسها فى التجارب" التى نجريها على الأشياء التى يمكننا ملاحظتها. تنجذب الإلكترونات إلى القطب الموجب فى مجموعة من الألواح المشحونة كهربيًا وتنجذب البروتونات إلى القطب السالب. ويمكن أن "نرى" تأثيرات هذا السلوك فى الأثر المرئى فى غرف الضباب أو فى فقاعات الغاز المتصاعد من الماء فى تحليل كهربى كيميائى. وتقوم مصطلحات "موجب" و"سالب" بمساهمات منهجية فى النظرية التى يردان فيها، وهى المساهمات التى نلمسها فى التعميمات القابلة للمشاهدة التى تنتظمها وتفسرها نظرية البنية الذرية. إن المعنى التجريبى لمصطلح: "سالب" تعطيه لنا تلك الإسهامات النسقية التى ينتجها المصطلح والمتعلقة بتلك التعميمات حول ما نستطيع مشاهدته، مما يترتب على الافتراضات التى تفترضها النظرية حول كون الإلكترونات مشحونة بشحنة سالبة، فإذا ما نزعت المصطلح من النظرية، سترى أن قدرة النظرية على استيعاب الكثير من هذه التعميمات قد تحطمت، وسوف تنخفض المشاهدات التى تستطيع أن تنتظمها وتفسرها. إن مدى الانخفاض فى القدرة التفسيرية هو ما يمثل المعنى التجريبى لمصطلح "شحنة سالبة".

ويمكننا تحديد المحتوى التجريبى لمصطلح "إلكترون" أو "جين" أو "شحنة" أو أى مصطلح آخر فى ذلك الجسم من النظريات التى تطلق أسماء على أشياء أو خواص لا

يمكن ملاحظتها، وذلك بالطريقة نفسها. ولابد أن يساهم كل منها فى القدرة التنبؤية والتفسيرية للنظرية التى يرد فيها. ولتحديد هذه المساهمة قم ببساطة بإزالة المصطلح من النظرية وتتبع تأثيرات هذه الإزالة على قدرة النظرية. وفى الحقيقة فإن الشحنة سوف تصبح معرفة "ضمنيًا" بأنها : " ذلك الشىء الذى – أيا ما كان – فإن له التأثيرات التى نشاهدها، والتى سوف نفقدها عندما نلغى مصطلح "الشحنة" من النظرية الذرية، وكذلك نفس الأمر بالنسبة لأى مصطلح نظرى فى أية نظرية.

وهذه فى الواقع هى الطريقة التى تعامل بها المنهج البدهى للنظريات مع مشكلة المصطلحات النظرية. وقد سعى الوضعيون المناطقة إلى التوفيق ما بين القدرة التفسيرية للآلة النظرية للعلم وما بين القيود التى تضعها الملاحظة على العلم والمتمثلة فيما تتطلبه من أن ترتبط المصطلحات النظرية المشروعة بالملاحظات من خلال "التفسير الجزىء" – والتفسير هنا مسألة تتعلق بإعطاء هذه المصطلحات محتوى تجريبيًا، والذى قد يكون مختلفًا تمامًا عن الكلمات التى تعود العلماء على طرحها. والتفسير جزىء لأن الملاحظات لن تستنفد المحتوى التجريبى لهذه المصطلحات، وإلا فإنها ستفقد مقدرتها التفسيرية.

وقد يساعدنا مثال آخر.ولنأخذ المصطلح :"كتلة". لقد أدخل نيوتن هذا المصطلح وعرفه على أنه "كمية المادة"، غير أن هذا التعريف لا يجدى شيئا لأن المادة ما هى إلا مفهوم "نظرى" مثل الكتلة. وفى الواقع، فإن المرء يميل إلى تفسير ما هى المادة باللجوء إلى مفهوم الكتلة، فالمادة أى شىء له أى قدر من الكتلة. إن الكتلة ليست معرفة تعريفا صريحا على الإطلاق فى نظرية نيوتن. إنها مصطلح غير معرف. وبدلاً من أن يكون معرفا فى النظرية، فإن مفاهيم أخرى يتم تعريفها باللجوء إلى مفهوم الكتلة، فمثلاً، كمية الحركة التى تعرف بأنها حاصل ضرب الكتلة فى السرعة. إلا أن المحتوى التجريبى للكتلة تقدمه لنا القوانين التى تجسده، وما تلعبه من دور فى تحويل المشاهدات إلى نسق منتظم . وعلى هذا، فإن الكتلة تفسر جزىءيا على أنها تلك

الخاصية للأجسام التى نتيجة لها تهبط كفة الميزان عندما توضع فوقها. ويمكننا أن نتنبأ بأن الكتلة حينما تمس كفة الميزان رأسيا فإن ذراع الميزان سوف يتحرك لأن الحركة تنتج عن القوة، والقوة حاصل ضرب الكتلة فى العجلة، وتحريك كتلة فوق كفة ميزان سوف يتسبب فى اكتساب الكفة لعجلة غير صفرية.

ولابد لنا أن نميز بين "المعنى التجريبى" للمصطلح وبين التعريف القاموسى أو المعنى الدلالى. "فالكتلة" بالتأكيد مصطلح له تعريف فى القاموس الإنجليزى، ومع ذلك فإن المعنى التجريبى له مختلف تمامًا، وهو مصطلح غير محدد فى ميكانيكا نيوتن.

وهكذا أصبح التفسير الجزئى للكتلة متاحًا بواسطة الوسائل المستخدمة لقياسه. لكن هذه الوسائل لا تعرفه. وذلك لأمرين : الأمر الأول هو أن الطرق التى تقيس بها تأثيرات الكتلة، مثل حركة كفة الميزان وذراعه هى التى تفسر الكتلة سببيًا. والأمر الآخر هو أن هناك طرقا كثيرة لقياس الكتلة عن طريق تأثيراتها، بما فى ذلك طرق لم نكتشفها بعد. فإذا كانت مثل هذه الطرق التى لم تكتشف بعد لقياس الكتلة موجودة، إذن فإن تفسيرنا "للكتلة" غير مكتمل، ولابد ان يكون جزئيا. ومرة أخرى، فإن التفسير المكتمل للكتلة بمصطلحات الملاحظة سوف يئول إلى اختصار ما لفئات ما من المصطلحات المتعلقة بالملاحظة، وسوف يحرمها من مقدرتها التفسيرية.

قدم الوضعيون المناطقة ذلك الادعاء الذى مؤداه أن مصطلحات العلم التى لا يمكن ملاحظتها ينبغى ربط معناها بالمصطلحات الممكن ملاحظتها، حتى يتسنى تمييز جهاز التفسير الحقيقى للعلم عن التفسيرات الزائفة التى تحاول المتاجرة باللقب الشرفى- النظرية العلمية. ومن سخرية الأمور أنهم كانوا أول من اعترف بأن هذا المطلب لا يمكن التعبير عنه بالدقة التى تتطلبها معاييرهم الخاصة فى التحليل الفلسفى. وقد تم تكريس فلسفة العلوم خلال النصف الأول من القرن الحالى١١ لصياغة ما أصبح يعرف بـ "مبدأ التحقق"- وهو المحك الذى يمكن تطبيقه دون أى لبس لتمييز المصطلحات النظرية المشروعة فى العلم عن غير المشروعة. إن المبدأ فى صوره

المتشددة يتطلب الترجمة الكاملة للمصطلحات النظرية إلى مصطلحات يمكن ملاحظتها. وكما رأينا، فإنه لا يمكن تحقيق هذا المطلب بالنسبة لمعظم المصطلحات التى يتم الاستعانة بها فى التفسيرات العلمية، وما هو أكثر من ذلك أننا قد لا نرغب فى أن تحقق المصطلحات النظرية هذا المطلب، لأنها لو فعلت ذلك فإنها ستفقد قدرتها التفسيرية بالنسبة للملاحظات.

والمشكلة هى أن الصور الأقل تشددا من مبدأ التحقق تخلط الخبث بالذهب، وقد فشلت فى استبعاد مصطلحات عديمة المعنى يعترف الجميع بأنها زائفة علميًا، كذلك فهى لن تميز بين العلم الحقيقى وأمثولات العهد الجديد ذات التأثير النفسى، أو التنجيم، أو الوحى الدينى فى هذا الصدد. إن من السهل جداً تحقيق مطلب التفسير الجزئى. خذ أى مصطلح علمى زائف تشاء، وأضف إليه عبارة تحتوى عليه إلى نظرية مستقرة بالفعل، وسوف يتم تمرير المصطلح فى زحمة هذا التكوين باعتباره ذا معنى. فمثلاً خذ فرضية أن الغاز مسحور إذا كانت درجة حرارته المطلقة تساوى متوسط طاقة حركة جزيئاته. فإذا أضفت هذه الفرضية إلى نظرية الحركة للغازات فسوف تزج بخاصية "أن تكون مسحوراً" فى مصطلح نظرى مفسر جزئيًا. فإذا ما اعترض أحد بأن مصطلح "مسحور" والقانون المضاف إليه لا يساهمان فى النظرية، لأنه يمكن استبعادهما دون أن ينتقص ذلك من المقدرة التنبؤية للنظرية، فإن الإجابة سوف تكون أنه يمكن قول الشىء نفسه عن المصطلحات النظرية المشروعة ذات المشروعية الخالصة، وخصوصا عند طرحها لأول مرة. فرغم كل شىء، ما الذى أضافه مفهوم "الجين" إلى فهمنا لتوزيع الصفات الوراثية التى تمت ملاحظتها ورصدها على مدى العقود التى سبقت إلحاق المفهوم بالكروموزومات؟

إن المطلب المتمثل فى ربط المصطلحات النظرية بالملاحظات على نحو يجعل هناك فرقا بالنسبة للتنبؤات هو مطلب من القوة إلى حد أن بعض المصطلحات النظرية، وخصوصا الجديد منها، لن تستطيع اجتياز هذا الاختبار. وهو كذلك مطلب من

الضعف إلى حد أنه من السهل "سلق" نظرية تلعب فيها كينونات وهمية صرفة- القوة الحيوية مثلاً، دوراً لا غنى عنه فى استنباط تعميمات حول ما يمكننا ملاحظته. فإذا كان التفسير الجزىء أضعف من اللازم، فإننا نحتاج لإعادة التفكير بالكامل فى طريقة تناولنا لما يجعل المصطلحات التى لا يمكن ملاحظتها فى نظرياتنا ذات مغزى أو صادقة، أو مبررة أو حتى متسقة. إن ادعاءات العلم بأن الأشياء التى لا يمكن ملاحظتها والتى تعبر عنها أسماء ومصطلحات موجودة بالفعل، إن ادعاءات العلم تلك ينبغى أن تكون صحيحة.

ومع فربما كان هناك شىء ما يصدمك فى الطريقة التى عالج بها الوضعيون المناطقة هذه المشكلة المتعلقة بمعنى المصطلحات النظرية ومدى معرفتنا النظرية التى تمنحها هواء صناعيا، ربما يصدمك شىء ما فى الطريقة بأسرها. فرغم كل شىء، وعلى الرغم من أننا قد لا نكون قادرين على سماع أو تذوق أو شم أو لمس أو رؤية الإلكترونات والجينات والكوازارات والنجوم النيوترونية، ولا خواصها، فإن لدينا سببا وأى سبب للاعتقاد فى وجودها. لأن نظرياتنا العلمية تخبرنا بأنها موجودة، ولأن لهذه النظريات مقدرة تنبؤية وتفسيرية عظمى . فإذا كانت أكثر النظريات تأكيداً حول طبيعة المادة تتضمن قوانين عن الجزيئات والذرات واللبتونات والبوزونات والكواركات، إذن مثل هذه الأشياء موجودة بالتأكيد. وإذا كانت أكثر نظرياتنا تأكيدا تعزو إلى هذه الأشياء شحنة وكمية حركة زاويّة وحركة مغزلية وقوى فان درفالز، إذن فمثل هذه الخواص موجودة بالتأكيد. ولابد من تفسير النظريات حرفياً من هذه النظرة، وليس من خلال طرح دعاوى يرتبط معناها بالملاحظات، بل باعتبارها تخبرنا عن أشياء وما لها من صفات، حيث إن معنى أسماء هذه الأشياء وصفاتها لا يمثل فى قليل أو كثير معضلة مثل تلك التى يمثلها معنى المصطلحات التى تطلق على الأشياء القابلة للملاحظة وعلى صفاتها. وإذا كان هذا الاستنتاج لا يتوافق مع نظرية اللغة المشار

إليها سابقًا، والتى تجعل من المصطلحات التى نشاهدها هى المستوى الأساس للغة، وتتطلب أن تكون كل المصطلحات الأخرى مبنية عليها، إذا كان ذلك كذلك فإن هذا هو أسوأ ما فى نظرية اللغة. وإنه أسوأ ما فى نظرية المعرفة التى يأخذ بها التجريبيون.

إن هذا المنهج فى مشكلة المصطلحات النظرية يعرف على نطاق واسع باسم "الواقعية العلمية"، حيث إنه ينظر إلى الالتزامات النظرية للعلم على أنها واقع وليس على أنها اختصارات مقنّعة (بتشديد النون) للدعاوى المتعلقة بالملاحظة أو أنها تخيلات مفيدة نخلقها بقصد لتنظيم هذه الملاحظات. وفى حين أن نقطة البداية عند الوضعيين المناطقة هى نظرية فلسفية، فإن نظرية المعرفة عند التجريبيين، وهى الواقعية العلمية أو "الواقعية" اختصاراً، تبدأ بما تعتبره الواقعية حقيقة شديدة الوضوح عن العلم. ألا وهى مقدرته العظيمة المتزايدة أبدا على التنبؤ. وقد تحسنت نظرياتنا على مر الزمن فى مداها ودقتها فى التوقعات فنحن لم نعد قادرين على أن نتوقع حدوث المزيد والمزيد من أنواع الظواهر المختلفة فحسب، لم نعد قادرين على هذا فحسب ولكننا مع الوقت استطعنا زيادة دقة توقعاتنا- التى يعبر عنها عد الخانات العشرية أو الأرقام الدالة على مدى تطابق توقعاتنا المستنبطة علميا مع المقياس الحقيقى. وتترجم هذه التحسينات بعيدة المدى نفسها إلى تطبيقات تكنولوجية يتزايد اعتمادنا عليها، بل إننا فى الواقع نستند عليها فى أدق دقائق حياتنا اليومية. إن هذا الذى سمى "النجاح الآلى" فى العلم يحتاج إلى تفسير. أو على الأقل فإن الواقعيين يصرون على أن الأمر كذلك، فكيف يمكن تفسيره؟ وما هو أفضل تفسير لحقيقة أن العلم "يعمل"؟ إن الإجابة تبدو واضحة بالنسبة للواقعى" فالعلم يعمل بهذه الكيفية الجيدة لأنه تقريبا صادق. وإن الأمر سيغدو معجزة ذات أبعاد كونية لو أنه نجاح العلم فى التنبؤ، ولو أن تطبيقاته التكنولوجية كانت مجرد تخمينات حالفها الحظ ، أو لو كان العلم قد أدى ما أداه عن طريق الصدفة.

وعادة تكون بنية برهان الواقعى العلمى كالآتى:

١ – " ق"

٢ – أفضل تفسير للواقعة "ق" هو أن "ك" صادقة

إذن

٣ – " ك" صادقة

إن الواقعيين يعوضون تعويضات متنوعة عن "ق"، يعوضون عنها مثلا بأن : "العلم ناجح فى توقعاته"، أو "نجاحه يزداد باطراد"، أو "تطبيقاته التكنولوجية يعتمد عليها و"تزداد قدرة على الدوام." كما يعوضون عن "ك" بالعبارة التى تقول " الأشياء التى لا يمكن مشاهدتها ولكن النظريات العلمية تطرحها هى أشياء موجودة ولها الصفات التى يعزوها إليها العلم، أو يقوم الواقعيون بطرح دعاوى أضعف مثل " بعض ما لا يمكن مشاهدته من الكينونات ومن قبيلها تلك الأشياء التى يطرحها العلم موجود، وله خصائص ما كتلك التى يعزوها إليه العلم، ويزداد العلم على الدوام اقترابا من الحقيقة حول تلك الأشياء وصفاتها ". أما بنية الحجة المتمثلة فى الانتقال من الحقيقة ق إلى الحقيقة ك فهى بنية استدلالية للتفسير الأفضل ".

إن القارىء قد تصدمه هذه الحجة إذا نظرنا إليها على أنها حجة مقنعة على نحو لا يثير الجدل . وهو ما يعود بالتأكيد إلى الكثير من العلماء. لأنهم هم أنفسهم سيعترفون بأن صيغة الاستدلال لـ – أفضل – التفسيرات، والتى يستخدمها الفيلسوف الواقعى فى تدليلاته، هى نفسها التى يوظفونها فى العلم. فمثلاً كيف لنا أن نعرف أن هناك إلكترونات وأن لها شحنة سالبة؟ والإجابة لأننا لو اعتبرنا هذا مصادرة فسوف يفسر نتائج تجربة ميليكان بنقطة الزيت، وكذلك الآثار التى تتركها فى غرفة ضباب ويلسون.

لكن الحقيقة المتمثلة فى أن هذا الشكل للحجة يستخدم فى العلم كما يستخدم لتبرير العلم هى بالنسبة لها بمثابة كعب أخيل١٢! افترض أن هناك من يتحدى حجة الواقعية بأن يطلب تبريرا للصيغة الاستدلالية المذكورة فى ٣-١ سابقا. إن حجة الواقعيين تتمثل فى تأسيس التنظير العلمى بناء على أنه صادق بالمعنى الحرفى للكلمة أو أنه قريب من الصدق. فإذا كان الواقعى يقول بأن صيغة الاستدلال موضع اعتداد لأنها استُخدمت بنجاح فى العلم، فإن حجة الواقعى من المحتمل أن تثير التساؤل. وفى الواقع يقول الواقعى بأن الاستدلال فى صيغة " أفضل تفسير" هو استدلال يقوم على أن التنظير العلمى ينتج الحقائق المبررة، وهى مبررة لأن العلم ينتج الحقائق بواسطة استخدام صيغة الاستدلال موضوع التساؤل. وإذا استخدمنا تشبيها مماثلا لما أوردناه عن الاستقراء فى الفصل الثالث، فإن ذلك يشبه من يحتاط إزاء وعد برد الدين، يحتاط بأن يحصل على وعد بالوفاء بالوعد برد الدين.

أكثر من ذلك، فإن تاريخ العلوم يعلمنا أن كثيراً من النظريات العلمية الناجحة قد فشلت تماما فى تأكيد الصورة العلمية التى يطرحها أنصار الواقعية لتفسير سبب نجاح النظريات. ومن قبل كبلر بكثير، وبالتأكيد منذ أيامه، لم تكن النظريات العلمية باطلة وقابلة للتحسين فحسب، بل إنها إذا استرشدنا بالعلم الحالى كانت أحيانا باطلة جذريا فى مزاعمها حول وجود الأشياء وخواصها، حتى وإن كانت مقدرتها التنبؤية تتحسن باطراد. والمثال الكلاسيكى هنا هو نظرية الفلوجستون من القرن الثامن عشر والتى جسدت تحسينات تنبؤية هامة على نظريات احتراق سابقة، إلا أن كينونتها التفسيرية المحورية، الفلوجستون، قد غدا موضعا للسخرية فى أيامنا. ومازال هناك مثال آخر هو نظرية Fresnel عن الضوء كظاهرة موجية. فقد تمكنت تلك النظرية من زيادة مقدرتنا التنبؤية بشدة (ومقدرتنا التفسيرية) عن الضوء وخصائصه. إلا أن النظرية كانت تزعم أن الضوء ينتقل خلال وسط للانتشار هو الأثير. وكان لابد للمرء أن يتوقع طرح فكرة الأثير فى ضوء الصعوبات التى ذكرناها أعلاه حول مفهوم

الجاذبية. فالجاذبية قوة غامضة فقط لأنها فيما يبدو لا تتطلب أى مادة لتنتقل خلالها. وبدون وسط للانتشار كان الضوء سيصبح محل شك كظاهرة شأنه شأن الجاذبية بالنسبة للمادية الميكانيكية فى فيزياء القرن التاسع عشر. ولقد أوضحت الفيزياء اللاحقة أنه على الرغم من التحسينات التنبؤية الكبرى، إلا أن الطرح النظرى المحورى فى نظرية فرسنل، وهو الأثير، غير موجود. فهو ليس مطلوبا بواسطة التفسير الأكثر كفاية لسلوك الضوء. وقد ساهم طرح فكرة الأثير كمصادرة، ساهم فى "عدم واقعية" نظرية فرسنل. وهذا على الأقل ما يجب أن يكون عليه حكم النظرية العلمية المعاصرة. وإذا كان أساس حكمنا هو "الاستقراء المتشائم" للبطلان- وأحيانا البطلان الجذرى- إذا كان ذلك أساس حكمنا على النجاح التنبؤى للنظريات فى الماضى، فقد يكون موقفا غير آمن من جانبنا أن نفترض أن نظرياتنا التى تلقى التقدير الأكبر، أن نفترض أنها محصنة ضد المصير نفسه. وحيث إن العلم غير معصوم، فقد يتوقع المرء أن مثل هذه الحكايات قد تتضاعف حتى نتبين على المدى البعيد أنه كلما تقدم العلم فى قدرته التنبؤية وتطبيقاته التكنولوجية، فإن فروض نظرياته تتغير بشكل كبير فى واقعيتها نحو تقويض أى استدلال مباشر تفسر به الواقعية العلمية مزاعمها .

أكثر من ذلك، فإن الواقعية العلمية تصمت حول كيفية التوفيق ما بين المعرفة التى تدعى أننا نملكها حول الحقيقة التقريبية لنظرياتنا عن الكينونات التى لا يمكن ملاحظاتها، ومابين نظرية المعرفة عند التجريبيين التى تجعل المشاهدة لا غنى عنها من أجل المعرفة. بمعنى أن الواقعية العلمية جزء من مشكلة كيف تكون المعرفة العلمية ممكنة، وليست جزءا من الحل.

وهناك بديل للواقعية العلمية تتعاطف التجريبية معه كثيراً، ويجذب إليه بعض الفلاسفة والعلماء. ويحمل الاسم "الذرائعية" أو"الأداتية" (Instrumentalism). ويطلق هذا العنوان على وجهة النظر القائلة بأن النظريات العلمية صكوك مفيدة، وأجهزة إرشادية، وأدوات نوظفها لتنظيم خبرتنا، ولكنها ليست دعاوى حرفية حول ما إذا كان

الأمر صادقا أم كاذبا. وتعود فلسفة العلوم تلك على الأقل إلى فيلسوف القرن الثامن عشر البريطانى التجريبى بيركلى، كما أنها تنسب كذلك إلى الرموز القيادية فى محاكم التفتيش الذين سعوا إلى كيفية توفيق مزاعم هرطقة جاليليو حول حركة الأرض حول الشمس مع الكتاب المقدس والتعاليم البابوية،. ووفقا لبعض النسخ التاريخية، فإن رجال الكنيسة المتعلمين هؤلاء، أدركوا أن فرضية مركزية الشمس على الأقل لها نفس القدرة التنبؤية التى لنظريات بطليموس، والتى تبعا لها تتحرك الشمس والكواكب حول الأرض، وقد تقبلوها لأنها قد تكون أبسط فى استخدامها لحسابات المواقع الظاهرية للكواكب فى السماء الليلية. لكن الحركة المزعومة للأرض لم تكن قابلة للاكتشاف بالملاحظة – ونحن لا نشعر بأن الأرض هى التى تتحرك. وتتطلب نظرية جاليليو ألا نلتفت إلى دليل الملاحظة، أو أن نحاول إعادة تفسيره بتعمق. ولذا كان هؤلاء الضباط من محاكم التفتيش يدفعون جاليليو لتبنى أن نظريته المحسنة ليست صادقة حرفيًا، لكنها أكثر فائدة ومريحة وفعالة كأداة للتوقعات الفلكية أكثر من النظرية التقليدية. ولو كان جاليليو قد عالج نظريته بهذا الشكل، وظل صامتا حول ما إذا كان يعتقد أنها صادقة، لوعدوه بالإفلات من غضب محاكم تفتيش البابا. ومع أنه تراجع فى البداية، إلا أن جاليليو فى النهاية قد مال لتبنى وجهة نظر ذرائعية حول مركزية الشمس وأمضى بقية حياته تحت الاعتقال المنزلى، وقد اقترح فلاسفة ومؤرخو العلوم اللاحقون أن وجهة نظر الكنيسة كانت معقولة أكثر من وجهة نظر جاليليو. ومع أن بيركلى لم يتخذ أى جانب فى هذا الشأن، إلا أن حججه بدءامن طبيعة اللغة (مشار إليها سالفا) إلى عدم معقولية الواقعية (وكذلك التفسيرات الواقعية فى أجزاء من نظريات نيوتن)، قد جعل من الذرائعية شيئًا أكثر جاذبية. ذهب بيركلى إلى ما هو أبعد لكى يصر على أن وظيفة التنظير العلمى ليست هى التفسير بل ببساطة تنظيم خبراتنا فى حزم مريحة. وبناء على هذه النظرة ليست المصطلحات النظرية اختصارات لمصطلحات المشاهدة، بل إنها أشبه ما تكون بأجهزة تقوية الذاكرة، والملخصات، فهى رموز غير مفسرة ليس لها معنى تجريبى أو حرفى. حيث هدف العلم هو استمرارية تحسين الاعتماد

على أدواته، دون أن نعبأ بما إذا كانت الواقعية تتطابق مع هذه الأدوات عند تفسيرها حرفيًا.

ومما يستحق الذكر أن تاريخ العلوم الفيزيائية من نيوتن فصاعدا يمثل نمطا دائريا من التناوب بين الواقعية والأداتية بين العلماء أنفسهم. فواقعية القرن السابع عشر، وهى الفترة التى سادت فيها الآلية والجسيماتية والذرية، قد أعقبها فى القرن الثامن عشر صعود مناهج الأداتية فى العلم، وقد كان الافع إليها فى جانب منه متمثلا فى تلك الطريقة المريحة التى تعاملت بها الأداتية مع القوة الغامضة لجاذبية نيوتن. فمن خلال تعاملها مع نظريته للجاذبية كمجرد آلة نافعة لحساب حركة الأجسام، تسنى لها أن تتجاهل السؤال المتعلق بماهية الجاذبية فى واقع الأمر . وبحلول القرن التاسع عشر ومع التقدم فى الكيمياء الذرية والكهرباء والمغناطيسية عادت أفكار وطرح الكينونات التى لا يمكن مشاهدتها لتصبح مفضلة بين العلماء. إلا أنها أصبحت مرة أخرى غير ممثلة (لموضة العصر) فى أوائل القرن العشرين مع بداية صعود مشكلات تفسير الواقعية لميكانيكا الكوانتم كوصف حرفى صادق للعالم. وبمعايير فهم ميكانيكا الكوانتم، يبدو أن الإلكترونات والفوتونات تملك خواص غير متوافقة- كونها مثل الموجات ومثل الجسيمات فى الوقت نفسه- ولا يبدو أن لأى منها موضعا فيزيقيا إلى أن نلاحظها بأنفسنا. وهناك سببان وراء زيادة الإغراء فى معالجة ميكانيكا الكوانتم كأداة نافعة من أجل تنظيم خبرتنا فى معمل الفيزياء الذرية، وليس كمجموعة من المزاعم الصادقة حول العالم بعيدًا عن مشاهدتنا لهذا العالم.

كيف تستجيب الأداتية (الذرائعية) لمزاعم الواقعيين بأن الواقعية فقط هى القادرة على تفسير النجاح الآلى فى العلم؟ يستجيب الأداتى بما يتسق تماما مع الحجة الآتية : - أى تفسير لنجاح العلم يرده إلى مزاعمه النظرية، أى تفسير كهذا، إما أن يسبب تقدم مقدراتنا التنبؤية بالنسبة للخبرة، أو لا يفعل ذلك. فإذا لم يفعل فإننا قد نهمله ويصبح السؤال الذى يستهدف الإجابة عنه يصبح سؤالا بلا معنى

علمى، أى بلا معنى تجريبى. أما إذا كانت مثل هذه التفسيرات سوف تحفز من جهة أخرى، الاستفادة من أدواتنا العلمية فى تنظيم الخبرة والتنبؤ بها، فإن الأداتية تستطيع تقبل التفسير كتأكيد لمعالجتها للنظريات كأدوات بدلاً من وصف الطبيعة.

هناك موقع وسط بين الأداتية والواقعية يستحق أن نستكشفه بإيجاز. وهو أشبه ما يكون محاولة للاستيلاء على كعكة شخص ما وأكلها أيضا: نحن نتفق مع العلماء فى أن النظريات العلمية ترمى لصياغة مزاعم حول العالم وبالذات حول الآليات الكامنة التى لا يمكن مشاهدتها والتى تفسر المشاهدات، ويمكننا أن نتفق مع الأداتيين فى أن معرفة مثل هذه المزاعم مستحيلة. لكننا قد نقول بأن هدف العلم لابد أن يكون، أو أنه بالفعل لا شىء سوى تنظيم الخبرة. لذا، يمكن أن نكون لا أدريين حول ما إذا كانت النظريات العلمية حقيقية تماما، أو حقيقية تقريبا، أو كاذبة، أو تخيلات مريحة أو أيا ما كانت. وطالما مكنتنا من التحكم فى الظواهر والتنبؤ بها، فإننا نستطيع، بل لابد أن نتقبلها، ولكن دون أن نؤمن بها (أى أن نتخذ موقفا فيما يتعلق بحقيقتها). ولابد أن يكون العلم ببساطة راضيا بالتنبؤ، وبزيادة الدقة، وبالمدى دائم الإتساع، وبخبرتنا. وباختصار، لابد أن يستهدف العلماء ما ينصح به الأداتيون دون أن يتبنوا منطق الأداتيين فى عمل ذلك. إن العلم ليس أداة. ولكن الوضع الذى هو عليه يجعلنا لا نستطيع أن نقول إنه أكثر من أداة . وبالنسبة لكل الأغراض، يكفى أن تكون النظرية العلمية "تجريبيا كافية". ولنتذكر كلمات الفلاسفة الطبيعيين من القرن السابع عشر، حول هذه النظرة، كل ما نطلبه من العلم هو أنه يجب أن "يصون الظواهر".

أطلق على المزج مابين التفسير الواقعى لمزاعم النظرية العلمية ومابين الإبستمولوجيا الأداتية (الذرائعية)، أطلق على هذا المزج "التجريبية البنائية" (Constructive empiricism)، بواسطة من طورها، وهو باس فان فراسين. (Bas van Fraseen). والقليلون من الفلاسفة وأقل منهم من العلماء هم الذين سوف يعتبرون التجريبية البنائية قادرة على إقامة اتزان دائم فى فلسفة العلوم. فبرغم كل شىء، إذا كان العلم :

إما أنه (تقريبى بشكل متزايد) – حقيقى، وإما أنه مطرد الكذب فى تمثيله للعالم، لكننا لن نتمكن من أن نقول بأيهما أبداً، إذن سوف يسقط تناول العلم كوصف للواقع منبثق من الأمور الذهنية. وإذا لم نستطع الاختيار مابين هذين البديلين الجامعين المانعين، فإن أى بديل آخر يقوم بذلك هو على الأرجح غير مرتبط بالموضوع . ومن جهة أخرى، إذا كان لابد أن نحجب إلى الأبد حكمنا على حقيقية مجموعة الفرضيات الأقوى تنبؤيا والأنجح تكنولوجيا التى يمكن أن نصوغها، فإن السؤال الإبستمولوجى عن إمكانية أن نمتلك معرفة علمية سوف يصبح عديم الجدوى بالنسبة للعلم مثل السؤال الشكى عما إذا كنت أحلم الآن أم لا.

إن الواقعية والأداتية (الذرائعية) كلتاهما تعالجان مشكلة الكينونات النظرية والمصطلحات التى تطلق عليها على أساس افتراضين مشتركين بينهما: فهى قد تم التنبؤ بها بافتراض أننا نستطيع أن نميز مابين المصطلحات التى صيغت بها القوانين العلمية والنظريات على نحو يمكن ملاحظته عن تلك التى صيغت على نحو لا يمكن ملاحظته أى المصطلحات النظرية، كما يتفق الاثنان على أن معرفتنا بسلوك الأشياء وصفاتها التى يمكن ملاحظتها هى التى تختبر وتؤكد أو تنفى نظرياتنا. وبالنسبة للاثنين فإن الكلمة الأخيرة فى مجال المعرفة هى للملاحظة. ومع ذلك، وكما سنرى فيما بعد، كيف تختبر الملاحظة أى جزء من العلم، نظريا أم غير ذلك، ليس أمراً يسهل فهمه.

٤ – ٤ النظريات والنماذج:

من الواضح أن عملية رد الحقائق إلى البدهيات (axiomatization) ليست هى الطريقة التى يقدم بها العلماء نظرياتهم فى الواقع. وهى لا تتظاهر بذلك، بل إنها تسعى إلى إعادة البناء العقلى للطبيعة المثالية أو الأساسية للنظرية العلمية التى تفسر كيف تقوم بوظيفتها. لكن النموذج البدهى يواجه مشكلتين مباشرتين مرتبطتين. الأولى

هى أن مفهوم النموذج لا يظهر فى أى مكان فى التصور البدهى. ومع ذلك فإنه ما من شىء يميز العلم النظرى أكثر من الاعتماد على دور النموذج. خذ نموذج الكواكب بالنسبة للذرة، ونموذج كرة البلياردو للغاز، ونماذج مندل بالنسبة للوراثة الجينية، والنموذج الكينزى للاقتصاد كبير الحجم. وفى الواقع، فقد أزاح مصطلح "نموذج" كلمة "نظرية" فى كثير من السياقات فى التحقيق العلمى. ومن الواضح جدا أن استخدام هذا المصطلح يقترح عادة نوعا من طابع اللا حسم الذى يضفيه تعبير: " مجرد نظرية" على السياقات غير العلمية. ولكن فى بعض مجالات العلوم يبدو أن لا شىء هناك سوى النماذج، إما أن النماذج تكوّن النظرية أو أنه لا يوجد أى شىء مستقل يمكن تسميته نظرية بالفعل. وهذه سمة من سمات العلم لابد للمنهج البدهى أن يفسرها أو يستبعدها.

أما المشكلة الثانية بالنسبة للمنهج البدهى فهى الفكرة التى تقول بأن النظرية مجموعة من العبارات التى ينتظمها نسق معين فى شكل لغة رياضية. إن الادعاء بأن النظرية نسق بدهى يمثل مشكلة مباشرة، ويرجع هذا فى جانب منه إلى أن هناك كما ذكرنا سابقًا، طرقا عديدة ومختلفة لانتظام الحقائق فى نسق معين مكون من مجموعة العبارات نفسها. وأكثر من ذلك، فإن رد الحقائق إلى البدهيات هو فى الأساس أمر لغوى: فهو يقال بلغة محددة باستخدام ألفاظ محددة، ومصطلحات غير معرَّفة، وبناء للجمل بشكل محدد أو قواعد محددة للنحو. ولتسأل نفسك الآن، هل أقيم نسق الهندسة الإقليدية بصورة صحيحة باللغة اليونانية وأبجديتها، أم بالألمانية بحروفها الغوطية وأفعالها التى توضع فى نهايات الجمل وأسمائها المصرّفة، أم بالإنجليزية؟ والإجابة هى أن الهندسة الإقليدية نسق يقام بأية لغة على حد سواء، ويرجع هذا فى جانب منه إلى أنها ليست مجموعة من العبارات فى لغة ما، ولكنها مجموعة من القضايا التى يمكن التعبير عنها فى عدد غير محدود من الأنساق المختلفة فى عدد غير محدود من اللغات المختلفة على حد سواء. والخلط ما بين النظرية ومابين النسق

البدهى الذى يعبر عنها يشبه الخلط بين العدد(٢) كمفهوم مجرد وبين العلامات المادية التى تشير إليه مثل: "Dos" و "١١" و "Zwie" و"$10_{(bas2)}$ والتى نستخدمها لكى نسميه بها، كذلك فإن الخلط مابين النظرية ومابين النسق البدهى الذى يعبر عنها يشبه الخلط بين القضية(مرة أخرى القضية كموجود مجرد) الخلط بينها وبين عبارة معينة تعبر عنها فى لغة ما فعبارة. "Es regent" بالألمانية لا تعنى إلا القضية ذاتها التى تشير إليها عبارة "Il pleut" بالفرنسية أو عبارة "It's raining"، بالإنجليزية، كذلك فإن عبارة "It's raining" ليست أصوب من غيرها للتعبير عن القضية، فهذه العلامات الثلاث المكتوبة جميعها تعبر عن القضية ذاتها المتعلقة بالطقس، أما القضية نفسها فهى ليست فى أية لغة. وبالمثل، قد لا نرغب فى تعريف نظرية ما عن طريق ردها إلى البدهيات فى لغة معينة، ولا حتى فى لغة مكتملة، قوية رياضيا، وواضحة منطقيًا. وإذا لم نرغب فى فعل ذلك، فإن التصور البدهى سوف يكون على الأقل مواجهها صعوبة ما.

ما هو البديل؟ دعونا نبدأ بنماذج لظواهر طورها العلماء فعلاً، مثلاً، نموذج مندل للجينات. وجينات مندل هى أى جين يصنف مستقلاً ويعزل منفصلاً عن آليته أثناء الانقسام المنصف. لاحظ أن هذه العبارة صادقة بالتعريف. لأنها هى ما نعنيه عندما نتكلم عن : "جين مندل". وبالمثل يمكن أن نعبر عن نموذج النظام النيوتونى: والنظام النيوتونى هو أية مجموعة من الأجسام تسلك مسلكها وفقا للمعادلتين الآتيتين:

قانون التربيع العكسى للجاذبية $F= G m_1m_2/d_2$

قانون الأجسام الساقطة بحرية $F= ma$

وكذلك وفقا لقوانين الحركة فى خط مستقيم، وقانون أن لكل فعل رد فعل مساويا له ومضادا فى الاتجاه (الحفاظ على الطاقة). ومرة أخرى، فإن هذه السمات الأربع تعرف النظام النيوتونى . والآن فلننظر إلى أنظمة الأشياء التى تتحقق فيها هذه

التعريفات فى العالم. حسنًا، بافتراض أن الكواكب والشمس نظام نيوتونى، فإننا نستطيع حساب مواقع كل الكواكب بدقة عالية إلى أى مدى فى المستقبل أو فى الماضى الذى نرغب فيه. وعلى ذلك فإن المجموعة الشمسية تحقق تعريف:" النظام النيوتونى". وبالمثل يمكننا حساب الكسوف للشمس والخسوف للقمر بناء على الافتراض نفسه بالنسبة للشمس والأرض والقمر. وبالطبع نستطيع عمل ذلك لمجموعات أكثر من الأشياء – قذائف المدفعية، والأرض، والمستويات المائلة والكرات، والبندول. وفى الحقيقة أننا إذا افترضنا أن جزيئات الغاز تحقق تعريفنا للنظام النيوتونى، فسوف نتمكن حينئذ من التنبؤ بخواصها هى الأخرى.

ليس التعريف الذى قدمناه أعلاه لمنظومة نيوتن هو الوحيد الذى نستطيع تقديمه. وربما كان هناك تعريف آخر، وسوف يكون ذلك التعريف البديل مفضلا إذا كان فى إمكانه أن يتجنب بعض المشكلات التى تجعل النسخة الموجودة فى الكتب الدراسية لنظرية نيوتن تجعلها نوعا من التعذيب، وبالأخص تطرقها فى قانون التربيع العكسى إلى القوى التى يمكن أن تنتقل بسرعة لا نهائية خلال الفراغ التام، والتى لا يمكن لأى شىء الاحتماء منها، أى الجاذبية. وقد قام الفيزيائى المبدع الحاصل على جائزة نوبل ريتشارد فينمان بتطوير صيغة بديلة لنظرية نيوتن، وفيها يحل محل قانون التربيع العكسى معادلة تعطى قوة الجاذبية عند نقطة فى الفضاء كدالة من متوسط قوى الجاذبية عند نقاط أخرى تحيط بتلك النقطة Φ = المتوسط Φ G m/2a حيث Φ – جهد الجاذبية أو القوة عند أى نقطة معينة، و a هو نصف قطر الكرة المحيطة والتى تتواجد على سطحها متوسط قوة الجاذبية، المتوسط Φ الذى نحسبه، و G الثابت نفسه الذى يظهر فى المعادلة السابقة و m كتلة الأجسام عند النقطة التى تمارس عليها الجاذبية. وقد لاحظ فينمان أن أى شخص سوف يفضل هذه المعادلة عن المعادلة المعتادة لأن $F= G m_1m_2/d^2$ تقترح أن قوة الجاذبية تعمل على مسافات كبيرة آنيا، بينما تقدم المعادلة الأقل شهرة قيما لقوة الجاذبية عند نقطة ما بمدلول قيم الجاذبية عند نقاط

أخرى والتى تكون على مسافة يتم اختيارها. ولكن كلا من التعريفين سوف يكون قابلا للإعمال لتحديد النظام النيوتونى للجاذبية.

والسبب الذى من أجله نطلق على هذه التعريفات نماذج، هو أنها "تناسب" بعض العمليات الطبيعية بطريقة أدق من غيرها، وأنها غالبا ما تعيد النظر فى تلك التبسيطات التى تهمل المتغيرات السببية التى نعرف أنها موجودة، ولكنها صغيرة إذا ما قورنت بتلك التى تذكرها النماذج، و حتى إذا كنا نعرف أن أشياء فى العالم لا تناسبها بالمرة، فربما مازال لها فائدة رغم ذلك فى حساب الأجهزة، أو فى المجال التعليمى من حيث كونها طرقا لعرض موضوع ما. وهكذا فإن نموذج نيوتن للمجموعة الشمسية هو تبسيط متعمد يهمل من بين ما يهمله، الاحتكاك، والأجسام الصغيرة مثل المذنبات، والأقمار، والكويكبات، والمجالات الكهربية. وفى الواقع فإننا نعرف أن قابلية النموذج للإنطباق الدقيق تناقضها البيانات الفلكية بالنسبة لمدار عطارد مثلاً. ونعرف أن المتغير السببى للنموذج غير موجود (لا يوجد شىء يتطابق مع جاذبية نيوتن التى تؤثر عن بعد، إذ إن الفضاء محدب). ومع ذلك، فهو مازال نموذجا جيداً كمقدمة لتقديم الميكانيكا إلى طلاب الفيزياء، وفى إرسال الأقمار الصناعية إلى الكواكب القريبة. وأكثر من ذلك، فإن التقدم فى الميكانيكا من جاليليو وكبلر إلى نيوتن وأينشتاين ما هو إلا تتابع للنماذج، كل منها ينطبق على مدى أوسع من الظواهر، ويتنبأ بشكل أكثر دقة بسلوكها .

والنموذج صادق بالتعريف . فالغاز المثالى بالتعريف هو ما يسلك وفقا لقانون الغازات المثالية. والتساؤل التجريبى أو الواقعى حول نموذج ما هو: هل سينطبق على أى شىء بالقدر الذى يكفى لجعله مجديا من الناحية العلمية- فى تفسير سلوكه أو التنبؤ به. وهكذا، سيكون من الفرضيات أن نموذج نيوتن ينطبق بشكل جيد بالقدر الذى يكفى، أو أنه يتحقق بشكل جيد بالقدر الذى يكفى - فى المجموعة الشمسية. فإذا ما حددنا :"الشكل الجيد بالقدر الذى يكفى"، أو" التحقق الجيد بالقدر الذى يكفى "،

فإن تلك الفرضية تتحول عادة لكى تصبح حقيقة. أما ذلك الزعم المتعجل بأن المجموعة الشمسية نظام نيوتونى فهو، كما نعرف، بشكل قاطع زعم غير صحيح لكنه أقرب كثيراً إلى الحقيقة عن أية فرضية أخرى حول المجموعة الشمسية ماعدا الفرضية التى تقول بأن النظام الشمسى يحقق النموذج الذى وضعه آينشتاين فى نظرية النسبية العامة. إذن ماهى النظرية؟ النظرية مجموعة من الفرضيات تزعم أن مجموعة معينة من الأشياء فى العالم تتحقق بدرجات مختلفة بواسطة مجموعة من النماذج التى تعكس قدرا ما من التماثل أو التوحد. وهو ما ينشئ منها عادة مجموعة من النماذج التى تزداد تعقيداً بتعاقبها. فمثلاً، نظرية الحركة للغازات مجموعة من النماذج التى تبدأ بالقانون العام للغازات المثالية الذى رأيناه من قبل، $PV= rT$. ويعالج هذا النموذج الجزيئات على أنها كرات بلياردو بدون قوى بين الجزيئات، ويفترض أنها نقاط رياضية ... وتتضمن النظرية تحسينا لاحقا يعود إلى فان در فالز، $(P + a/V^2) (V-b) = rT$ وفيه تمثل a القوى بين الجزيئات، و b تعكس حجم الجزيئات الذى تشغله، وكلاهما قد أهمل فى القانون العام للغازات المثالية. وهناك كذلك نماذج أخرى، نموذج كاوزيوس، ثم النماذج التى تأخذ الكوانتم أيضا فى اعتبارها.

إن أنصار هذه المقاربة فى تناول النظريات والذى تبعا لها تكون النظريات مجموعات من النماذج، أى مجموعات من التعريفات الشكلية، مع مجموعة من المزاعم حول الأشياء التى تحقق هذه التعريفات فى العالم، يطلقون على تناولهم هذا التناول السيمانطيقى أو (الدلالى) (semantic) للنظريات العلمية، فى مقابل التناول الأكسيوماتيكى أو (البدهى) (axiomatic) والذى يطلقون عليه كذلك التناول النحوى " أو البنائى (Syntactic) لسببين مترابطين : (أ) لأنه يتطلب استنباطا للتعميمات التجريبية من البدهيات وفقا لقواعد المنطق، والتى هى ذاتها قواعد النحو فى اللغة التى تصاغ بها النظرية، (ب) مجال عمل الاستنباطات التى تتيحها قواعد المنطق هو خصائص شكلية خالصة تتمثل فى بناء الجملة المكونة من البدهيات وليس مجال عملها هو

المصطلحات. لاحظ أنه على الرغم من أن النماذج سيتم تعريفها بمصطلحات لغوية من وجهة نظر دلالية – إلا أن التعريفات والفرضيات والنظريات لن تكون بمصطلحات لغوية. إنها سوف تكون قضايا (تجريدية) من الممكن التعبير عنها بأى لغة، بناء على أن العالم أو جزءا منه يحقق بدرجة أو بأخرى نموذجًا واحداً أو أكثر، معبرا عنه بأية لغة ملائمة على حد سواء .

لكن ذلك بالتأكيد ليس هو الميزة الرئيسية لوجهة النظر الدلالية، مقارنة بوجهة النظر النحوية. لأنه على الرغم من كل شيء، فإن التناول البدهى قد يفهم بشكل أفضل على أنه ادعاء بأن النظرية هى مجموعة من الأنساق البدهية فى أية لغة تعبرعن جميع القضايا ذاتها كبدهيات أو نظريات، أو أنها هى كل ما ينحو نحو سائر تلك الأنساق البدهية التى توازن بين البساطة والاقتصاد فى التعبير مع قدرة على تقرير القضايا. فإذا كانت السمة المتمثلة فى كون تلك النظريات لغوية أو غير لغوية، إذا كانت تلك السمة تمثل مشكلة، فإنها أقرب ما تكون إلى مشكلة فنية بالنسبة للفلاسفة، وينبغى ألا يكون لها إلا أثر ضئيل على فهمنا للنظريات العلمية. ولابد – من ثم – أن تكون الميزة التى يتمتع بها المنهج الدلالى فى مواجهة المنهج البنائى فى النظريات لا بد أن تكون هذه الميزة كامنة فى موضع آخر.

وإحدى ميزات المنهج الدلالى بطبيعة الحال هى أنه يركز اهتمامه على دور وأهمية النماذج فى العلم على نحو لا يقوم به المنهج البدهى. وبوجه خاص فإن من الصعب على المنهج البدهى أن يتواءم مع صياغة تلك النماذج التى نعرف ابتداء أنها باطلة لكنها مفيدة فى تقديم الصور المثلى. وهى لن تتمكن ببساطة من تفسير PV= rT ليس كتعريف للغاز المثالى، ولكن كتعميم تجريبى حول موجودات حقيقية نستنبطه من بدهيات نظرية الحركة للغازات، إذا كنا نعلم سلفا أن المقولة باطلة ولا يمكن أن تكون صادقة. إننا لا نرغب فى أن نكون قادرين على هذا الاستنباط المباشر من النسق

البدهى الذى أقمناه. لأن مثل هذا الاستنباط يتضمن معطاة باطلة أو أكثر. أما ما قد نرغب فيه فهو أن نجد مكانا للنماذج فى المنهج البدهى.

ثمة ميزة ترتبط بالمنهج الدلالى وتنسب إليه عادة. ففى بعض مجالات العلوم، ينسب إليها أحيانا أن القوانين المتعلقة بها لا ينتظمها نسق متاح للحقائق متاح، أو أن ذلك النسق يفتقر إلى مما يترتب عليه تجمد تطور الأفكار التى مازالت فى مرحلة الصياغة . ومن ثم فإن الاقتراح الذى مؤداه أن التفكير فى ميدان معين يمكن، بل وينبغى أن يعاد بناؤه على شكل نسق عقلى . مثل هذا الاقتراح سوف يكون معيبا فى أكثر من جانب، إن نظرية التطور مثال على هذا، فهى ما زالت مائعة إلى الحد الذى يحول دون صياغة محتواها على هيئة قوانين. فإذا ما حاولنا وضع نظرية الانتقاء الطبيعى على هيئة نسق بدهى، فإن النتيجة سوف تكون غالبا مرفوضة من جانب أنصار التطور فى البيولوجيا، وذلك لفشلها فى أن تعكس ذلك الغنى الذى تتسم به نظرية داروين، و كذلك امتداداتها المتأخرة. وسوف نتناول هذه الأمور بالتفصيل فى القسم القادم.

وفى الوقت ذاته، هل يمكن لعلوم محددة أو لفروع منها، أن تبقى غير عابئة بوجود نظريات أساسية حاكمة تتحرك تجاهها تلك النماذج المتعلقة بميادينها ؟ لابد أن تفعل العلوم ذلك، إذا لم يكن هناك ببساطة فى الميدان الذى تنتمى إليه مجموعة من القوانين العامة ذات المستوى الأعلى تفسر الاطرادات فى المستوى الأدنى واستثناءاتها. ولنتذكر أحد جوانب الجاذبية الميتافيزيقية للمنهج البدهى: وهو التزامه بإقامة الأنساق كتصور للكيفية التى تقوم بها نظرية ما بالتفسير، وذلك من خلال إيضاح الآليات التحتية الحاكمة. خذ المقولة الميتافيزيقية بأن قاع العالم بسيط فى التركيب والعمل، وأن كل ما فى العالم من الأشياء المتنوعة والمركبة هى نتاج لما فى قاع الأشياء من البساطة. إن تلك المقولة ترى أن هناك نظرية حقيقية حول طبقات القوانين السببية، حيث تستند كل طبقة منها إلى طبقة أكثر منها أساسية وذات عدد أقل من

القوانين المتعلقة بسلسلة أصغر من الأشياء الأبسط التى تتضمن القوانين الأقل الأساسية. إنها خطوة قصيرة نحو نتيجة مفادها أنه لابد من وجود نسق واحد متفرد وصحيح لهذه النظرية يعكس بنية الواقع. إن الوضعيين المناطقة الذين كانوا أول من قدم التفسير البدهى ما كانوا ليعبروا عن مثل هذه الوجهة من النظر نظراً لرغبتهم فى تجنب الجدل الميتافيزيقى الخلافى. أما الفلاسفة الأقل بغضا للميتافيزيقا فسوف يجدون بالتأكيد فى هذه الوجهة من النظر دافعا لتبنى النموذج البنائى للنظريات. وفى المقابل، فإن الفلاسفة الذين يرفضون الصورة الميتافيزيقية لديهم سبب مواز لتبنى المنهج السيمانطيقى (الدلالى) للنظريات. لأن هذا المنهج لا يلتزم بأى نوع من البساطة الحاكمة ولا يلتزم كذلك برد النظريات الأقل أساسية (أى مجموعة النماذج الأقل أساسية) إلى نظريات أكثر أساسية (أى مجموعة من النماذج الأكثر أساسية). فإذا لم تكن الطبيعة بسيطة بشكل محض، فإن بنية العلم ستعكس هذه الحقيقة فى تعدد مجموعات النماذج، وندرة الأنساق البدهية. وسوف يؤدى هذا إلى تشجيع وجهة النظر الأداتية حول خصائص النظريات، ومزاعمها عن الواقع.

لاحظ أن الأداتيين يمكنهم أن يرفضوا حتى أن يكونوا فريقا من الفرقاء فى هذا الجدل حول ما إذا كانت النظريات تصف الواقع. لأن الأداتى يجب أن يكون غير مبال بالسؤال المتعلق بما إذا كان هناك مجموعات من القوانين التى تشرح لماذا تعمل النماذج. وفى الواقع، وطالما كانت الأداتية موضوعنا، فإن النماذج لابد أن تحل محل النظرية تماما على مدى تقدم العلم. إذ من ذا الذى يحتاج إلى نظرية لا تزوده بكفاءة تجريبية أكثر من تلك النماذج التى تفسر نجاحها؟ ولهذا السبب فإنه يفترض أحيانا أن وجهة النظر السيمانطيقية (الدلالية) عن النظريات سهلة الانقياد نحو الفلسفة الأداتية للعلم أكثر من المناهج البنائية أو البدهية.

وفى المقابل، وبالنسبة للواقعى، فإن النجاح وزيادة الدقة كليهما يتطلبان تفسيرا، وبوجه خاص النماذج المتعاقبة فى المناهج الفرعية، وبطبيعة الحال فإن البعض قد

يقولون بأنه من الممكن لمجموعة من النماذج، فى البيولوجيا التطورية مثلاً، من الممكن أن تزودنا بمقدرة تنبؤية معتبرة وعلى قدر متزايد من الدقة والإحكام فى الواقع، حتى وإن كانت النظرية العامة الوحيدة فى البيولوجيا ينبغى أن يُلتمس وجودها على مستوى البيولوجيا الجزيئية. فمثلاً قد يتضح أن النماذج البيولوجية التى نصوغها للكائنات تعمل وفقا لمعارفنا الخاصة وطبقا لحدود حساباتنا ومصالحنا العملية، لكن تلك النماذج لا تعكس فى واقع الأمر القوانين الحقيقية لأنظمة الكائنات وأعدادها . قد يكون ذلك هو التفسيرالذى يطرحه الواقعى لغياب القوانين على مستويات معينة من التنظيم حيث توجد نماذج ذات فاعلية . إلا أن الواقعى لا يمكن أن يتبنى مثل هذه الحيلة لتفسير غياب القوانين التى قد تفسر نجاح النماذج فى الفيزياء أو الكيمياء.

وعلاوة على ذلك، سيقول الواقعى بأن المنهج السيمانطيقى (الدلالى) يشترك مع المنهج البدهى فى الالتزام بوجود نظريات متميزة ومختلفة عن النماذج التى تركز عليها. لأن المنهج السيمانطيقى ينبئنا أن النظرية هى الادعاء الموضوعى بأن مجموعة من النماذج التى تتشارك فى بعض السمات تتحقق بواسطة أشياء فى العالم. والنظرية هى مجموعة من تعريفات تكون نماذج، بالإضافة إلى الزعم بأن هناك أشياء تحقق وتجسد أمثلةً لهذه التعريفات بطريقة جيدة بما يكفى ليمكننا من التنبؤ بسلوكها (سواء كان من الممكن مشاهدتها أو من غير الممكن) بدرجة معينة من الدقة. إن تطبيق نموذج ما على عملية واقعية هو التزام واقعى بصدق هذا الادعاء الموضوعى. لكن مثل هذا الادعاء هو أكثر من مجرد جهاز أو أداة مفيدة تمكننا من تنظيم خبراتنا. وبناء عليه، وكما فى التفسير البدهى، فإن المنهج الدلالى ملتزم بصدق المزاعم العامة فى العلم. إن وجهة النظر الدلالية فى النظريات لها الالتزامات الفكرية نفسها فى تفسير لماذا تكون النظريات صادقة أو صادقة بشكل تقريبى أو على الأقل تقترب شيئا فشيئا من الحقيقة التى يجىء بها التفسير البدهى.

وعلاوة على ذلك، فإن وجهة النظر الدلالية عن النظريات تواجه المشكلات نفسها التى وقفنا عندها ونحن نتناول التفسير البدهى فى نهاية القسم الأخير. حيث إن الكثير من النماذج فى العلم ما هى إلا تعريفات لأنساق نظرية غير مُشاهدة، مثل نموذج بوهر للذرة كمثال منذ قرن من الزمان، إن وجهة النظر الدلالية عن النظريات تواجه المشكلات نفسها حول التوفيق ما بين التجريبية وما بين المصطلحات النظرية التى لايمكن الاستغناء عنها، أو ذلك الالتزام المماثل بالموجودات النظرية كما يفعل التفسير البدهى، إن تطبيق نموذج ما على العالم يتطلب أن نربطه بما يمكن مشاهدته أو ما نستطيع خَبْره، حتى لو كان ما يشاهد هو صورة نفسرها على أنها تمثل صداما تحت ذرى، أو زوجا من النجوم فى ثنائى، أو تكاثرا شبه تكرارى لجزىء دنا .DNA وسواء كانت النظرية (أو النموذج) تفسر البيانات على النحو الذى يقول به الواقعى، أو أنها فقط تنظمها على نحو ما يقول الذرائعى، فإن النظرية لا تستطيع القيام بأيهما ما لم تلجأ إلى مزاعم ما حول عالم الأشياء التى لا يمكن مشاهدتها، وكذلك حول الأحداث والعمليات والخصائص التى لا يمكن مشاهدتها هى الأخرى، وهو ما يمثل وضعا ملغزا لنظرية المعرفة عند التجريبى. لكن الحكم المعرفى النهائى على العلم هو المشاهدة. ومع ذلك، وكما سنرى فيما بعد، فليس أمرا سهلا أن نفهم كيف يمكن للمشاهدة أن تختبر أى جزء فى العلم، سواء كان نظريا أم لا.

٤ – ٥ حالة للدراسة: نظرية الانتقاء الطبيعي:

استشهدنا أكثر من مرة فى الفصلين الأول والثالث بنظرية داروين عن الانتقاء الطبيعى لما لها من مضامين فلسفية. ولهذا السبب، ولأنها نظرية من خارج الفيزياء، فإن استخدامها لتصوير واختبار المزاعم حول النظريات الواردة فى هذا الفصل سوف يكون مضيئا للموضوع. وعلاوة على ذلك فإن النظرية تثير بعض المشكلات الفلسفية

التى سيتعرض لها الفصل الخامس بطريقة أكثر عمومية، وهى مشكلات القابلية للاختبار والتأكيد.

وعندما كتب داروين "عن أصل الأنواع" لم يضع نظرية الانتقاء الطبيعى كمجموعة من الافتراضات حول آلية حاكمة، يمكن أن نشتق منها بواسطة الاستنباط مجموعة واسعة متنوعة من التعميمات حول الظواهر القابلة للمشاهدة. وحتى يومنا الحالى، مازال البيولوجيون ومؤرخو العلوم وفلاسفة العلم يتجادلون حول بنية نظريته بالضبط. كان بعض البيولوجيين وفلاسفة العلم معارضين لاستخلاص مجموعة واحدة من القوانين عن الانتقاء الطبيعى من هذا العمل، أو من المنهج الفرعى الذى نتج عنه وهو البيولوجيا التطورية. لكن الفلاسفة والبيولوجيين ليسوا معارضين لشرح وتبسيط النظرية من خلال تقديم سلسلة من الأمثلة التى تبين كيف تعمل. فمثل هذه الأمثلة طريقة فعالة لتقديم النظرية. خذ التفسير الداروينى الذى يتناول لماذا كان للزراف الذى يعيش حاليا رقاب طويلة: مثل كل الصفات الموروثة، هناك دائما تفاوت فى طول رقبة الزراف. ففى وقت ما فى الماضى البعيد، ونتيجة للمصادفة الخالصة ظهرت تنويعة الرقبة الطويلة طولا خاصا فى أعداد صغيرة من الزراف (هناك دائما طفرة أو إعادة اتحاد جينى مستقل وغير مرتبط بالتغيرات فى الوسط المحيط). كانت الأعداد القليلة طويلة الرقبة من الزراف أفضل فى الحصول على الغذاء من قصار الرقبة، وأفضل من الثدييات الأخرى التى تنافس الزراف على مصادر الغذاء، وهكذا استطاعت البقاء أطول وأصبح لها أعداد أكبر من النسل طويل الرقبة. وحيث إن المجموع الكلى للزراف الذى يستطيع الوسط المحيط إعالته عدد محدود، فقد زادت نسبة الزراف طويل الرقبة فى هذا المجموع، لأنها طردت خارج المنافسة الزراف قصير الرقبة نظراً لمحدودية المصادر (أوراق الشجر العالى التى لا يصل إليها سوى الزراف طويل الرقبة فقط). والنتيجة فى النهاية أصبح الزراف طويل الرقبة يمثل التعداد الكلى للزراف.

إن كثيرا من البيولوجيين والداروينيين الآخرين لا ينفرون من استخلاص نظرية عامة من مثل هذه الأمثلة، حول كيفية نشأة التعقيد البيولوجي والتنوع والجانب الأكبر من التكيف، التي أصبح لها من العمومية والكلية ما يميز نظريات مثل نظرية نيوتن وغيرها من تلك التي نعرفها في العلوم الفيزيائية. وتتخذ إحدى الصياغات المقبولة على نطاق واسع للنظرية شكلا شديد العمومية يتمثل فيما يأتي : حيثما وأينما وجدت سلالات متكاثرة أفرادها لهم تنويعات قابلة للتوريث تتعلق بالقدرة على التكيف، فسوف تكون هناك سلالة لها تعديلات تكيفية. فإذا كان أعضاء هذه السلالات يتكاثرون بأعداد كبيرة كافية، إذن فعندما تكون هناك ظروف محيطة شديدة التباين، سوف تنشأ تنويعات مختلفة بين أعضاء السلالات المتكاثرة. وإذا ظلت الظروف المحيطة مستقرة بما يكفي، سيزداد التكيف من جيل إلى جيل، وكذلك يزداد التعقيد اللاحق. إن الانتقاء الطبيعي هو دور الظروف المحيطة. ويعتبر "الانتقاء الطبيعي" استعارة مضللة يطلق على فعل الظروف المحلية لإزالة الأقل تكيفا من أعضاء السلالات المتنافسة مع بعضها البعض ومع أعضاء السلالات الأخرى. ومن وجهة نظر داروين، لا تخلق الظروف المحيطة التكيف، ولا هي حتى تشكله: وهو يشبه على الأغلب مرشحا سالبا لا يعتمد كلية على التنويعات وليس على الإطلاق أداة انتقاء نشطة لتنويعات جديدة تم الاختيار من بينها.

ولكي نبرز وجه العمومية في النظرية، لا يمكننا التعبير عنها على أنها متعلقة بالزراف، أو الثدييات، أو الحيوانات، أو حتى الكائنات. ونحتاج للتعبير عنها إلى ادعاء حول توالد أفراد جدد في سلسلة معينة من التوالد، وإذا قلنا ذلك على هذا النحو، فقد لا يتم التعرف مباشرة على النظرية كادعاء حول تطور حياة النبات والحيوان على الأرض. وذلك لأنها باعتبارها ادعاء عاما متعلقا بآلية التطور التي قد توجد في أي مكان وفي أي زمان (شيء ما تحتاجه لتصبح قانونا علميًا)، فإنها لا يمكن أن تتناول أمورًا نوعية تخص الأرض فقط. وما هو أكثر من ذلك أن الخط البياني للتكاثر على

الأرض يتضمن ما هو أكثر كثيراً من الحيوانات والنباتات التى نعرفها فهى ستتضمن الجينات والجينومات (مجموعات من الجينات على الكروموزم نفسه مثلاً)، والكائنات وحيدة الخلية اللاجينية، والعائلات، والمجموعات، وتعداد السكان، جنبا إلى جنب مع أفراد الحيوانات والنباتات. وتتكاثر جميع هذه الأشياء، وتظهر سمات متوارثة وتنويعات فيما بينها، وهكذا ستساهم فى عمليات تطورية متمايزة تؤدى إلى تكيفات على المستويات المختلفة للتنظيم البيولوجى. وتماما مثل ما هو الأمر بالنسبة لطول الرقبة كتكيف فى الزراف والذى تفسر النظرية توزيعه، فإن النجاة والبقاء فى ماء يغلى هو تكيف لتتابعات معينة من الجينات، والتى تمكن النظرية من تفسير استمرار بقائها فى عيون الماء الساخنة فى جميع أنحاء العالم.

إن بعض المشتغلين بالعلوم الطبيعية و كذلك بعض فلاسفة العلم يقولون بأنه نظرا لكون النظرية سببية بحتة ولا مكان فيها للغرض أو الغائية، فإن داروين يكون بذلك بطبيعة الحال قد أطاح بمأثورة كانط التى تقول، بأنه لن يوجد أبداً نيوتن فى أوراق العشب . فإذا كانت آلية داروين للتنويع الأعمى والانتقاء الطبيعى، إذا كانت صحيحة، وكذلك امتداداتها فى القرن العشرين، التى تفسر الوراثة والتنويع بمصطلحات فيزيائية وكيميائية صرفة، فإن ذلك يمثل دفاعا عن البرنامج العلمى للآلية التى بدأت مع نيوتن.

لاحظ أن نظرية الانتقاء الطبيعى تضع ادعاء افتراضيا: إذا كان هناك تنويع فى السمات المتوارثة، وإذا كانت هذه التنويعات مختلفة من حيث كفاءتها، إذن سيكون هناك تغيرات تكيفية. ومثل نظرية الحركة للغازات والتى تنبئنا كيف تسلك الغازات، إذا وجدت، دون أن تنبئنا بأن هناك غازات. فنظرية داروين العامة لا تؤكد سيادة التطور التكيفى لأننا نحتاج إلى شروط أولية من أجل هذا الاستنتاج: التأكيد على أن بعض الأشياء الموجودة تتكاثر، وأن صفات الأبناء يتم توارثها من الآباء، وأن هذه الصفات ليست دائما نسخًا متطابقة، ولكنها فى الحقيقة تختلف من الآباء إلى الذرية وفيما بين

الذرية نفسها. وفى كتاب "عن أصل الأنواع" ورد مثل هذا التاكيد حول سلالات كثير من النباتات والحيوانات التى درسها داروين على مدى ٣٠ سنة عندما نشرت سنة ١٨٥٩ . ومثل أبحاث البيولوجيا الأخرى، فإنها تضيف الكثير حول التطور على هذا الكوكب بالتحديد، إلى جوار نظرية عامة حول التطور والتى يمكن التحقق منها بواسطة أشياء فى أماكن أخرى من العالم والتى لا تشبه أبدا ما نعرفه من حيوانات ونباتات، طالما أنها تظهر تنويعات موروثة فى ملاءمتها لظروفها.

وهناك شيء آخر يمكن ملاحظته حول نظرية داروين، وهو أنه بينما يتطلب التطور بواسطة الانتقاء الطبيعى تنويعات متوارثة، فإنه يصمت تماما فيما يتعلق بكيفية حدوث التكاثر، ولا ينبئنا بأى شيء عن آلية الوراثة: كيف تنتقل السمات من الآباء إلى الذرية. وهو يفترض مسبقًا أن هناك آلية للوراثة، كما أنه يصمت حول علم الجينات- آلية الانتقال بالتوريث على الأرض. وبالطبع، وطالما أنه يصمت حول طبيعة آلية التوريث، فإنه لابد أن يصمت كذلك حول مصدر التنويعات التى تظهر باستمرار من جيل إلى جيل، والتى يقوم الوسط المحيط "بالانتقاء" من بينها بواسطة ترشيح الأقل مواءمة. وقد تم تكريس الجانب الأكبر من بيولوجيا القرن العشرين لتزويد النظرية بكيفية حدوث التنويع الوراثى على الأرض. ومثل هذه النظرية مطلوبة لتطبيق نظرية داروين فى الانتقاء الطبيعى بالتفصيل لتفسير اتجاه ومعدل التطور على هذا الكوكب على مدى ٣,٥ بليون سنة.

ونظرية داروين عن الانتقاء الطبيعى عامة جداً وتجريدية جداً. فهى لا تشير إلى أنظمة بيولوجية محددة :- ثدييات، أو حيوانات أو يوكاريوتات (الكائنات حقيقية النواة)١٣- وهى تصمت حول كيفية انتقال السمات المتوارثة، أو ما هو مصدر ومعدل التنوع فى هذه السمات. ويبدو أن النسخة العامة من الداروينية لا تقول إلا القليل بنفسها، حتى أن البيولوجيين والفلاسفة يصرون على أن هذه التجريدات القليلة ليست هى النظرية. وبالأحرى فإنهم يتعاملون مع النماذج التى تشرح وتوضح هذه المبادئ،

على أنها هى النظرية، بالطريقة التى يقول بها المنهج الدلالى. وعندما نصنف موضوعات متباينة بالنسبة للنظرية، الأنواع الجنسية فى مواجهة الأنواع اللا جنسية، والنباتات فى مواجهة الحيوانات، والجينات فى مواجهة الأعضاء المفردة، العائلات مواجهة الأفراد، بآليات ومعدلات تنويع فى الانتقال الوراثى مختلفة، فإننا ننتج نماذج مختلفة للتطور بواسطة الانتقاء الطبيعى. إن الصياغة الأصلية للنظرية تجريدية أكثر من اللازم ومحتواها لا يكفى لكى يجعل المشتغلين بالبيولوجيا يعتدون بها كنظرية للانتقاء الطبيعى. لكن المدى العريض من النماذج له من البنية المشتركة مايكفى لتكوين أسرة من النماذج، كما تقترح النظرية الدلالية بالضبط.

وهناك سبب قوى آخر يجعل من وجهة النظر الدلالية للنظرية الداروينية وجهة نظر جذابة. وتنبع المشكلة مما قد يبدو لنا واحدة من أقدم المشاكل وفى الوقت نفسه أكثرها إزعاجا لنظرية الانتقاء الطبيعى. لقد كان الفيلسوف هربرت سبنسر فى القرن التاسع عشر هو الذى وصف الداروينية بأنها نظرية "البقاء للأصلح"، بما يعنى أن الأصلح هو الذى سينجو ليتفوق بنسله على من هم أقل صلاحية، وبتكرار ذلك ينتج التطور. وهو ما جعل عبارة: "البقاء للأصلح". تلتصق بالنظرية كعنوان لها. وهو فى الواقع ليس غير صالح. لأنه يظهر من المطلب المحورى للنظرية أنه يمكن التعبير عنها كما يلى وفقا لمبدأ الانتقاء الطبيعى م. إ .ط ، إذا كان لدينا مجموعتان متنافستان من الكائنات "س"، و"ص"، وكانت "س" هى الأصلح (الأكثر مواءمة) من "ص"، إذن على المدى البعيد سوف يكون لـ "س" من الذرية أكثر مما لـ "ص"١٤.

وتنشأ المصاعب مع النظرية عندما نتساءل ماذا تعنى "أصلح من". فإذا كان م. إ. ط قانونا تجريبيا ممكنا، إذن علينا أن نعتمد على أن الفروق فى الصلاحية تتحدد بالفروق فى أعداد الذرية التى يتركها على المدى الطويل، لأن ذلك سيحول م. إ .ط إلى حقيقة ضرورية متجانسة تفسيريًا، : إذا كان "س" من شأنه أن يترك ذرية أكثر من "ص" على المدى البعيد، إذن سيترك "س" ذرية أكثر من "ص" على المدى البعيد".

ومنطقيا لا يمكن أن تكون الحقائق الضرورية قوانين علمية، ولا يمكنها أن تفسر أى حقيقة تجريبية محتملة. وتستطيع م. ا .ط تفسير الفروق فى أعداد الذرية على أساس هذا المعنى للصلاحية (المواءمة)، فقط إذا كانت الأحداث (مثل أن يكون لها ذرية أكثر) تستطيع تقديم تفسيراتها الخاصة – الأمر الذى اعتمدنا عليه فى الفصل الثانى.

ويمكننا أن نرفض تعريف الصلاحية طبعًا. وبدلاً من ذلك يمكن أن نذهب إلى مذهب الواقعيين فيما يتعلق بالكينونات النظرية، فنقول معهم بأن "الصلاحية" مصطلح نظرى، مثل "الشحنة الموجبة" أو "الكتلة الذرية". إلا أن ذلك يبدو غير مقبول وغير مقنع. فرغم كل شىء، نحن نعرف أن الزراف الأطول وحمار الوحش الأسرع هما الأصلح بدون مساعدة من أجهزة للملاحظة غير المباشرة، فنحن نعرف ما هى الصلاحية ... إنها إمكانية الكائن لحل المشكلات التى تضعها فى طريقه الظروف المحيطة، تجنب المفترسين، وتأمين فريسة، والاحتفاظ بالجسم دافئا بالقدر الكافى، وجافًا (ما لم يكن سمكة) ... إلخ. لكن لماذا تكون هذه هى المشكلات التى على الكائن أن يحلها ليصبح صالحًا (موائما)؟ وكيف تتوحد فى صلاحية شاملة؟ وكيف نقارن الكائنات من ناحية الصلاحية عندما تكون إمكانياتها فى حل المشكلات مختلفة؟ ويبدو أن أكثر الإجابات معقولية على هذه الأسئلة هى : (أ) المشاكل التى تضعها الظروف المحيطة أمام الكائنات هى التى يؤدى حلها إلى زيادة فرص الكائن فى البقاء والنجاة والتكاثر، (ب) يمكن أن نقرن بين الدرجة التى يحل بها الكائن هذه المشكلات المتنوعة وقياس أعداد نسل الكائن، (جـ) يتساوى كائنان فى صلاحيتهما، بدون النظر لاختلافهما فى التعامل مع مشكلات الوسط المحيط، إذا كان لهما العدد نفسه من النسل. والخطأ الوحيد فى هذه الإجابات هو أنها تبين كيف أن إغراء تعريف "الصلاحية" بمدلول التكاثر محتوم، وبذلك تحول م. ا .ط نفسها إلى تعريف.

وبالنسبة لمؤيدى المنهج الدلالى عن النظريات هناك القليل فقط من الصعوبات مع هذه النتيجة . تستطيع النظرية الدلالية أن تتقبل كون م. ا .ط تعريفًا، فالنظريات

مجموعات مكونة من تعريفات مثل م. ا .ط، بالإضافة إلى المزاعم بأن الأشياء المختلفة في العالم تحقق هذا التعريف. وهو ما يشمل الأشياء المتنوعة على الأرض، ولننحّ جانبا ما قد يكون في العوالم أو في المجرات الأخرى مما قد تتحقق فيه أو تتمثل عملية تطورية سواء كانت جينات أو كائنات أو مجموعات أو ثقافات، فيما يبدو أنه نداء من أجل منهج دلالي للداروينية، . إن صمت النظرية عن الآليات التفصيلية التي تنتج الوراثة والتنويعات في السمات الوراثية المطلوبة للتطور هنا على الأرض- الأحماض النووية وما يحدث بها من طفرات - هي آليات من المفترض أنها تختلف تماما عما يمكن أن نتوقع اكتشافه في مكان آخر في العالم. وهذا بالأحرى سبب آخر للتعامل مع النظرية الداروينية على أنها مجموعة من النماذج يمكن لها أن تتحقق بطرق شتى، بواسطة الكثير من الأنظمة المختلفة.

ومازالت هناك مشكلة متبقية بالنسبة للمنهج الدلالي، تتعلق بنظرية الانتقاء الطبيعي. فالنظرية العلمية في المنهج الدلالي في الواقع أكثر من مجموعة من النماذج التي تحمل اسمها. إنها تتمثل في هذه المجموعة من النماذج بالإضافة إلى التأكيد على أن الأشياء في العالم تحقق، وتجسد، وتقدم الأمثلة على هذه التعريفات بطريقة جيدة إلى الحد الذي يكفي لتمكيننا من التنبؤ بسلوكها (سواء شاهدناه أو لم نشاهده) بدرجة معينة من الدقة. وبدون هذا التأكيد المضاف إليها، لا تختلف النظرية العلمية عن مفردة واحدة في منظومة نظرية خالصة. وهكذا، فإنه حتى من يناصر النظرية الدلالية لابد أن يعترف بأن تأكيد نظرية ما هو إلا صياغة دعوى لها مضمون ما عن العالم، وتحديداً، هو القول بأن العملية السببية نفسها تعمل لتجعل كل هذه الظواهر المختلفة تحقق التعريف نفسه. وهكذا، وفي النهاية، فإن المنهج الدلالي، مثل التفسير البدهي، يلتزم بصدق بعض الادعاءات العامة، والتي هي نفسها تدعو إلى التفسير. لا يكفي إذن أن نحدد مجموعة من الظواهر التجريبية ثم لا نفسر لماذا تنحو ذلك النحو. إلا إذا وجدنا أنفسنا قد وصلنا إلى نهاية المطاف حيث لا توجد بعد ذلك

تفسيرات للقوانين الأساسية للطبيعة.، إن من الضرورى أن يكون هناك آلية أساسية حاكمة أو عملية مشتركة بين كل الأشياء المختلفة التى تحقق تعريف المنظومة النظرية ذاتها، من الضرورى أن تكون هناك آلية حاكمة تفسر لماذا تتأكد التنبؤات التى نجريها بتطبيق النموذج. وهكذا، تكون النظرة الدلالية للنظريات صادقة أو هى صادقة تقريبا أو هى على الأقل تقترب من الصدق أكثر مما يقترب التفسير البدهى. أى أنها هى أيضا ملتزمة بصدق قوانين عامة جوهرية حول الطريقة التى عليها الأشياء فى العالم، وقوانين الانتقاء الطبيعى من بينها. وهكذا، فإن عليها فى النهاية، مواجهة المشكلات التى يثيرها ذلك الدور الذى تلعبه "الصلاحية" كمتغير تفسيرى محورى فى النظرية الداروينية.

ملخص:

يفسر التناول الأكسيوماتيكى للنظريات العلمية كيف تعمل القوانين النظرية جنبا إلى جنب لتقديم تفسير لعدد كبير من الاطرادات التجريبية أو القابلة للملاحظة، وذلك بتناول النظريات كأنساق مبنية استنباطيا، تكون الافتراضات فيها فروضا مؤيدة بالمشاهدات التى تؤكد التعميم المستنبط منها. وهذا المفهوم للقوانين كفرضيات تم اختبارها من خلال النتائج المستنبطة منها يعرف باسم "الاستنباطية الفرضية"، وهو تصور مؤسس بشكل جيد حول كيفية الجمع بين النظريات والخبرة فى آن.

تقوم النظريات غالبًا بالتفسير بواسطة تعريف العمليات أو الآليات الكامنة التى لا يمكن مشاهدتها، والتى تؤدى إلى ظواهر قابلة للمشاهدة ومن خلالها يتم اختبار النظريات. ويطلق اسم الاختزالية على وجهة نظر صمدت طويلاً حول العلاقة بين النظريات العلمية وبعضها البعض. ووفقا للاختزالية، كلما عمق العلم فهمه للعالم، فإن النظريات الأضيق مجالا والأقل دقة والأكثر خصوصية، يتبين أنها حالات خاصة مشتقة من نظريات أوسع مجالاً وأكثر اكتمالاً ودقة وأكثر عمومية تستنبط منها.

والاشتقاق يتطلب الاستنباط المنطقى للمسلمات فى النظرية الأضيق من النظرية الأوسع، وهو ما يترتب عليه عادة تصحيح النظرية الأضيق قبل القيام بالاستنباط ، ويستهدف الاختزاليون تفسير التقدم فى العلم على مدى الفترة منذ الثورة النيوتونية، باللجوء إلى هذه العلاقات بين النظريات وبعضها البعض. إن اختزال النظريات العلمية على مدى قرون، والذى يبدو أنه يصون نجاحاتها فى الوقت الذى يفسر فيه (من خلال تصحيحها)، إن هذا الاختزال من السهل فهمه من خلال المنظور الأكسيوماتيكى لبنية النظريات العلمية.

ومع ذلك، فإن الاستنباطية الفرضية للتناول الأكسيوماتيكى للنظريات، وكذلك فى الواقع المنظور المعرفى للعلم باعتباره مبنيا على الملاحظة والتجربة، يواجه صعوبات بالغة عندما يحاول تفسير عدم إمكانية الاستغناء عن المصطلحات فى النظريات التى تقوم بتعريف الكينونات النظرية التى لا يمكن مشاهدتها مثل النويات الخليوية (مصغر خلوية)، والجينات، والجزيئات، والذرات والكواركات. لأنه من جهة لا يوجد دليل مباشر على وجود الكينونات النظرية التى نطلق عليها هذه المصطلحات، ومن جهة أخرى، لا يمكن للنظرية أن تؤدى وظيفتها التفسيرية بدونها. وبعض الكينونات النظرية مثل الجاذبية، مثيرة للمتاعب بالفعل، وفى الوقت نفسه نحن نحتاج إلى أن نستبعد من العلم تلك القوى والأشياء الغامضة الخفية، والتى لا يمكن تقديم دليل تجريبى عليها. إن الفكرة التى مؤداها أن الألفاظ ذات المعنى لابد أن يكون معناها قد جاء بالخبرة، هى فكرة ذات جاذبية، ومع هذا فإن إيجاد طريقة تجتاز بها اللغة النظرية هذا الاختبار، بينما تستبعد الألفاظ المتعلقة بالتأملات والتهويمات التى لا يحكمها عنان باعتبارها لا معنى لها، إن هذا هو تحد لابد أن يواجهه أى تناول للنظريات العلمية.

إن المعضلة المتمثلة فى أن الكينونات النظرية لا غنى عنها للتفسير، لكنها لا تنتظمها الخبرة، إن هذه المعضلة تحل أحيانا بإنكار أن النظريات العلمية تسعى إلى وصف الواقعات التحتية التى تقيم نسقا من التعميمات القابلة للمشاهدة وتفسرها .

وهذه النظرة التى تعرف بالذرائعية أو الواقعية المضادة تتعامل مع النظرية بصفتها أداة للمساعدة على الفهم، أو جهازًا لإجراء الحسابات من أجل التنبؤ فقط. وعلى العكس من ذلك، فإن الواقعية (وجهة النظر القائلة بأن علينا أن نتعامل مع النظرية العلمية كمجموعة من الأوصاف الصادقة أو الكاذبة للظواهر التى لا يمكن مشاهدتها) تصر على أن النتيجة التى تقول بأن النظرية صادقة على وجه التقريب هى وحدها التى يمكن أن تفسر نجاحها فى التنبؤ طويل الأمد. وينكر الذرائعيون هذا التفسير.

إن التناول الأكسيوماتيكى للنظريات يواجه صعوبة التواؤم مع دور النماذج فى العلم. أما الأداتية فلا تواجه ذلك، وكلما أصبح للنماذج دور أكثر محورية بالنسبة لما يميز التنظير العلمى، تزايدت المشكلات بالنسبة للمنهج الأكسيوماتيكى وللمذهب الواقعى . وأصبح الأمر متمثلا فيما إذا كان العلم يعطى نمطا ما من النجاحات التفسيرية والتنبؤية، التى لا يمكن تفسيرها إلا بواسطة الواقعية وبواسطة وجود تلك النظريات التى تنظم وتفسر نجاح النماذج التى يطورها العلماء.

وتزودنا نظرية داروين فى الانتقاء الطبيعى "بحالة للاختبار" لتطبيق وتقييم مدى كفاءة بعض المفاهيم المتنافسة فى النظرية العلمية المذكورة تفصيلاً فى هذا الفصل.

أسئلة للدراسة :

١ – لا يبدو أن الأنساق الاستنباطية أو البدهية تزودنا بتصور يلقى الضوء على توضيح كيف تعمل مكونات النظرية جنبا إلى جنب. فرغم كل شىء يمكن أن يظهر أى قانونين كبدهيتين فى نظرية ما، أو أنهما يظهران عفو الخاطر فى أخرى. هل تستطيع تقديم فكرة أكثر دقة للكيفية التى تعمل بها القوانين جنبا إلى جنب ؟

٢ – هل "التجريبية البنائية" فى الواقع منهج وسطى قابل للتطبيق بين الأداتية (الأداتية) والواقعية؟

٣ – قيم الحجة الآتية عن الواقعية: "مع تقدم التكنولوجيا تصبح كينونات الأمس النظرية قابلة للمشاهدة اليوم. فاليوم يمكن الكشف عن الخلايا، والجينات، والجزيئات. وفى المستقبل سنتمكن من مشاهدة الفوتونات والكواركات، .... إلخ. مما سوف يبرئ ساحة الواقعية ويقدم تبريرا لها ".

٤ – ما الذى يجعل المنهج السيمانطيقى (الدلالى) بتركيزه على النماذج، أكثر انقيادا للأداتية (الذرائعية) من الواقعية؟

٥ – هل ندين للأداتية (الذرائعية) بدين ما فى تفسير نجاح العلم؟ وإذا كان الأمر كذلك، فما هو؟ وإذا لم يكن كذلك، فلماذا؟

٦ – هل من الممكن تطبيق الآلية السببية للتنويع والانتقاء والتى كشف عنها داروين، لتفسير خاصية غائية الظواهر لأبعد ممن يهتمون بها بشكل مباشر من البيولوجيين، : مثل المشتغلين بالتشريح ؟ وعلى سبيل المثال هل يمكن توظيفها لتفسير أنماط السلوك والأحكام الحدسية الاجتماعية البشرية على أنها نتيجة للتنويعات والانتقاء بواسطة الوسط المحيط، وليس الاختيار الواعى للأفراد أو المجموعات المكونة منهم؟

مقترحات للقراءة:

ورد تاريخ التحليل الفلسفى للتنظير العلمى فى كتاب ف. سوبيس **F.Suppes**، المعنون: " **"The Structure of Scientific Theories"** بنية النظريات العلمية". وربما يكون المنهج البدهى مفصلاً بوضوح واكتمال لأول مرة فى كتاب ر.بريثويت **R.Braithwaite**، المعنون " **"Scientific Explanation"** التفسير العلمى".

وربما يكون التصور الأكثر تأثيراً وتفصيلا عن النظريات وعن العلم عموماً، والذى بزغ منذ فترة التجريبية المنطقية هو كتاب إ. ناجل **E.Nagel**