الأكاديمية العربية الدولية

الأكاديمية العربية الدولية
Arab International Academy

الأكاديمية العربية الدولية

المقررات الجامعية

www.aiacademy.info | care@aiacademy.info

فلسفة العلوم الطبيعية

تأليف

كارل همبل

ترجمة وتعليق

الدكتور جلال محمد موسى

مدرس الفلسفة بكلية آداب المنيا

تقديم

الدكتور محمد علي أبو ريان

رئيس قسم الدراسات الفلسفية والاجتماعية
بكلية الآداب - جامعة الإسكندرية

١٩٧٦

الناشر

دار الكتاب المصري
ص.ب ١٥٦ القاهرة

دار الكتاب اللبناني
ص.ب ٣١٧ بيروت

١ ـ نطاق وهدف الكتاب :

يمكن أن تنقسم الفروع المختلفة للبحث العلمي إلى مجموعتين رئيسيتين : العلوم الامريقية ومجموعة العلوم غـــير الامريقية — الأولى تسعى نحو الكشف والوصف والتفسير والتنبؤ بالصوادث في العالم الذي نعيش فيه واذلك لا بد من فحص قضاياها بمقاييسها بوقائع من خبرتنا تكون مقبولة فقط إذا أيدتها بينة من البينات تأييداً صحيحاً . ويمكن الحصول على مثل هذه البينات بطرق مختلفة ، بالتجربة ، الملاحظة المنهجية الدقيقة ، بالمقابلات أو المسوح ، بالاختبار النفسيولوجي والاكلينيكي ، بالفحص الدقيق للوثائق والنقوش والكتابات والمخلفات الأثرية بوجه عام .

هذا الاعتماد على البينة يميز العلوم الامريقية من الباحث غير الامريقية في المنطق والرياضيات البحتة ، تلك التي تثبت قضاياها دون إشارة ضرورية إلى نتائج تجريبية .

والعلوم الامريقية تنقسم بدورها إلى العلوم الطبيعية والعلوم الاجتماعية . معيار هذا التقسيم أقل وضوحا بكثير من ذلك المعيار الذي يميز البحث الامريقي من البحث غير الامريقي . وليس ثمة اتفاق عام أين يجب أن ترسم بالتحديد الخط الفاصل بينهما . وعادة ما تفهم العلوم الطبيعية على أنها تشمل الطبيعيات والكيمياء والأحياء وما يتاخمها من مجالات البحث ، وتؤخذ العلوم الاجتماعية على أنها تشمل علم الاجتماع ، علم السياسة ، الأنثروبولوجيا ، علوم الاقتصاد ، علم التاريخ وما يتعلق به من مباحث — وأحيانا ما يذهب

علم النفس إلى أحد الميادين وأحيانا إلى الآخر. وكثيراً ما يقال إنه يندرج في كليهما .

ان للمكانة العالية التي يتمتع بها العلم اليوم لا شك راجعة إلى النجاح الهائل والانتشار السريع الذي بلغته تطبيقاته ، فلقد توصلت كثير من فروع العلم الامريقي إلى التزود بأسس التكنولوجيا التي تضع نتائج البحث العلمي موضع الاستخدام وغالباً ما تزود البحث المجرد بمعطيات جديدة أو بأدوات جديدة للفحص والاختبار .

وإذا كان العلم يلبي دافعاً ملحاً لدى الإنسان هو رغبته في تحصيل أوسع وفهم أعمق للعالم الذي يعيش فيه فسنضع موضع الاعتبار كيف تتحقق الأهداف الرئيسية للبحث العلمي . سنفحص كيف تتوصل إلى المعرفة العلمية ، كيف تتأكد ، كيف تتغير ، وكذلك كيف يفسر العلم الوقائع الامبريقية وأي نوع من الفهم يمكن لتفسيراته أن تعطينا إياه . وسنتحسس بعضاً من المشكلات الأكثر عمومية ، تلك المشكلات المتصلة بالمسلمات وبحدود البحث العلمي والمعرفة العلمية والفهم العلمي .

٢ — البحث العلمي ـ الاختراع والاختبار :

ولنبدأ بحدود البحث العلمي . لنشرح معنى الاختراع والاختبار في البحث العلمي .

٢ ـ ١ ولنأخذ تاريخ حالة كمثال :

لنتناول دراسة إنجاز سيملويز الطبيب المجري لحمى النفاس كتصوير بسيط لبعض الأوجه الهامة للبحث العلمي .

أجرى سيملويز هذه الدراسة في مستشفى فيينا العام من سنة ١٨٤٤ إلى

سنة ١٨٤٨ م فهو كعضو في الهيئة الطبية لقسم الولادة بالمستشفى أفجعه أن يجد نسبة كبيرة من النساء اللائي وضعن مواليدهن في ذلك القسم أصبن بمرض خطير وغالباً ما يموت معروف بأنه حمى الولادة أو حمى النفاس في سنة ١٨٤٤ توفي بهذا المرض أكثر من ٢٦٠ حالة من الحالات البالغ عددها ٣١٦٧ أي بنسبة ٨٫٢ في المائة وفي سنة ١٨٤٥ كانت نسبة الوفيات ٦٫٧ في المائة وفي سنة ١٨٤٦ كانت ١١٫٤ في المائة وكانت هذه الأرقام أكثر إزعاجاً لأنه في قسم الولادة الثاني الملحق بنفس المستشفى والذي استوعب تقريباً عدداً من الحالات مماثلاً لحالات القسم الأول كان إجمالي نسبة الوفاة بسبب حمى النفاس أقل بكثير من ٣٫٣٪ ، ٢٪ ، ١٫٧٪ على التوالي لنفس السنوات .

ويصف سيملويز في كتابه الذي ألفه أخيراً عن أسباب حمى النفاس وطرق الوقاية منها جهوده لحل هذه المشكلة المريعة[1] . لقد بدأ سيملويز بفحص مختلف التفسيرات التي كانت ذائعة في وقته - وطرح بعضاً من هذه التفسيرات باعتبارها غير متفقة مع الوقائع المؤسسة تأسيساً جيداً - وأخضع البعض الآخر للاختبار فقد أرجعت إحدى وجهات النظر المقبولة على نطاق واسع الموت الناجم عن حمى النفاس إلى تأثيرات وبائية كانت

---

(١) إن قصة العمل الذي قام به سيملويز والصعاب التي واجهوها تصوغ صفحة خلابة في تاريخ الطب - ولمعة بيان تفصيلي وشروح تشتمل على ترجمات وشروح لعدد كبير من كتابات سيملويز وارد في كتاب سد كلير « سيملويز حياته ومذهبه » مانشستر بانجلترا مطبعة جامعة مانشستر سنة ١٩٠٩ ، العبارات الموجزة المعبرة في الفصل مأخوذة عن هذا العمل . رويت الأجزاء الأخيرة من حياة سيملويز في الفصل الأول من كتاب هي كوبين « رجال كافحوا ضد الموت » نيويورك مؤسسة هاركورت بريس وارلوسنة ١٩٣٢ .

توصف وصفاً غامضاً باعتبار أنها تغيرات كونية — أرضية تنتشر فى أقاليم بأكملها وتسبب حمى التفاس .

ويتساءل سيملويز ولكن كيف أمكن قبل هذه التفسيرات أن تفشى فى القسم الأول لمدة سنوات ولم تنتشر بعد فى القسم الثانى وكيف أمكن لهذه النظرية أن تتفق مع الحقيقة القائمة بأنه بينما الحمى متفشية فى المستشفى يصعب أن تحدث حالة فى مدينة فينا أو أحوازها . ان وباءاً حقيقياً مثل الكوليرا لا يكون هكذا انتقائياً . ويلاحظ سيملويز أن بعضاً من النساء القبوليين فى القسم الأول ويمشين بعيداً عن المستشفى نقلهن المخاض على طريقهن ووضعن مواليدهن فى الشارع . ومع ذلك وبغض النظر عن هذه الظروف المؤلمة فإن معدل الوفيات من حمى النفاس بين هذه الحالات من ولادة الشارع كان أقل من الوفيات فى القسم الأول . وبناء على وجهة نظر أخرى كان الازدحام الشديد سبباً للوقاية فى القسم الأول . ولكن سيملويز يشير إلى أن :

الازدحام فى واقع الأمر كان أشد كثافة فى القسم الثانى كنتيجة للجهود اليائسة من المريضات لتجنب إيداعهن فى القسم الأول السيء السمعة . ويرفض سيملويز أيضاً عاملين متماثلين كانا شائعين بملاحظة أنه ليس ثمة فروق بين القسمين فيما يتعلق بالتغذية أو الرعاية العامة للمريضات .

وفى سنة ١٨٤٦ أرجعت اللجنة التى عهدت لبحث المشكلة تفشى المرض فى القسم الأول إلى الأضرار الناجمة عن الفحص الخشن لطلبة الطب الذين كانوا يتمرنون تدريبهم على القبالة (التوليد) فى القسم الأول . ويلاحظ سيملويز فى رفضه لوجهة النظر هذه :

(١) الأضرار الناجمة بصورة طبيعية عن عملية الولادة أكثر من تلك

التي يمكن أن يسببها الفحص الطبي .

(ب) ان الوالدين (القابلين) الذين تلقوا تدريبهم في القسم الثاني فحصوا مريضتهم بنفس الطريقة ولكن بدون نفس الآثار الرضية .

(ج) وفي إجابته على تقرير اللجنة حين نُصِّف عدد طلبة الطب وفئات فحوصهم للنساء لأدنى حد عاد معدل الوفاة بعد انخفاض طفيف وارتفع إلى أعلى المستويات عن ذي قبل .

وقد جرت محاولات لتفسيرات سيكولوجية متعددة . فقد لاحظ أحدهم أن القسم الأول كان منظما بحيث أن قسيساً يحمل سر القداس الأخير إلى امرأة تلفظ آخر أنفاسها كان عليه أن يمر خلال خمسة عنابر قبل أن يصل إلى حجرة المريضة .

ان مظهر القسيس يتقدمه خادم يحمل جرساً قائما ليترك أثراً مقززا موهنا للمريضات في العنابر . وفئك لجعلهن أكثر تعرضاً لاحتمال أن يكن من ضحايا حمى النفاس وفي القسم الثاني كان هذا العامل الإرغابي . إذ لما كان للقسيس أن يتخذ مسلكا مباشراً إلى حجرة المريضة قرر سيملويز أن يختبر هذا الظن . فأقنع القسيس أن يأتي بطريق دائر ودون قرع الجرس لكي يصل إلى عنبر المريضة بهدوء ودون أن يلاحظه أحد . ولكن معدل الوفاة في القسم الأول لم ينخفض . وقد خطرت لسيملويز فكرة جيدة . فقد لاحظ أنه في القسم الأول كانت النساء تلدن وهن راقدات على ظهورهن . وفي القسم الثاني على جنوبهن . وعلى الرغم من أنه اعتقد كون الاحتمال بعيد الوقوع إلا أنه قرر كرجل غريق يمسك بقشة أن يختبر ما إذا كان هذا الفارق في الإجراء ذا دلالة فأدخل استخدام الموضع الجنبي في القسم الأول

ولكن مرة أخرى ظل معدل الوفاة على ما هو عليه .

وأخيراً في يوليو سنة ١٨٤٧ ثمة حادثة عارضة أعطت سيملويز الدليل الحاسم . فقد أصيب زميله كولتشكا بجرح غائر في أصبعه من مبضع أحد الطلاب كان يجري كشفا . وقد توفي بعد مرض أليم ظهرت عليه أثناءه نفس الأعراض التي لاحظها سيملويز في ضحايا حمى النفاس وبالرغم من أن دور الكائنات العضوية الدقيقة في مثل هذه العدوى لم يكن قد عرف بعد ؛ أدرك سيملويز أن المادة السامة التي أدخلها مبضع الطالب في مجرى دم كولتشكا هي التي سببت المرض المميت الذي أودى بحياة زميله . وقد أدت المماثلات بين مسلك مرض كولتشكا ومسلك المرض لدى النساء في عيادته سيملويز إلى نتيجة قائلة إن مرضاه ماتوا بسبب نفس النوع من السم . فقد كان هو وزملاؤه وطلاب الطب حاملي المادة السامة لأنه ورفقاؤه تعودوا المجيء إلى المحاضر مباشرة بعد أداء التشريح في حجرة التشريح . وفحص النساء في حالة الولادة بعد غسل أيديهم غسلا سطحياً فقط فقاياً ما استبقت أيديهم رائحة كريهة مميزة .

وفرة أخرى وضع سيملويز فكرته موضع الاختبار . فقد استنتج أنه إذا كانت فكرته صحيحة فإن حمى النفاس يمكن الحد منها بالقضاء كيميائيا على المادة السامة العالقة بالأيدي . ولذلك أصدر أمراً إلى كل طلاب الطب أن يغسلوا أيديهم في محلول من الجير الماصل بالكلور قبل القيام بفحوصهم وقد بدأت بالفعل معدلات الوفاة من حمى النفاس في الانخفاض .

وبالنسبة لسنة ١٨٤٨ هبطت النسبة إلى ١٫٢٧٪ في القسم الأول مقارنة بـ ٢٫٤٥٪ في القسم الثاني . ولمزيد من التأييد لفكرته أو لفرضه كما نقول، لاحظ سيملويز أن فرضه يعلل الحقيقة القائلة بأن الوفاة في القسم الثاني

كانت أقل بكثير دائما . فلقد كانت المريضات هناك موضع عناية القابلات اللائى لا يتضمن تدريبهن تعليما تشريحيا بتشريح الجثث .

ولقد فسر الفرض أيضاً هبوط معدل الوفيات بين مواليد « الشارع » فالنساء اللائى وصلن بمواليدهن على أذرعهن كن نادراً ما يفحصن بعد دخولهن وبالمثل على هذا الفرض الحقيقة الثالثة بأن ضحايا حمى النفاس من بين الأطفال المواليد الجدد كانت جميعها بين هؤلاء الأمهات اللائى أصبن بالمرض أثناء الولادة . لأنه حينئذ يمكن للعدوى أن تنتقل إلى الطفل قبل الولادة خلال مجرى الدم المشترك بين الأم والجنين فى حين كان ذلك مستحيلا عندما كانت تولى بمفردها .

ان المزيد من الخبرات الاكلينيكية سرعان ما أدى سيملويز إلى أن يوسع فرضه : ففى إحدى — المناسبات على سبيل المثال بعد أن قام هو وزملاؤه بتطهير أيديهم بعناية فحصوا أولا امرأة فى حالة وضع كانت تعانى من سرطان متقرح فى عنق الرحم . وعندئذ تقدموا لفحص اثنتى عشرة امرأة أخرى فى نفس الحجرة بعد غسيل دوتى فقط لأيديهم دون أن يعيدوا تجديد تطهيرها . فماتت إحدى عشرة مريضة من المريضات الإثنى عشرة بحمى النفاس . استنتج سيملويز أن حمى النفاس يمكن أن تسبب ليس فقط من المادة العامة . ولكن أيضاً عن مادة معقدة مستخلصة من الكائنات العضوية الحية .

٢ — ٢ الخطوات الأساسية لاختبار فرض من الفروض :

لقد رأينا كيف أن سيملويز فى بحثه عن السبب فى حمى النفاس امتحن مختلف الفروض التى كانت مقترحة كإجابات ممكنة . ومسألة كيفية التوصل

إلى مثل تلك الفروض هي في المقام الأول مسألة مثيرة سنتناولها بالبحث فيما بعد . ومع ذلك لنتفحص كيف يختبر فرض من الفروض التي تقدم في مرة من المرات .

أحيانا يكون الإجراء مباشراً تماماً . لنتفحص التخمينات القائلة بأن الفروض في الازدحام أو التغذية أو العناية العامة تفسر الاختلاف في الوفاة بين القسمين . وكما يشير سيلويز تتعارض هذه الاختلافات مع الوقائع الملاحظة مباشرة . فليس ثمة فروق كهذه بين القسمين . ولذا تطرح الفروض باعتبارها باطلة .

ولكن عادة ما يكون الاختبار أقل بساطة ومباشرة . لنأخذ الفرض الذي يرجع نسبة الوفاة العالية في القسم الأول إلى الفزع الذي كان يثيره ظهور القسس مع تابعه . ان شدة ذلك الفزع وخاصة تأثيره على حبي الحلق لا يمكن التأكد منه مباشرة كما هو الحال في الازدحام أو في التغذية ويستخدم سيلويز منهجا غير مباشر في الاختبار . انه يسأل نفسه هل ثمة آثار مباشرة لا بد أن تحدث إذا كان الفرض صادقا ؟ ويستنتج سيلويز أنه إذا كان الفرض صادقا فلا بد وأن يحدث تغيير مناسب في مسلك القسيس ينتج عنه انخفاض معدل الوفاة في القسم الأول ويتحقق سيلويز هذه القضية اللزومية بتجربة بسيطة ويجد أنها قضية كاذبة ولذلك يطرح الفرض .

وبالمثل يختبر تخميننا عن وضع النساء أثناء الوضع يستنتج أنه إذا كان هذا التخمين صادقا فلا بد وأن يقلل اتخاذ الوضع الجنبي في القسم الأول من معدل الوفاة . ومرة أخرى يكتشف سيلويز أن القضية اللزومية باطلة

بتجربته التي قام بها ويطرح هذا الظن (التخمين).

في الحالتين الأخيرتين اعتمد الاختبار على برهان بحيث أنه إذا كان الفرض المتأمل وليكن و ح ه صادقا فثمة حادثات معينة ملاحظة (على سبيل المثال هبوط في نسبة الوفاة) لابد وأن تحدث في ظروف معينة (على سبيل المثال إذا كف القيس عن السير عبر المنابر أو إذا كانت النساء يضعن وهن في وضع جانبي) أو باختصار إذا كان ح صادقا فكذلك ط حيث ط قضية تصف حادثات مشاهدة متوقعة . والوضعية تقول إن ط مستنتجة من أو لازمة عن ح وتطلق على ط اسم لزوم اختباري للفرض . وسنعطي فيما بعد وصفا أدق للعلاقة بين ط و ح في مثالينا الأخيرين أظهرت التجارب أن اللزوم الاختباري باطل وأن الفرض بطرح بناءً على ذلك .

ويمكن أن يمثل الاستدلال المؤدي إلى الرفض على النحو التالي :

إذا كان ح صادقا كان ط كذلك .

ولكن (كما تبين التجربة) ط ليس صادقا .

ح ليس صادقا .

أي برهان له هذه الصورة يطلق عليه في المنطق طريقة الرفع[1] صحيح استنباطياً (من الناحية الاستنباطية) أي إذا كانت مقدماته صادقة كانت نتيجته صادقة بالتأكيد كذلك . ومن ثم إذا كانت مقدمات البرهان مؤسسة تأسيساً جيداً كان الفرض و ح ه الذي يجري اختباره مرفوضا بالضرورة .

---

(١) لمزيد من التفصيل انظر المجلد الآخر في هذه السلسلة للمنطق لوبزلي صاروف ص ٢٤ — ٢٥ .

وبعد ذلك لننتقل بالبحث الحالة حيث الملاحظة أو التجربة تؤكد اللزوم الاختباري « ط ».

فمن فرض سيملويز القائل بأن حمى النفاس هي تسمم الدم الناتج عن المادة السامة يستدل سيملويز على أن اتخاذ إجراءات تعقيم مناسبة سيقلل من معدل الوفاة في القسم الأول.

ترينا التجربة في هذه المرة أن اللزوم الاختباري صادق. ولكن هذه النتيجة لواقعية لا تثبت صدق الفرض إثباتا قاطعا لأن البرهان يأخـــذ الصورة الآتية:

إذا كان صادقا فكذلك ط.

كما تبين التجربة ط صادق.

ح صادق.

هذا الضرب من الاستدلال الذي يشار إليه باعتبار أنه الغلط الناشيء من إثبات التالي غير صحيح من الناحية الاستنباطية أي أن من المحتمل أن تكون نتيجة كاذبة حتى وإن كانت مقدماته صادقة[1] وهذا ما تصوره في الواقع خبرة سيملويز الشخصية.

فالرواية الأولى لاعتباره حمى النفاس صورة من صور تسمم الدم قادت العدوى بالمادة السامة على أنها المصدر الواحد والوحيد للمرض. وقد كان سيملويز محقا في استدلاله أنه إذا كان الفرض لا بد وأن يكون صحيحا فلا بد وأن يؤدي القضاء على الجزئيات السامة بالغسيل المعقم إلى التقليل من

(١) انظر سالمون في كتابه « المنطق » ص ٢٧ — ٢٩.

معدل الوفيات في القسم الأول وأكثر من ذلك بينت تجربة سيملويز أن اللزوم الاختباري صادق . وفي هذه الحالة كانت مقدمتا البرهان صادقتين مع ذلك كان الفرض كاذبا لأنه كما اكتشف مؤخراً يمكن للمادة السامة المشتقة من الكائنات العضوية الحية أن تنتج حمى النفاس ومن ثم ان النتيجة البرهانية لاختبار أي واقعة أن اختباراً لزوميـــــا مستنتجا من فرض من الفروض ثبت كونه صادقا لا تثبت كون الفرض صادقا وحتى إذا تأكدت (فعلا القرض اللزومية) بواسطة الاختبارات الدقيقة فقد يظل الفرض بالرغم من ذلك باطلا . والبرهان التالي يقال واقعا في النمط الناشيء عن إثبات التالي :

إذا كان ح صادقا فكذلك إذن $\frac{ط_{1}}{ح}$ — $\frac{ط_{ن}}{ط}$

وكما تبين البينة $ط_{1}$ $ط_{2}$ $ط_{ن}$ الكل صادق

ح صادق

ويمكن أن يتضح ذلك بالإشارة إلى فرض سيملويز النهائي في روايته الأولى فكما لاحظنا قبلا ينتج فرضه اللزومات الاختبارية التي مؤداها أنه بين حالات الولادة التي تمت في الشارع وانتقلت إلى القسم الأول كانت نسبة الوفاة من حمى النفاس أدنى من متوسطها بالنسبة للقسم . وإن مواليد الأمهات اللائي يخون من المرض لم يصبن بحمى النفاس. وقد تأكدت هذه اللزوميات عن طريق البيانات بالرغم من أن الرواية الأولى للفرض النهائي لسيملويز كانت كاذبة (باطلة) .

٣ ـ ٣ دور الاستقراء في البحث العلمي :

لقد تعاملنا بالدراسة ببعض البحوث العلمية التي تعلم فيها بمشكلة من المشكلات وذلك بتقديم إجابات تجريبية في صورة فروض كانت تخمين بأن تشتق منهـــا الملزومات الاختبارية المناسبة وتمتحنها عن طريق الملاحظة أو التجربة .

ولكن كيف التوصل إلى الفروض المناسبة . في المحل الأول يُعتقد أحيانا أن الفروض تستنتج من معطيات تجمع مسبقا بواسطة إجراء يسمى الاستدلال الاستقرائي باعتباره متميزاً عن الاستدلال الاستنباطي الذي يختلف عنه في نقاط هامة . ففي البرهان الاستنباطي الصحيح ترتبط النتائج بالمقدمات بحيث إذا صدقت المقدمات لا بد وأن تصدق النتائج . وعلى سبيل المثال يستوفي هذا المطلب برهان يأخذ الصورة العامة التالية :

إذا كان س إذن ص

ليست الحالة أن ص

ليست الحالة أن س

إن وقفة تأمل قصيرة في هذه الصورة تبين أنه لا يهم أي القضايا الجزئية يمكن أن تقوم في المواضع التي تشغلها الرموز س ، ص . تكون النتيجة صادقة بالتأكيد إذا كانت المقدمات صادقة وفي واقع الأمر تمثل الصورة السابقة للبرهان طريقة الرفع الإشارة إليها سابقا . إن لدينا آخر الاستدلال صحيح من الناحية الاستنباطية يقدمه المثال الآتي :

أي ملح صوديوم عند وضعه في لهب موقد صوديوم يجعل اللهب أصفراً .

هذه القطعة من الحجر تصفر في ملح صوديوم .

هذه القطعة من الخبز الصخري حين توضع في لهب موقد بنزين ستحيل اللهب أصفراً .

غالباً ما يقال عن البراهين من النوع الأخير أنها تنأدى من العام (وهو هنا المقدمة بصدد كل الملح الصوديوم) إلى الخاص (وهو هذا النهجة الخاصة بقطعة معينة من الملح الصوديوم) .

الاستدلالات الاستقرائية على النقيض من ذلك ، توصف بأنها تنأدى من المقدمات بصدد حالات معينة (جزئية) إلى نتيجة لها طابع القانون العام أو المبدأ العام . وعلى سبيل المثال المقدمات القائلة بأن كل واحدة من العينات الجزئية لأملاح الصوديوم المتنوعة والتي كانت موضع اختبار لهب موقد بنزين أحالت اللهب أصفراً من المفروض أن تؤدي إلى النتيجة القائلة بأن كل أملاح الصوديوم حيث توضع في لهب موقد بنزين تحيل اللهب أصفراً . ولكن في هذه الحالة من الواضح أن صدق المقدمات لا يضمن صدق النتائج . لأنه في حالة أن كل عينات ملح الصوديوم المختبرة حتى الآن أحالت اللهب أصفر يبقى ممكناً تماماً أن أنواعاً جديدة من ملح الصوديوم لم توجد بعد لا تتطابق مع هذا التعميم وفي الواقع إذا أصفرت بعض أنواع ملح الصوديوم المختبرة حتى الآن عن نتيجة إيجابية قد تحقق إخفاقاً ملموساً في أن تتحقق التعميم في ظل ظروف فيزيائية خاصة (مثل المجالات المغناطيسية القوية أو ما أشبه ذلك) من الظروف التي لم تختبر في ظلها بعد . ولهذا السبب غالباً ما يقال أن مقدمات الاستدلال الاستقرائي تتضمن فقط النتيجة بإجمالية عالية بدرجة أكبر أو أصغر في حين أن مقدمات الاستدلال الاستنباطي تتضمن النتيجة بالتأكيد .

الفكرة القائلة بأنه فى البحث العلمى يمضى الاستدلال الاستقرائى من معطيات جمعت مسبقا إلى مبادئ عامة موافقة تتجسد بوضوح فى البيان النهائى لكيف يتصرف عالم من العلماء فى بحثه بطريقة مثلى .

إذا حاولنا أن نتخيل مثلا قيامهم بالعمليات المنطقية لتفكيره يستخدم الأسلوب العلمى كان السلوك كالتالى :

١ — نلاحظ كل الوقائع وتدون دون انتقاء أو تخمين قبلى فيما يتعلق بأهميتها النسبية .

٢ — تحلل الوقائع الملاحظة والمدونة وتقارن وتصنف دون فروض أو مسلمات غير تلك الفروض والمسلمات المتضمنة بالضرورة فى منطق التفكير .

٣ — من هذا التحليل تستخلص التعميمات بطريقة استقرائية بصدد العلاقات التصنيفية أو العلية بين الوقائع .

٤ — وفضلا عن ذلك يكون البحث استنباطيا فضلا عن كونه استقرائيا مستخدما الاستدلالات من التعميمات المؤسسة قبلا[٦] .

ان هذه الفقرة تبين أربعة مراحل فى البحث العلمى الأمثل :

(أ) ملاحظة وتدوين كل الوقائع .

(ب) تحليل وتصنيف هذه الوقائع .

(جـ) الاستخلاص الاستقرائى للتعميمات منها .

(د) مزيد من الاختبار للتعميم .

الفرضان ١ ، ٢ من هذه المراحل من الفروض بصفة خاصة أن نستخدم

---

(٦) نوفاك ، علم الاقتصاد الرياضى فى اتجاهات علم الاقتصاد ، المحرر توجويل (نيويورك ١٩٦٣) ص ٢٥٠ .

فيها التخمينات أو كم رفض بصدد ترابط الوقائع الملاحظة ويبدو هذا القيد مفروضا اعتقادا بأن مثل هذه الأفكار المستبقة قد تؤدى إلى تحيز يقضى على موضوعية البحث العلمى .

ولكن وجهة النظر المعبر فى الفقرة المنتبهة والتى يطلق عليها التصور الاستقرائى الضيق لبحث العلمى لا يمكن الدفاع عنها لعدة أسباب .

إن مسحا وجيزا لهذه المراحل يمكن أن يستخدم لتتمة ملاحظتنا السابقة عن الإجراء العلمى .

١ — إن البحث العلمى — كما تصورناه هنا — لا يمكن اقتلاعه من الأساس ، فالوجه الأول من أوجه البحث لا يمكن تنفيذه . لأن جمع كل الوقائع لا بد له من أن ينتظر نهاية العالم وحتى الآن يستحيل جمع كل الوقائع حيث أن هناك عددا لا متناهيا من الوقائع فهل لنا أن نختبر على سبيل المثال كل حبات الرمال فى كل الصحراوات وعلى كل الشواطىء وهل لنا أن ندون أشكالها وأوزانها وتركيبها الكيميائى .

هل لنا أن ندون الخواطر العابرة التى تخطر ببالنا فى هذا الإجراء الشاق. أشكال السحب فوقنا ، لون السماء المتغير ، أدواتنا الكتابية تركيبها واسمها التجارى ، تواريخ حياتنا وحياة زملائنا فى البحث . كل هذه الأشياء وغيرها مما لم يذكر هى بعد كل شىء من بين الوقائع حتى الآن .

ربما كان إذن كل ما ينبغى أن يكون مطلوباً فى الوجه الأول من أوجه البحث هو أن تجمع كل الوقائع المنـــاسبة ولكن مناسبة لأى شىء . لم يذكر هذا .

لنفرض أن البحث معنى بمشكلة معينة ألا ينبغي علينا إذن أن نبدأ بجمع كل الوقائع أو على أحسن الفروض كل المعطيات التي في متناول أيدينا والمناسبة لهذه المشكلة . ومع ذلك تظل هذه الفكرة بغير معنى واضح .

لقد قلد سيمنوير أن يحل مشكلة معينة . ومع ذلك جمع أنواعا مختلفة تماماً من المعطيات في مراحل مختلفة من بحثه . وصوابا ما فعل . ولكن أي أنواع المعطيات هي التي ينبغي أن نجمعها ؟ لا تتحدد هذه الأنواع بالمشكلة موضع الدراسة ولكن تتحدد بإجابة تجريبية عن المشكلة يضعها الباحث في صورة تخمين أو فرض . فإذا كان لدينا تصور بأن الوفاة من حمى النفاس تزداد بالظهور المرعب للتعفن وتابعه الذي يحمل جرثوم الموت كان من الأوفق أن نجمع معطيات عن نتائج تغيير التعفن الطريقة الذي يسلكه.

ولكن التصور بحالته كان غير مناسب لاختبار ما يمكن أن يحدث لو أن الأطباء وطلبة الطب كانوا قد غسلوا أيديهم قبل فحص مرضاهم . بالنظر إلى فرض سيمنوير عن التلوث الداخل الحدث كان واضحا أن المعطيات من النوع الأخير مناسبة .

وأن معطيات النوع قبل الأخير كانت غير مناسبة تماماً .

وهناك أمكن أن توصف الوقائع الامبريقية أو نتائج البحث بأنها مناسبة أو غير مناسبة من الناحية المنطقية فقط وذلك بالرجوع إلى الفرض المقدم لا المشكلة موضع البحث . لنفرض أن فرضا قدم على أنه إجابة تجريبية لمشكلة موضع البحث فأي أنواع المعطيات يكون مناسبا للفرض قد . إن أمثلتنا السابقة توحي بإجابة مفادها أن طبيعة البحث مناسبة للفرض

« ف » إذا كان حدوثه أو عدم حدوثه يمكن أن يستدل عليه من الفرض « ف ».

ولنأخذ على سبيل المثال فرض تورشيلى . كما قلنا استدل باسكال منه على أن عمود الزئبق فى البارومتر لا بد وأن يكون أقصر كلما صعد به إلى أعلى الجبل . ولذلك وجود أثر قائل بأن هذا يحدث فعلا فى حالة معينة يكون مناسبا للفرض . والأثر القائل بأن طول عمود الزئبق يظل دون ما تغير أو أنه ينقص طوله أو يزيد أثناء الصعود يدحض اللزوم الاختيارى للفرض باسكال ولا يتطابق مع فرض تورشلى .

ويمكن أن نطلق على المعطيات من النوع السابق إيجابيا أو تأييديا أنها مناسبة للفرض . ومعطيات النوع الأخير تتصل بالفرض سلبيا وبطريقة مضادة .

القاعدة فى جمع المعطيات أن المعطيات التى تجمع دون توجيه من الفروض المسبقة عن العلاقات بين المعطيات موضع البحث تدحض نفسها بنفسها .

وبالتأكيد لا قيمة لها فى البحث العلمى . وعلى العكس من ذلك الفروض التجريبية ضرورية لتوجيه البحث العلمى . ومثل هذه الفروض تعين من بين أشياء أخرى المعطيات التى لا بد من جمعها عند نقطة معينة فى البحث العلمى ومن المفيد أن نلاحظ أن العلماء الاجتماعيين الذين يحاولون اختبار الفروض بالرجوع إلى المخزون الواسع من المعطيات المدونة بواسطة مكاتب إحصاء السكان فى الولايات المتحدة الأمريكية أو بالرجوع إلى هيئات أخرى لجمع المعطيات أحيانا ما يجدون خيبة آمالهم أن قيم بعض المتغيرات التى تلعب دوراً رئيسيا فى الفروض قد دونت بطريقة منهجية منظمة . ليس المقصود

بهذه الملاحظات بالطبع أن تكون نقداً لجمع المعطيات أصلا . فالمشتغلون بجمع المعطيات يحاولون بغير شك انتقاء المعطيات التي يثبت أنها مناسبة للفروض المستقلة . المقصود بالملاحظة وببساطة هو تصور استحالة جمع كل المعطيات المناسبة دون معرفة الفروض التي يراد مناسبة المعطيات لها . إن المرحلة الثانية في فكرتنا المنتسبة قابلة هي الأخرى لانتقاد مماثل إن المعطيات يمكن أن تصنف وتحلل بطرق مختلفة لا يكون أغلبها كاشفا لأغراض البحث العلمي اذ كان في استطاعة سيملويز أن يصنف النساء في عناوين الولادة وفقا لمعايير كالسن ، مكان الإقامة ، الحالة الزواجية ، العادات الغذائية .. إلخ.

ولكن المعلومات عن هذه الأمور ما كانت لتزوده بالحلول لتوقعات المرضى أن يصيبن ضحايا حمى النفاس . ما كان يلتمسه سيملويز كان مرتبطا بهذه التوقعات بشكل واضح . ومن أجل هذا الغرض كان يجب عزل أولئك النسوة اللائي كن تحت رعاية الهيئة الطبية ذات الأيدي الملوثة . لأن ارتفاع نسبة الوفاة من حمى النفاس كان مرتبطا بهذا الطابع المميز للهيئة الطبية أو للمرضى المتصلين بهم . ومن ثم إذا كانت هناك طريقة خاصة بتصنيف وتحليل للنتائج الأمبريقية تؤدي إلى تفسير الظواهر المعنية لكان واجبا قيام هذه الطريقة على فروض عن كيفية ارتباط هذه الظواهر بها . إذ بدون هذه الفروض يصبح التصنيف والتحليل على نحو أعمى . تأملاتنا النقدية للمرحلتين الأولى والثانية من البحث في الفقرة المنتسبة تنصب أساسا على فكرة أن الفروض تقدم فحسب في المرحلة الثانية بواسطة استدلال استقرائي من معطيات جمعت قبلا وهنا لا بد من إضافة بعض ملاحظات عن الموضوع .

يفهم الاستقراء أحيانا على أنه منهج يتأدى بواسطة قواعد ميكانيكية من وقائع ملاحظة إلى مبادئ عامة مناسبة . وفي هذه الحالة تزودنا قواعد الاستدلال الاستقرائي بقوانين إيجابية للاكتشاف العلمي. ويكون الاستقراء إجراءا ميكانيكيا مماثلا للنظام المألوف في ضرب الأعداد يتأدى بعدد محدد من الخطوات المعينة قبلا والتي يمكن إجراؤها ميكانيكيا إلى الحاصل المطلوب . إلا أنه ليس ثمة في الوقت الحالي مثل هذا الإجراء الاستقرائي الميكانيكي العام الذي يكون في متناول أيدينا . وإلا لما ظلت على سبيل المثال المشكلة الخاصة بتعليل السرطان دون ما حل حتى اليوم بالرغم من دراستها كثيراً . والاكتشاف مثل هذا الإجراء ليس وارداً في الحسبان أبداً . إذ عادة ما تصاغ الفروض والنظريات العلمية في عبارات لا ترد على الإطلاق (بالمرة) في وصف النتائج الامبريقية التي تقوم عليها تلك الفروض والنظريات فعلى سبيل المثال النظريات الخاصة بالتركيب الذري ودون الذري لمادة تتضمن ألفاظا مثل « ذرة » ، « إلكترون » ، « بروتون » ، « نيترون » .. إلخ . في حين أنها تقوم على النتائج المعملية الطيوف الغازات المختلفة والآثار في مواضع السحب وتفاعلات الماء والظاهر الكهربية لردود الفعل الكيميائية .. إلخ . تلك التي يمكن أن توصف دون استخـــدام المصطلحات الفنية النظرية .

قد يتعين على قواعد الاستقراء من النوع الذي تخيلناه هذا أن تزودنا بنظام ميكانيكي يقوم على أساس المعطيات وذلك لإقامة الفروض والنظريات المعقدة بلغة التصور المجرد تماماً . والمستخدم أصلا في وصف المعطيات نفسها . بالتأكيد ليس ثمة قاعدة ميكانيكية لاجراء معين يمكن أن نتوقع

منه تحقيق هذا الشرط . وعلى سبيل المثال هل يمكن أن تكون هناك قاعدة عامة يمكن عند تطبيقها على المعطيات المناسبة للفاعلية المحددة للضغط الماص عند جالليو أن تنتج بواسطة إجراء ميكانيكي بحت فرضاً قائماً على تصور بحر من الهواء . إن الإجراءات الميكانيكية لاستنتاج فرض من الفروض بطريقة استقرائية وعلى أساس المعطيات قد تكون محددة بمواقف بسيطة نسبيا ومن نوع خاص . والمثال على ذلك إذا قيس طول قضيب من النحاس في درجات حرارة مختلفة كان التزاوج القائم بين درجات الحرارة وطول القضيب يمكن أن تمثله نقط في نسق إحداثي مستوى ويمكن رسم منحنى عبر هذه النقط وفقا لقاعدة من قواعد إعداد المنحنى .

فالمنحنى إذن يمثل بيانيا فرضاً كيفياً عاماً معبراً عن طول القضيب كدالة لدرجة حرارته . ولكن من الملاحظ أن هذا الفرض لا يتضمن ألفاظا جديدة وإنما يعبر عنه بتصور الحرارة والطول المستخدمين أيضاً في وصف المعطيات . وفضلا عن ذلك يفترض اختيار القيم المترابطة للحرارة والطول فرضاً أوليا موجها يعني أنه يرتبط مع كل قيمة من قيم درجات الحرارة قيمة من قيم طول قضيب النحاس بحيث أن طول القضيب يكون دالة لدرجة حرارته وحدها في واقع الأمر . فالنظام الميكانيكي لإعداد المنحنى يستخدم إذن لانتقاء دالة خاصة على أنها الدالة الأوفق . هذه النقطة عامة . لأننا لو فرضنا أنه بدلا من قضيب النحاس اخترنا كثافة غاز النتروجين المبدأ في إناء اسطواني له غطاء متحرك وأننا نقيس حجمه في درجات الحرارة المختلفة . إذا كان لنا أن نستخدم هذا الإجراء لنحصل من معطياتنا على فرض عام يمثل حجم الغاز كدالة لدرجة حرارته فإننا نحقق لأن حجم الغاز دالة لكل

من درجة حرارته وضغطه الواقع عليه بحيث يفترض لانفاذ أحجاما في درجة حرارة معينة .

فحتى في هذه الحالات البسيطة تقوم الإجراءات الميكانيكية لتأسيس الفروض بجزء فقط من العمل لأنها تفترض مسبقا فرضا أقل نوعية (أعني أن متغيراً فيزيائيا معينا هو حالة لمتغير آخر مفرد) لا يمكن الحصول عليه بنفس الإجراء .

ليست هناك إذن قواعد استقرائية عامة يمكن تطبيقها . تلك القواعد التي يمكن بواسطتها أن تستنتج الفروض والنظريات من المعطيات الامبريقية . يحتاج الانتقال من المعطى إلى النظرية إلى خيال مبدع . فالفروض والنظريات العلمية لا تستنتج من المعطيات الملاحظة ولكن تخترع لتفسيرها : إنها تضمن العلاقات بصدد الإجراءات والنماذج التي تكمن وراءها في الظواهر موضع الدراسة[1] إن التخمينات السارة من هذا النوع تتطلب عبقرية عظمى وخاصة إذا تضمنت انفصالا جذريا عن ضروب التفكير العلمي السائدة كما فعلت على سبيل المثال نظريتا النسبية والكوانتم . يقول

---

(١) لقد قدم هذا التمييز بالفعل وايم هوبل في كتابه (فلسفة العلوم الاستقرائية) الطبعة الثانية (لندن جون باركر ١٨٤٢) المجلد الثاني ص ٤٤ ، حيث كان هوبل أيضاً من الاختراع كجزء من الاستقراء ص ٥٦ وفي نفس المعنى يشير كارل بوبر إلى الفروض والنظريات العلمية على أنها تخمينات . انظر له على سبيل المثال مقالة (العلم : تخمينات وتفنيدات) في كتابه (تخمينات وتفنيدات) نيويورك ولندن الكتب الأساسية سنة ١٩٦٢ . وفي الواقع انه واقف الفيلسوف استمرارا قبلا تصوره الاستقرائي الضيق للإجراء العلمي لانه يؤكد أن العقل الإنساني المحدود يجب عليه أن يستقدم اجراء معقدا بدرجة كبيرة ويتطلب خيالا خلقيا والقاء للمعطيات على أساس فرض من الفروض التصورية انظر ص ٤٠ من المقال المستشهد به في الفقرة الثانية السابقة .

المجهد الاختراعي المطلوب في البحث العلمي من الألفة التامة مع المعارف الجارية في هذا المجال من مجالات البحث . والمبتدئ في البحث من الصعب عليه القيام بكشف علمي هام لأن الأفكار التي يمكن أن تخطر له من المحتمل أن تكرر ما جرت محاولته من قبل أو قد تجري في صدام مع الوقائع والنظريات الثابتة التي لا يدري بها .

ومع ذلك تختلف الطرق التي نصل بها إلى التخمينات المثمرة عن أية عملية من عمليات الاستدلال المنهجي المنظم فمثل سبيل المثال يخبرنا الكيميائي كيكوليه بأنه حاول ولفترة طويلة أخفق في أن يبتدع صيغة بنائية لجزئ البنزين . وذات مساء وبينما كان غافياً أمام مدفأته وجد حلا لمشكلته إذ لدى حلمه في الوهج بدا له أنه يرى ذرات تتراقص في مجموعات على هيئة أنبوب وفجأة شكلت إحدى الجزيئات حلقة بالإمساك بديلها ثم التفت باستهزاء أمامه واستيقظ كيكوليه في ومضة . لقد وقف على الفكرة المشهورة والمألوفة الآن عن تمثيل بنية جزئ البنزين بحلقة مسدسة . لقد قضى بقية الليل في استخراج النتائج من هذا الفرض[1] .

تتضمن الملاحظة الأخيرة تذكرة هامة خاصة بموضوعية العلم . ففي محاولة العالم إيجاد حل لمشكلته قد يطلق العنان لخياله ويجري تفكيره المبدع قد يتأثر بالأفكار العلمية المشكوك في صحتها . فدراسة كبلر لحركة الكواكب (الأفلاك) كانت مستوحاة من اهتمامه بمذهب صوفي عن الأعداد وشغف

---

(١) انظر للتفصيلات من تقرير كيكوليه المقدم في كتاب (فندلاي) بعنوان مائة عام من الكيمياء) الطبعة الثانية — لندن جورج ديكورت وشركاه سنة ١٨٨٨ ص ٣٢ ويقترح : في البحث العلمي الطبعة الثالثة — لندن شركة وليام هاينمان المحدودة سنة ١٩٥٦ ص ٥٦ .

بالبرهنة على موسيقى الأفلاك. ومع ذلك يجب التوضيح بأن المبدأ القائل بأنه يمكننا افتراض والنظريات من الممكن اختراعها وتقديمها بحرية فى العلم إلا أنها لا تقبل فى دائرة المعرفة العلمية إلا إذا مرت بالتحقيق النقدى الذى يتضمن بالأخص اختيار الفروض والاضطرارية عن طريق الملاحظة والتجربة الدقيقة . إن من الخير للاهتمام أن يلعب الخيال والاختراع الحر دوراً هاماً مماثلا فى تلك المباحث التى تصدق نتائجها خاصة بواسطة الاستدلال الاستنباطى وعلى سبيل المثال فى الرياضيات .

لأن قواعد الاستدلال الاستنباطى لا ينتج عن أى منها قواعد ميكانيكية للاكتشاف .

وكما اتضح فى قاعدة الرفع السابقة يعبر عن هذه القواعد عادة فى صورة الأشكال البرهانية العامة أية صورة منها هى برهان استنباطى صحيح منطقياً إذا ما قدمت مقدمات من نوع معين فإن هذه الصورة تحدد فى الواقع طريقاً للسير إلى النتيجة النهائية . وبالنسبة لأى عدد محدد من المقدمات تستطيع قواعد الاستدلال الاستنباطى أن نستخلص عدداً لا متناهيا من النتائج الاستنباطية الصحيحة منطقياً ولنأخذ على سبيل المثال قاعدة بسيطة تمثلها الصورة الآتية : $\frac{\text{س}}{\text{س أو ص}}$.

إنها فى واقع الأمر تخبرنا أنه من القضية القائلة بأن س هى الحالة ينتج إن س أو ص هى الحالة حيث يمكن أن تكون س، ص أية قضايا أيا كانت لفظة « أو » مفهومة هنا بمعنى غير استبعادى (شمولى) فى المجال المنطقى بحيث تكون س أو ص مكافئة لـ س أو ص أو كلا من س ، ص .

من الواضح أنه إذا كانت مقدمات البرهان من هذا النحو صادقة فلابد وأن تكون النتيجة أيضاً صادقة ومن ثم فأى برهان له هذه الصورة المعينة صحيح منطقياً .

هذه القاعدة الواحدة تجيز لنا أن نستنتج نتائج كثيرة مختلفة ولا متناهية من أية مقدمة واحدة . فمن المقدمة القائلة « القمر ليس له غلاف جوى » يجوز أن نستنتج قضية من ذات الصورة « القمر ليس له غلاف جوى أومن » حيث يمكننا أن نكتب بدلا من س أية قضية أيا كانت . لا يهم ما إذا كانت صادقة أو كاذبة . فعلى سبيل المثال « الغلاف الجوى للقمر رقيق جداً » « القمر غير مأهول » ، « الذهب أكثف من الفضة » ، « الفضة أكثف من الذهب » .. إلخ . (من المثير للاهتمام ومن اليسير أن نبرهن على أن القضايا اللامتناهية يمكن تكوينها فى الانجليزية وكل واحدة من هذه القضايا يمكن أن تحل محل المتغير س) .

وبطبيعة الحال تضاف قواعد أخرى للاستدلال الاستنباطى إلى القضايا الكثيرة التى تستخلص من مقدمة واحدة أو مجموعة من المقدمات . فإذا قدمت مجموعة من القضايا كمقدمات لم تقدم قواعد الاستنباط توجيهات لإجراءات الاستدلال . إنها لا تفرد قضية معينة باعتبارها النتيجة التى يتعين استخلاصها من المقدمات ولا تخبرنا عن كيفية الحصول على نتائج هامة من الناحية الإجرائية .

إنها لا تزودنا مثلا بنظام ميكانيكى لاستخلاص البرهنات الرياضية المتميزة من المقدمات الواردة . إن اكتشاف البرهنات الرياضية المثمرة شأن اكتشاف النظريات العامة المثمرة فى العلم الامبريقى يتطلب مهارة

إبداعية يطلق عليها التخمين الإبداعي بعيد النظر . ومع ذلك فالاهتمام بالموضوعية العلمية يحتم طلب الصحة الموضوعية لمثل هذه التخمينات (الظنون) ومعنى هذا في الرياضيات البرهنة بالاشتقاق الاستنباطي من البديهيات ولكن حين تقدم للقضية الرياضية كظن أو تخمين تتطلب البرهنة أو عدم البرهنة على صحتها مهارة وإبداعا غالبا ما يكونان من عيار عال جداً . لأن قواعد الاستدلال الاستنباطي بإجراء ميكانيكي لإقامة البرهان أو دحضه قدرها التطبيقي هو بالأحرى أكثر اعتدالا . إذ تستخدم كمكنات لسلامة الحجج المقدمة كبراهين تؤسس الحجج براهين رياضية صحيحة إذا تأدينا من البديهيات إلى البرهنات المشروعة بسلسلة من الخطوات الاستدلالية . كل منها صحيح وفقا لقواعد الاستدلال الاستنباطي لاختبار ما إذا كانت الحجة المقدمة برهانا صحيحاً بهذا المعنى هو في واقع الأمر عمل ميكانيكي بحت . فالمرحلة العلمية — كما رأينا — لا يمكن الوصول اليها بتطبيق بعض إجراءات الاستدلال الاستقرائي من معطيات محصلة قبلا ولكن الوصول اليها هو بالأحرى بما يسمى غالباً « منهج الفروض » أي باختراع فروض تقدم كإجابات تجريبية عن مشكلة من المشكلات قيد البحث . وبعد ذلك تخضع هذه الفروض للاختبار الامبريقي . وسيكون جزءاً من هذا الاختبار أن نرى ما إذا كان الفرض من الممكن أن تؤيده نتائج تجريبية موافقة تم التوصل اليها قبل صياغته . الفرض المقبول يتعين أن يلائم المعطيات المتاحة . ويكون جزء آخر من الاختبار في اشتقاق لزومات اختبارية جديدة من الفروض واختبارها في ضوء التجارب والملاحظات المناسبة . فكما لاحظنا قبلا لا يؤسس الاختبار المناصق بنتائجه المقبولة فرضا سليما . ولكن يزودنا بتأييد للفرض بدرجة أقل أو أكثر .

وحيث أن البحث العلمي لم يكن استقرائيا بالمعنى الضيق الذى تناولناه بشيء من التفصيل أمكن أن يقال إن البحث العلمي استقرائي بمعنى أوسع بقدر ما يتضمن قبول الفروض على أساس المعطيات التي لا تقدم بينة حاسمة بطريقة استنباطية ولكن تعبرها قدراً قليلا أو كثيراً من التأييد الاستقرائي. وأية قواعد للاستقراء يتعين إدراكها بالمماثلة مع قواعد الاستنباط على أنها قوانين للصحة أكثر منها قوانين الاكتشاف. وبعيداً عن توليد فرض يفسر النتائج الامبريقية الواردة تفترض مثل هذه القواعد قبلا أن كلا من المعطيات التي تقوم مقام المقدمات في البرهان الاستقرائي والفرض التجريبي الذى يفسر نتيجتها ضمن المعطيات والذا تقرر محكمات اسلامة البرهان. ووفقا لبعض نظريات الاستقراء تحدد القواعد قوة التأييد التي تمنحهـــا المعطيات للفرض. وقد تعبر هذه القواعد عن مثل هذا التأييد بلغة الاحتمالات التي تؤثر على التأييد الاستقرائي وإمكان قبول الفروض العلمية.

٣ ـ اختبار الفرض منطقه وقوته :

٣ ـ ١ الاختبارات التجريبية وغير التجريبية :

نعود إلى فحص أوثق للاستدلال الذى تعتمد عليه الاختبارات العلمية والنتائج التي يمكن استخلاصها من حاصل الاختبارات . فسنستخدم ـ وكما سبق ـ لفظة « فرض » للإشارة إلى أية قضية تحت الاختبار . لا يهم ما إذا كانت تفيد في وصف واقعة أو حادثة معينة أو تعبر عن قانون عام أو قضية ما من القضايا الأخرى الأكثر تعقيداً ولنبدأ بملاحظة بسيطة يتعين علينا أن نشير اليها .

عادة ما تكون التزومات الاختبارية لفرض من الفروض ذات طابع

شرطى . إنها تخبرنا بأنه فى ظل ظروف اختيار معين تنتج نتيجة من نوع معين . والقضايا التى لها تأثير إلى هذا الحد يمكن وضعها فى الصورة الشرطية التالية :

لذا تحققت شروط من النوع و ـ ه ستحدث حادثة من النوع ه .

وعلى سبيل المثال أنتج فرض من الفروض التى فحصها سيلاوز اللزوم الاختبارى القائل : إذا وضعت النساء المريضات فى القسم الأول فى وضع جنبى سينخفض معدل الوفاة من حمى النفاس أو إذا كانت المريضات فى القسم الأول يضعن مواليدهن وهن فى الوضع الجنبى سينخفض معدل الوفاة من حمى النفاس وكان اللزوم الاختبارى للفرض النهائى .

إذا عمل الأشخاص القائمون على أمر النساء فى القسم الأول أيديهم فى محلول من الجير المقى بالكلور سينخفض حينئذ معدل الوفاة من حمى النفاس .

وبالمثل تضمنت اللزومات الاختبارية لفرض تورشيللى قضايا شرطية مثل :

إذا كان بارومتر تورشيللى عمودا إلى ارتفاعات متزايدة سيتناقص إذن طول عمود الزئبق وهذه اللزومات الاختبارية مزدوجة المعنى . فهى لزومات للفروض التى منها استخلصت ولها صورة القضية الشرطية إذا ... إذن التى تسمى فى المنطق باللزومات الشرطية .

وفى كل الأمثلة الثلاثة التى أوردناها أمكن التحقق تكنولوجيا من شروط الاختبار من النوع وجه وهكذا يمكن أن تحدث حتى شتنا وتحقيق تلك الشروط يتضمن بعض التحكم فى عامل من العوامل التى تؤثر على الظاهرة موضع الدراسة . الوضع أثناء الولادة — غياب أو حضور لنادة المعدية

الضغط الجوى فى الطبقات العليا . (حدوث حى الغاس فى الحالتين وطول عمود الزئبق فى الحالة الثالثة) .

تعدنا اللزومات الاختيارية من هذا النوع بأساس للاختبار التجريبى يؤدى إلى إحداث الشروط (ج) واختبار ما إذا كانت « تحدث بالمعيار أنها متضمنة فى الفرض . والكثير من الفروض العلمية يعبر عنها بألفاظ كمية . ففى أبسط حالة تمثل قيمة متغير كمى باعتبار أنه دالة رياضية لمتغيرات أخرى معينة . ومن ثم يمثل قانون الغاز الكلاسيكى ح = ع . د/ص يمثل حجم مقدار من الغاز كدالة لدرجة حرارته وضغطه (ع عامل ثابت) وتنتج قضية من هذا النوع الكثير من اللزومات الاختيارية الكمية للاهتمامية العدد . وفى مثالنا هذه اللزومات لها الصورة التالية إذا كانت درجة حرارة مقدار من الغاز هى د وضغطه هو ص فإذن حجمه هو ع . د/ص . ويمكن الاختبار التجريبى فى تنويع قيم المتغيرات المستقلة واختبار ما إذا كان المتغير الناتج يفترض القيم المتضمنة فى الفرض . عندما يكون التحكم التجريبى مستحيلا وعندما تكون الشروط «ج» المذكورة فى اللزوم الاختيارى لا يمكن حدوثها أو تنويعها بالوسائل التكنولوجية المتاحة لا بد للفرض إذن من أن يختبر بطريقة غير تجريبية بالبحث عن أو انتظار حالات تتحقق فيها الشروط النوعية ثم اختبار ما إذا كانت « تحدث فعلا أم لا .

إنه أحيانا ما يقال أنه فى الاختبار التجريبى لفرض كى تتغير واحدة فقط من المكيات المذكورة فى الفرض بينما تظل الظروف الأخرى ثابتة . ولكن هذا مستحيل . ففى الاختبار التجريبى لقانون الغاز مثلا يتغير الضغط حيث تظل درجة الحرارة ثابتة أو العكس بالعكس ولكن الظروف الأخرى

تتغير أثناء العملية وربما من بينها الرطوبة النسبية ، شدة الإضاءة ، قوة المجال المغناطيسي في المعمل وبالتأكيد بعد مقدار الغاز من الشمس أو القمر . وليس ثمة سبب يدعونا لأن نحاول الاحتفاظ بأكبر عدد ممكن من هذه العوامل ثابتاً إذا كانت التجربة لاختبار قانون الغاز باعتباره قانوناً خاصاً . فالقانون يقرر أن حجم مقدار معين من الغاز يتحدد تماماً بواسطة درجة حرارته وضغطه . ولذلك يتضمن أن العوامل الأخرى غير موافقة للحجم بمعنى أن للتغيرات في هذه العوامل لا تؤثر على حجم الغاز والدماغ لمثل هذه العوامل الأخرى بالتغير هو اكتشاف لمدى أوسع من الحالات بحثاً عن التنفيذ الممكن للغرض موضع الاختبار . ومهما يكن يستخدم التجريب في العلم لا كمنهج للاختبار فحسب ولكن كمنهج للاكتشاف أيضاً . وفي هذا السياق الثاني — كما نرى — يكون لطلب إبقاء عوامل معينة ثابتة معنى طيباً .

استخدام التجريب كمنهج للاختبار :

أوضحنا تجارب تورشلي وبيريه . والآن إن فرضاً من الفروض قدم وتجرى التجربة لاختباره . وفي حالات أخرى حيث لم تفرض بعد فروض معينة يبدأ العالم بتضمين تخ . وقد يستخدم التجريب كمرشد لفرض أكثر تحديداً . ففي دراسة كيف يسلك سلك معدني أن يتمدد بواسطة تمثل يتدلى منه ومعلقاً عليه . قد يظن أن الزيادة الكلية في الطول تعتمد أساساً على الطول المبدئي للسلك وعلى مقطع النلاق وعلى نوع المعدن المصنوع منه السلك وعلى وزن الجسم المعلق عليه . ويمكن حينئذ إجراء تجارب لتحديد ما إذا كانت تلك العوامل تؤثر على زيادة الطول (وهنـــا يستخدم التجريب كمنهج

للاختبار) وإذا كان الأمر كذلك فكيف يالضبط تؤثر على التغير الناتج أى ما هى الصورة الرياضية الخاصة بالتجربة بالضبط (هنا يستخدم التجريب كمنهج للاكتشاف) . ومعرفة أن طول السلك يتوقف على درجة الحرارة يحتفظ المجرب أولا وقبل كل شىء بدرجة حرارة الجسم ثابتة (ولو أنه فيما بعد قد يغير درجة الحرارة تغييراً منتظما ليتأكد ما إذا كانت قيم معينة فى الدوال تربط بين زيادة الطول والعوامل الأخرى متوقفة على درجة الحرارة) .

فى التجربة على درجة الحرارة الثابتة تغير العوامل التى يعتقد أنها موافقة لأحد العوامل مرة محتفظين بالعوامل الأخرى ثابتة . وعلى أساس النتائج التى نحصل عليها نصيغ تجريبياً التعميمات التى تعبر عن الزيادة فى الطول كدالة لطول غير الممتد والوزن وهكذا ومن هناك نتقدم لإقامة صيغة أكثر عموماً تمثل الزيادة فى الطول كدالة لكل المتغيرات التى كانت موضع اختبار .

إذن فى الحالات من هذا النوع والتى يستخدم التجريب فيها كطريقة موجهة مساعدة على الكشف كوجه لاكتشاف الفروض إن مبدأ الاحتفاظ بكل العوامل الخاصة ثابتة عدا واحداً منها يكون ذا معنى طيب . ولكن أقصى ما يمكن عمله بالضبط هو الاحتفاظ بكل العوامل التى يعتقد أنها مناسبة بمعنى الإبقاء على الظاهرة موضع الدراسة ثابتة عدا عامل واحداً : إنه من الممكن دائماً أن تكون بعض العوامل الأخرى الهامة قد أسقطت .

إنها إحدى السمات الدهشة وإحدى الميزات المنهجية الكبرى للعلم الطبيعى ان الكثير من فروضه يقبل الاختبار التجريبى . ولكن الاختبار

للتجريبي للفروض من الممكن أن يقال أنه سمة مميزة لكل العلوم الطبيعية وحدها فهم لا يقيم خطا فاصلا بين العلم الطبيعي والاجتماعي لأن إجراءات الاختبار التجريبي تستخدم أيضاً في علم النفس وعلم الاجتماع ولكن إلى مدى أقل . وأيضاً يتزايد باطراد تناقل الاختبار التجريبي مع التقدم في التكنولوجيا الأساسية . وأكثر من ذلك ليست كل الفروض في العلوم الطبيعية تقبل الاختبار التجريبي . وعلى سبيل المثال القانون الذي صاغه ليفيت وشابلي للتغيرات الدورية في شدة الإضاءة في خط معين لنجم متغير يسمى كلاسيكيا سفايد ، يقرر القانون أنه كلما كانت الفترة في لمثل هذا النجم أطول ، أي الفاصل الزماني بين حالتين متعاقبتين من شدة الاضاءة كلما كان ضوءها الذاتي أعظم . وبلغة كمية م = — (ا + ب . فترة طويلة . ف) حيث م المجرم الذي يتغير بالتعريف تغيرا عكسيا مع شدة الاضاءة للنجم . يتضمن هذا القانون من الناحية الاستقبالية أي عدد من القضايا الاختبارية التي تقرر ما سيكون عليه جرم سفايد إذا كان لفتراته هذه أو تلك القيمة الخاصة . وعلى سبيل المثال ٣ر٠ يوما أو ٥ر١٧ يوما . ولكن سفايد بفتراته النوعية لا يمكن أن توجد حتى هنا . ومن ثم لا يمكن أن يختبر القانون تجريبياً . وبالأحرى لا بد فلكي أن يذرع السموات بحثا عن حالات سفايد جديدة . وعليه بعد ذلك أن يحاول التأكد مما إذا كان جرمها وفترتها يتناسبان مع القانون الافتراضي .

٣ — ٢ دور الفروض المساعدة :

قلنا قبلاً أن اللزومات الاختبارية تستخلص من الفروض موضع الاختبار . إلا أن هذه القضية تشير فقط إلى العلاقة بين الفرض والقضايا التي تستخدم باعتبارها لزوماته الإختبارية . وفي واقع الأمر من الممكن استقبالياً أن

نستخلص من الفرض قضايا شرطية معينة تستخدم كقضايا اختبارية لهذا الفرض وكما رأينا يتضمن قانون لوفيت / شابلن استنباطيا قضايا من الصورة .

« إذا كان النجم س في حالة سفايد وله مدة أيام كثيرة إذن سيكون جرمه كذا وكذا. ولكن غالبا مايكون استخدام اللزوم الاختباري أقل بساطة وحتما . ولنأخذ على سبيل المثال فرض سيلويز القائل بأن حمى النفاس يحدثها التلوث بالمادة المعدية . لنفحص اللزوم الاختباري القائل بأنه إذا كان على الأشخاص القائمين على رعاية المرضى أن يغسلوا أيديهم بمحلول الجير المنتي بالكلور فإن نسبة الوفاة حينئذ من حمى النفاس تقل. هذه القضية لا تنتج استنباطيا من الفرض وحده . فاشتقاقها يفترض مسبقا المقدمة الإضافية القائلة بأنه بخلاف الصابون والماء وحدهما سيقضي محلول الجير المنتي بالكلور على المادة المعدية - هذه المقدمة التي يسلم بها ضمنا في البرهان تلعب دورا فيما نطلق عليه الفرض المساعد في اشتقاق القضية الاختبارية من فرض سيلويز ومن ثم لا يجوز لنا أن نقرر هنا أنه إذا كان الفرض « ف » صادقا كان اللزوم الاختباري « ل » كذلك ولكن إذا كان كل من ف والفرض المساعد صادقين كان اللزوم الاختباري « ل » كذلك .

الاعتماد على الفروض المساعدة هو القاعدة أكثر منه الاستثناء في اختبار الفروض العلمية وله نتائج هامة لمسألة ما إذا كانت نتيجة من نتائج الاختبار غير موافقة لواحدة من النتائج التي تبين أن « ل » كاذبة . فقط يمكن التمسك بها لدحض الفرض موضع الاختبار .

إذا كانت « ف » وحدها تتضمن « ل » وكانت النتائج الامبريقية تبين

أن ل كاذب كان لا بد من وصف « ف » بكونه كاذباً . ينتج هذا ببرهان الوضع (١٢) ولكن عندما تستخلص ول« من ف في تعاطف مع فرض أو أكثر من الفروض المساعدة م يجب أن يستبدل الشكل (١٢) بالشكل الآتي :

إذا كان كل من « ف ، م » صادقين كان ل كذلك

ولكن (كما تبين التجربة) ل ليس صادقاً

ف « م ليس كلاهما صادقاً

ومن ثم إذا كان الاختبار يبين أن ول« كاذب أمكن أن يستدل على أن كلا من العرض والفروض المساعدة المتضمنة في م لا بد كاذبة . ولذلك لا يمدنا الاختبار بأسباب قوية لرفض « ف » . وعلى سبيل المثال إذا كان الإجراء المظهر الذي أدخله سيمبلوز قد ترتب عليه انخفاض معدل الوفاة لكان محتملا أن يظل فرض سيملوز صادقاً . فالنتيجة السلبية للاختبار قد تعزى إلى عدم فاعلية محلول الجير المنقى بالكلور كمطهر .

هذا النوع من المواقف ليس احتمالا مجرداً فحسب . فالفلكي تيخو براهة الذي أمدته ملاحظاته الدقيقة بالأساس الامبريقي لقوانين كبلر عن حركة الكواكب السيارة رفض تصور كوبرنيكوس أن الأرض تتحرك حول الشمس وقدم السبب الآتي من بين أسباب أخرى .

إذا كان فرض كوبرنيكوس صادقاً كان الاتجاه الذي يرى فيه ملاحظ على الأرض نجماً ثابتاً في السماء في وقت محدد من النهار لا بد وأن يتغير بالتدريج لأنه في مجرى الرحلة السنوية للأرض حول الشمس يلاحظ النجم

من نقطة مميزة تتغير باطراد كما يلاحظ طفل على أرجوحة تأرجح وجها مشاهداً من نقطة مشهورة متغيرة وذلك يراه فى اتجاه متغير باستمرار على الدوام وبتحديد أكثر إن الاتجاه من الملاحظ إلى النجم لا بد وأن يتغير دوريا بين طرفين فى مقابل النقط المتميزة المناظرة على مدار الأرض حول الشمس . والزاوية المقابلة هذه النقط تسمى بالاختلاف السنوى للنجم . فكلما كان النجم أبعد من الأرض كلما كان اختلاف منظره أضأل . ولقـــد بحث تيخو براهة قبل إدخال التلسكوب بأدواته البالغة الدقة عن البينة لمثل هذه الحركات التزيحية للنجوم الثوابت ولم يجد بينة واحدة ولذلك رفض الفرض القائل بحركة الأرض . ولكن اللزوم الاختيارى القـــائل بأن النجوم الثوابت تكشف عن حركات التزيح الملاحظة يمكن أن يستخلص من فرض كوبرنيكوس وحده وبمعاونة الفرض المساعد القائل بأن النجوم الثوابت قريبة من الأرض لدرجة أن مركباتها التزيحية كبيرة بدرجة كافية لرصدها بواسطة أدوات تيخو براهة . لقد كان تيخو براهة على وعى بعمل الفرض المساعد واعتقد أن لديه أسبابا لاعتباره صادقاً . ومن ثم أحس بأنه مضطر لطرح تصور كوبرنيكوس . ومنذ هذا الوقت وجد أن النجوم الثوابت تكشف عن الإزاحات فى مواقع الكواكب . ولكن وجد أن فرض كوبرنيكوس المساعد كان خاطئاً . حتى أقرب النجوم الثوابت كان أبعد بعداً مما افترض هو وكذلك تطلبت مقاييس التزيح تلسكوبات قوية وتجهيزات فنية بالغة الدقة . وأول مقياس لتزيح نجمى مقبول بوجه عام أجرى سنة ١٨٣٨ .

وتصل دلالة الفروض المساعدة فى الاختبار إلى أبعد حد . لنفرض أن الفرض «ف» اختبر بضبط اللزوم الاختيارى إذا كان «ج» إذن «د» «د»

الذى يستخلص من ف ومجموعة من الفروض المساعدة « م » يصل الاختبار نهائياً إلى ضبط ما إذا كانت هـ تحدث أو لا تحدث فى موضع الاختبار تحقق فيه الشروط « ج » وفقاً لأفضل ما يعرفه الباحث . إذا لم تكن هذه هى الحالة فى واقع الأمر وإذا كانت معدات الاختبار على سبيل المثال خاطئة أو غير خاصة بالقدر الكافى فقد تحقق هـ فى أن تحدث حتى إذا كان كل من ف ، م صادقا . ولهذا السبب فإن المجموعة الكلية للفروض المساعدة يمكن أن يقال إنها تتضمن افتراض أن نظام الاختبار يفى بالشروط الخاصة بـ « ج » .

هذه النقطة هامة بصفة خاصة عندما يكون الفرض موضع التحقيق قد صمد جيداً فى الاختبارات السابقة وكان جزءاً أساسياً من نسق أكبر لفروض مقتدرة لدرجة أنها تتأيد بوجه أخرى متعارضة . وفى حالة كهذه من المحتمل أن يبذل جهد لتفسير عدم حدوث « هـ » بيان أن الشروط « ج » لم تكن مستوفاة فى الاختبار . وكمثال للفحص الفرض القائل بأن الشحنات الكهربية لها بنية ذرية وأنها جميعاً تضاعيف تكاملية لشحنة الذرة من الكهرباء (الإلكترون) التى أيد هذا الفرض تأييداً بالغ الأثر من التجارب التى أجراها ميليكيان سنة ١٩٠٩ وما بعدها . فى الشحنة الكهربية للذرة الفردة فى هذه التجارب وقطرات دقيقة من سائل ما من السوائل كالزيت أو الزئبق حددت بقياس سرعات النقط الصغيرة بينما تتساقط فى الهواء بتأثير الجاذبية أو ترتفع بتأثير مجال كهربى مضاد . وجد ميليكيان أن كل الشحنات إما أنها متعادلة متساوية أو تضاعيف تكاملية صغيرة لشحنة أساسية معينة تلك الشحنة التى عينها بناء على ذلك باعتبارها شحنة الكترون . وعلى

أساس القياسات الدقيقة والعديدة أعطى قيمتهـــا بالوحدات الكهربية الاستاتيكية باعتبارها ٤٫٧٧٤ × ١٠^-١٠ وسرعان ما تحدى هذا الرقم العالم الفيزيائي أهرنهافت في فيينا فأعلن أنه كرر تجربة ميليكيان ووجد الشحنات أصغر من الشحنة الإلكترونية التي عينها ميليكيان . في مناقشته لنتائج أهرنهافت[1] اقترح ميليكيان مصادر عديدة محتملة للخطأ (أي انها كانت لمعاملات الاختبار) قد تفسر النتائج التجريبية الفاسقية الواضحة لأهرنهافت وذلك كالتبخر أثناء الملاحظة انقص وزن القطيرة ، تكوين قشرة مؤكسدة على قطرات الزئبق المستخدمة في بعض تجارب أهرنهافت ، التأثير المزعج للجزيئات الغبار العالقة بالهواء ، القطيرة التي كانت تستقر على بؤرة التكوب المستخدم في ملاحظتها . انحراف القطرات الصغيرة جداً عن الشكل الكروي المطلوب . الأخطاء التي يمكن تجنبها في توقيت حركات الجزيئات الصغيرة ، بالإشارة إلى التنسيق من الجزيئات المنحرفة المشاهدة والمسجلة بواسطة باحث آخر أجرى التجربة على قطرات الزيت . يستنتج « ميليكيان » أن التفسير الوحيد المكن عندئذ والذي يمكن إضفاؤه على هاتين الجزيئين هو أنه لم تكن هناك كرات من الزيت ، بل جزيئات من الغبار (ص١٦٩ — ١٧٠) ويلاحظ ميليكيان بعد ذلك أن نتائج التكرارات الأكثر دقة لتجربة كانت متفقة أساساً مع النتيجة التي أعلنها قبلا ويستمر أهرنهافت لسنوات طويلة مدافعاً . وبعد ذلك يوسع نتائجه الخـــاصة بالشحنات تحت الإلكترونية ولكن غيره من الفيزيائيين كانوا عاجزين

---

(١) انظر الفصل الثامن من كتاب ميليكان (الإلكترون) شيكاغو — مطبعة جامعة شيكاغو سنة ١٩١٧ أعيد طبعه مع مقدمة من Z.W.M. Dumond سنة ١٩٦٢

عن إعادة توليد تأثيره وبقى معانا التصور الذرى للشحنة الكهربية غير أن قيمة ميليكيان العددية للشحنة الإلكترونية وجد مؤخراً أنها بالغة الصغر نوعاما . ومن الثير أن الانحراف كان أثراً خطأ فى أحد الفروض القاعدة الخاصة بميليكيان . إذا استخدم قيمة منخفضة للغاية للزوجة الهواء فى تقييم معطيات قطرة زيتية .

٣ — ٣ الاختبارات الحاسمة :

إن الملاحظات انسابقة ذات أهمية أيضا لتفكير الاختبار الحاسم التى يمكن أن توصف بإيجاز على النحو التالى افرض أن ف، ، ف، فرضان متنافسان بخصوص موضوع معين وأنهما صمدا إلى حد بعيد وبقدر متساو فى الاختبارات الامبريقية لدرجة أن البينة التى فى متناول أيدينا لا تفضل أحدهما على الآخر . يمكن التوصل إلى اتخاذ قرار بشأنهما إذا أمكن تحديد اختبار للفرضين يتبأ بنتائج متضاربة أى إذا كان بالنسبة لنوع معين من شروط الاختبار ط أنتج الفرض الأول التزوم الاختبارى القائل « إذا كان ط إذن ع » وأنتج الفرض الثانى التزوم الاختبارى القائل « إذا كان ط إذن هـ » حيث هـ ، هـ متبايتان استبعاديتان بالتبادل .

إجراء الاختبار الحاسم من الفروض أن يدحض أحد الفرضين ويؤيد الآخر : إن مثالا كلاسيكيا هو التجربة التى أجراها فوكيه لاتخاذ قرار بصدد تصورين عن طبيعة الضوء متنافسين . أحد التصورين قدمه هايجنز وطوره فيما بعد فريزنيل وبوانج اللذان قالا بأن الضوء يتألف من موجات عرضية منتشرة فى وسط أثيرى وكان التصور الثانى لطبيعة الضوء هو تصور نيوتن الجسيمى القائل بأن الضوء يتألف من جزيئات صغيرة للغاية متطايرة بسرعة

فائقة . كلا التصورين سمح باستخلاص النتيجة القائلة بأن أشعة الضوء لا بد وأن تتطابق مع قوانين الانتشار للأشعة الضوئية في خطوط مستقيمة وكذلك قوانين الانعكاس والانكسار الضوئية . ولكن التصور الموجي أدى إلى التلزوم الاختباري القائل بأن الضوء يسير في الهواء أسرع منه في الماء بينما التصور الجسيمي يؤدي إلى نتيجة مضادة . وفي سنة ١٨٥٠ نجح فوكيه في إجراء تجربة قارن فيها بين سرعة الضوء في الهواء مباشرة فأنتجت صورتين لشعلتين ضوئيتين متباعدتين بواسطة أشعة الضوء المارة عبر الهواء والماء على التوالي ، ثم تنعكسان في مرآة تدور بسرعة فائقة واعتماداً على أن سرعة الضوء في الهواء أعظم أو أقل منها في الماء تظهر صورة المصدر الضوئي الأولى إلى اليمين أو اليسار من المصدر الضوئي الثاني . ولذلك أمكن أن توضع بإيجاز التلزومات الاختبارية المتضاربة التي تضطلها هذه التجربة على النحو الآتي :

إذا أجريت تجربة فوكيه تظهر الصورة الأولى إلى يمين الصورة الثانية وإذا أجريت تجربة فوكيه تظهر الصورة الأولى إلى يسار الصورة الثانية . وقد أثبتت التجربة عن أن التلزوم الاختباري الأول كان صادقاً . واعتبرت هذه النتيجة دحضاً على نطاق واسع للتصور الجسيمي عن الضوء وانتصاراً ساحقاً للتصور الموجي . ولكن هذا الاستحسان للتصور الموجي وعلى الرغم من كونه طبيعياً غالى في تقدير قوة الاختبار لأن القضية القائلة بأن الضوء يسير في الماء أسرع منه في الهواء لا تنتج ببساطة من التصور العام لأشعة الضوء باعتبارها تيارات من الجزئيات . فذلك الافتراض غير محدود بقدر كبير ولحد أنه لا ينتج نتائج كمية معينة .

والإزومات الاختيارية لقوانين الانعكاس والانكسار الضوئيين وتضية سرعة الضوء في الهواء وفي الماء يمكن استخلاصها عندما يكون التصور الجسيمي تاماً بافتراضات نوعية خاصة بحركة الجسيمات والتأثير الواقع عليها من الوسط المحيط بها . لقد حدد نيوتن هذه الافتراضات وفي عمله هذا قدم نظرية محددة خاصة بانتشار الضوء[1] .

إنها المجموعة الكلية لتلك المبادئ النظرية الأساسية التي تؤدي إلى نتائج مختبرة تجريبياً كتلك التي اختبرها فوكيه . وبالمثل تمت صياغة التصور الموجي كنظرية تأسست على مجموعة من الافتراضات النوعية عن انتشار موجات الأثير في أوساط بصرية مختلفة إنها هذه المجموعة من المبادئ النظرية التي تضمنت قوانين الانعكاس والانكسار الضوئيين والقضية القائلة بأن سرعة الضوء في الهواء أعظم منه في الماء . وبالتالي بفضل صدق كل الفروض الأخرى المساعدة تجيز لنا المحصلة النهائية لتجربة فوكيه أن نستنتج أنه ليست كل الافتراضات الأساسية أو المبادئ النظرية الجسيمية من الممكن أن تكون صادقة ، على الأقل أحد الفرضين لا بد وأن يكون كاذباً . ولكنها لا تخبرنا أيها الذي يتعين علينا دحضه من هنا يبقى احتمال أن الجزئيات الشبيهة بالقذائف التي تلعب دوراً في انتشار الضوء يمكن الاحتفاظ بها في صورة معدلة إلى حد ما تحددها مجموعة من القوانين الأساسية . وفي سنة ١٩٠٥ عرض أينشتين رواية معدلة للتصور الجسيمي في نظريته عن الكمات أو فوتونات الضوء كما تأتى لها أن تسمى . والنظرية التي استشهد بها في تأييد نظريته تضمنت تجربة أجراها ليناردسنة ١٩٠٣ وصفها أينشتين بأنها

---

(١) صورة ووظيفة النظريات سنتحص فيما بعد في الفصل السادس .

التجربة الثانية الحاكمة بخصوص التصورين الموجي والجسيمي ولاحظ أنها استخدمت النظرية الموجية الكلاسيكية والتي استبدلت فيها في ذلك الوقت فكرة الاهتزازات المترددة في الأثير بفكرة من الموجات الكهرومغناطيسية المستعرضة طورها ماكسويل وهرتز . تجربة ليبارد معتمدة الأثر الفوتوكهربي يمكن النظر اليها باعتبار أنها تختبر افتراضيتين الزوميتين المتداخلتين بخصوص طاقة الضوء . إن نقطة من النقط الشمة وليكن ٥ن ٥ يمكن أن تتلقى خلال وحدة زمانية ثابتة إلا حد ما إلى حائل صغير تكون متقصبة الأشعة الضوئية .

على أساس النظرية الموجية الكلاسيكية تتناقص تدريجياً وباستمرار طاقة الضوء في اتجاه الصفر كلما تحرك الحائل بعيداً من النقطة ٥ن٥ .

وعلى أساس نظرية الفوتون لا بد وأن تكون الطاقة تلك التي يحملها فوتون منفرد إذا لم يصطدم الفوتون بالحائل خلال الفترة الزمنية المحددة . ففي هذه الحالة تكون الطاقة المستقبلة صفراً . ومن ثم لن يكون ثمة تناقص مستمر نحو الصفر .

لقد تمخضت تجربة ليبارد عن هذا البديل الأخير إلا أن التصور الموجي مع ذلك لم يطرح تماما وقد أوضحت نتيجة التجربة مدى الحاجة إلى بعض التعديل في نسق الافتراضات الأساسية للنظرية الموجية . لقد حاول أينشتين أن يعدل النظرية الكلاسيكية إلى أدنى حد ممكن[1] إن التجربة إجمالا لا يمكن أن تدحض تماما واحداً من الفرضين المتناقضين . ولا نستطيع أن نثبت أو نقيم بالتحديد أحدهما . لأنه كما لاحظنا في القسم ٣/٢ لا يمكن أن

---

(١) اوضح هذا المثال باستفاضة في الفصل الثامن من كتاب فرانك (فلسفة العلم) المجلود كليفتون ، ج برانتس هوتن للكتب الطبية سنة ١٩٦٢ .

تبرهن الفروض والنظريات العلميـــة بشكل حاسم بواسطة مجموعة من المعطيات التي في متناول أيدينا لا بهم كم هي دقيقة وشاملة . يتضح هذا بوجه خاص بالنسبة للفروض والنظريات التي تتضمن قوانين عامة كما في الظواهر التي لا تشاهد مباشرة كما في حالة النظريات الضوئية المتنافسة أو بالنسبة للظواهر التي تقبل المشاهدة والقياس كما في حالة السقوط الحر .

يشير قانون جاليليو في سقوط الأجسام إلى الشواهد للسقوط الحر في الماضي والحاضر والمستقبل في حين أن البينة المتاحة يمكن أن تستوفي فقط تلك المجموعة الصغيرة من الحالات المنتمية إلى الماضي والتي تمت فيها القياسات الدقيقة . وإذا كان قانون جاليليو مستوفيا الحالات موضع الملاحظة فمن الواضح أن هذا لا يحول دون إمكانية أن بعض الحالات غير الملاحظة في الماضي أو المستقبل قد لا تتطابق معه أو باختصار لا يستلهم الاختبار الحاسم أن يمثل فرضاً وبيت آخر وعلى هذا النحو استقر في الأذهان أن التجربة الحاسمة مستحيلة في العلم[1] ولكن تجربة كتجربة فوكيه أو تجربة ليناردفد تكون حاسمة بمعنى عملي أقل تحديداً . فقد ترجح واحدة من النظريتين المتنافستين باعتبارها تبرر وافية بالفرض لدرجة كافية وتمنح تأييداً قوياً لمنافستها : ونتيجة لذلك قد تحدث تأثيراً حاسماً في اتجاهات التنظير والتجريب التاليين :

---

(١) هذه هي الفتوى الشهيرة للفيزيائي الفرنسي والمؤرخ العلم بيير دوهم (انظر الجزء الثاني الفصل السادس من كتابه (هدف ونية النظرية الفيزيائية ترجمة P.P. Wiener أو ترجمة مطبعة جامعة برنستون سنة ١٩٥٤ التي أصلا سنة ١٩٠٦ في مقدمته للترجمة الإنجليزية يضمن لويس دي برولي بعض الملاحظات الثاقبة عن هذه الفكرة .

٣ — ٤ الفروض المبينة :

إذا كانت طريقة من الطرق الخاصة باختبار الفرض «ف» تفرض قبلا الفروض المساعدة $ف_1$ ، $ف_2$ ، ... $ف_ن$ أى إذا استخدمت هذه الفروض كمقدمات إضافية فى اشتقاق اللزوم الاختبارى المناسب ل من ف فكما رأينا قبلا يكون إذن نتيجة سلبية للاختبار تبين أن « ل » كاذبة وأن ف أو أحد الفروض المساعدة لا بد وأن يكون كاذبا وأن تغييرا ما لا بد وأن يتم فى موضع ما فى هذه المجموعة من القضايا إذا أريد النتيجة الاختبار أن تكون مناسبة . إن تعديلا ملائما قد يتم بتعديل « ف » أو طرحه تماما أو إجراء تغيير فى نسق الفروض المساعدة . ومبدئيا قد يكون ممكنا الإبقاء على «ف» حتى فى مواجهة نتائج الاختبار المخالفة بدرجة كبيرة، وذلك بشرط أن تكون لدينا الرغبة فى القيام بمراجعات أساسية بين الفروض المساعدة وبدرجة شاقة وعسيرة .

على أن العلم ليس مهتما على هذا النحو بالاحتفاظ بفروضه ونظرياته مهما كانت التكلفة ولأجل دواع علمية لنختبر مثالا : قبل أن يقدم تورشيللى تصوره لضغط بحر من الهواء كان يفسر عمل المضخات الرافعة بفكرة أن الطبيعة تكره الخلاء وأن الماء نتيجة لذلك يندفع صعودا فى ماسورة المضخة لشغل الفراغ الذى خلفه رفع الغطاء . واستخدمت نفس الفكرة أيضا لتفسير ظواهر أخرى عديدة .

وعندما كتب باسكال إلى بيريه سائلا إياه القيام بتجربة بأى ذى دوم كانت حجته فى ذلك أن النتيجة المتوقعة قد تكون دحضا تاما لذلك التصور.

فإذا تصادف أن كان ارتفاع الزئبق السريع أقل عند قمة الجبل منه عند السفح لنتج بالضرورة أن كثافة وضغط الهواء كان السبب الوحيد لهذا التعلق الزئبق وليس كره الطبيعة للخلاء فمن المؤكد أن هواءً كثيراً يضغط على سفح الجبل أكثر مما هناك عند القمة[1] .

لا يمكن المرء أن يقول أن الطبيعة تكره الخلاء عند سفح الجبل أكثر منه عند قمته - ولكن الملاحظة الأخيرة تشير بالفعل إلى طريقة من الطرق التي أمكن فيها إنقاذ تصور الفراغ الفزع في مواجهة نتائج تجاربه . نتائج تجاربه بيئة قاطعة ضد ذلك التصور عن الفرض للساعد القائل بأن قوة الفزع لا تتوقف على الوضع (الحمل) للتوفيق بين بيئة تجاربه الظاهرة التضاد وفكرة الفراغ الفزع . يمكن أن نقدم بدلا منها الفرض المساعد القائل بأن كره الطبيعة للخلاء يتناقص مع زيادة الارتفاع . ولكن حيث أن هذا الفرض ليس مستحيلا من الناحية المنطقية وليس ظاهر البطلان فهو بقبل المعارضة من وجهة نظر العلم لأنه يكون قد قدم فرضاً عيناً أي لأجل غرض وحيد هو إنقاذ فرض مهدد من بيئة معارضة تهديداً خطيراً قد لا تستدعيه نتائج أخرى . وهو لا يؤدي إلى تزمات اختبارية إضافية . فرض ضغط الهواء من ناحية أخرى يؤدي إلى مزيد من التزمات . ويذكر باسكال على سبيل المثال أنه إذا حمل بالون منتفخ جزئياً إلى أعلى جبل امكان أكثر انتفاخا على القمة .

وحوالي منتصف القرن السابع عشر تمسكت مجموعة من الفيزيائيين القائلين

---

(١) من خطاب باسكال في ١٥ نوفمبر سنة ١٦٤٧ في ترجمة سيجر رسائل : باسكال الفزيائية ، نيويورك ـ مطبعة جامعة كولومبيا سنة ١٩٢٧ ص ١٠١ .

بالملاء بأن الخلاء لا وجود له في الطبيعة وأنه كي تنفذ هذا الفرض في مواجهة تجربة تورشيلي قدم أحدهم فرضاً عجيباً مؤداه أن الزئبق كان قائماً في مكانه بواسطة « الحبل السري » ثمة شيء غير مرئي بواسطته يعلق من أعلى السطح الداخلي للأنبوبة الزجاجية . ووفقاً لنظرية عامة من الناحية الميتافيزيقية ثبت في القرن الثامن عشر وهي القائلة :

بأن احتراق المادة يتضمن تطاير الجوهر المسمى « الفلوجستين » .

كان هذا التصور مطروحاً مؤخراً استجابة للعمل التجريبي الذي قام به لافوازيه والذي بين أن النتائج النهائي لعملية الاحتراق أكبر وزناً من المادة الأصلية . ولكن بعض الأتباع المتشبعين بنظرية الفلوجستين حاولوا التوفيق بين تصورهم ونتيجة لافوازيه بتقديم فرض عجيب قائل إن الفلوجستين له وزن سالب بحيث أن تطايره يزيد وزن المتخلف عن الاحتراق

إلا أننا ينبغي أن نذكر أنه مع الإفادة من التصور الأخير يبدو من الميسور أن نطرح تصورات علمية معينة عن الماضي باعتبارها فروضاً عيانية بينما يكون من الصعوبة أن نصدر حكماً على الفرض موضع الدراسة في سياق معاصر . ففي واقع الأمر ليس ثمة معيار دقيق للفروض العيانية مع أن الأسئلة المقترحة مبكراً تزودنا ببعض الاسترشاد . هل الفرض يقدم فقط لإنقاذ تصور متعارف عليه بينما يفسر ظواهر أخرى هل ينتج تنبؤات اختبارية مميزة ، وثمة اختبار آخر له عالميته إذا كان الكثير من الفروض يمكن تقديمها للتوفيق بين تصور أساسي معين وبيئة جديدة في متناول أيدينا فإن النسق الكلي الناتج يصبح في نهاية الأمر معقداً لدرجة أنه لا بد وأن ينهار عند تقديم تصور بديل بسيط .

٣ — ٥ القابلية للاختبار من حيث المبدأ والمحتوى الامبريقي :

كما تبين من المناقشة السابقة ليس ثمة قضية أو مجموعة من القضايا « ق » يمكن تقديمها باعتبارها فروضا أو نظريات علمية ما لم تخضع للاختبار الامبريقي على الأقل من حيث المبدأ . ويعني هذا أنه يمكن أن نستخلص من « ق » بالمعنى الواسع الذي تناولناه لزومات (قضايا لزومية) اختبارية معينة ذات الصورة « إذا تحققت شروط الاختبار ج يحدث إذن النتائج م ». ولكن الشروط الاختبارية لا تحتاج لأن تتحقق أو أن تكون قابلة للتحقق تكنولوجيا في الوقت الذي تعرض فيه أو تنظر « ق » . وعلى سبيل المثال الفرض القائل بأن المساحة التي يقطعها أي جسم يسقط سقوطا حرا من السكون بالقرب من سطح القمر هي س = ٢٫٧ ق٢ (قدما مربعا) إنما المستند عليا تتبع مجموعة من القضايا اللزومية الاختبارية إلى حد أن المسافات التي يقطعها مثل هذا الجسم في ١ ، ٢ ، ٣ من الثواني ستكون ٢٫٧ ، ٢٫٧ × ٤ ، ٢٫٧ × ٩ قدما مربعا . وعندئذ يكون الفرض قابلا للاختبار من حيث المبدأ ولو أنه لا يزال من المستحيل إجراء الاختبار الفعلي هنا .

ولكن إذا كانت قضية ما من القضايا أو مجموعة من القضايا ليست قابلة للاختبار على الأقل من حيث المبدأ وبعبارة أخرى إذا لم تكن لها لزومات اختبارية على الإطلاق . لما أمكن تقديمها أو التفكير فيها باعتبارها فروضا علمية أو نظرية علمية لأنه ليس ثمة نتائج امبريقي ممكن تصوره بحيث يتفق أو يتضارب معها . وفي هذه الحالة لن تكون ثمة علاقة للقضية بالظواهر الامبريقية أو بمعنى آخر نقول إنها تفتقر المحتوى الامبريقي . وعلى سبيل المثال وجهة النظر القائلة بأن التجاذب الجاذبي المتبادل للأجسام الفيزيقية

هو إظهار تشهوات أو نزعات طبيعية وثيقة الصلة بالحب موجودة فى تلك الأجسام بالفطرة تجعل حركاتها الطبيعية مقبوله وممكنة[1] .

أى لزومات اختيارية يمكن استخلاصها من هذا التفسير لظواهر الجاذبية اذا ما اختبرنا بعض الأوجه المميزة للحب فى معناه المشهور لوجدنا أن هذه النظرة تتضمن أن التجاذب الجاذبى لا بد وأن يكون ظاهرة انتقائية . وليس مجرد أن كل جسمين فيزيقيين لا بد وأن ينجذبا لبعضهما . وليس بالضرورة أن قوة الميل من جسم لآخر مساوية دائما لقوة الجسم المقابل له ولا هى بالضرورة تتوقف على كتل الأجسام أو أبعادها . ولما كانت النتائج المقترحة عن هذا النحو من المعرفة بتلاقيها كان واضحا أن التصور الذى نختبره لا يعنى تضمنها. فذلك التصور يدعى فحسب أن الميول الطبيعية الكامنة فى التجاذب الجاذبى مرتبطة بالحب . ولكن هذا التقرير بحالته الراهنة مضلل لدرجة أنه يحول دون استخلاص لزومات أى اختيارية. وليس ثمة نتائج امبريقية معينة يستدعيها هذا التفسير . ولا يمكن لأى معطيات موضع ملاحظة أو تجربة أن تؤيده أو تعارضه . فليس له لزومات تتعلق بالظواهر الجاذبية وبالتالى يستحيل أن يفسرها أو أن يجعلها مقبولة . ولمزيد من الإيضاح نفترض أنه كان على شخص ما أن يقدم فرضا بديلا يقول بأن الأجسام الفيزيقية يجذب كل منها الآخر جاذبيا وينزع الواحد منها إلى التحرك نحو الآخر عن ميل طبيعى شبيه بالكراهية مع ميل طبيعى إلى أن تصدم وتدمر غيرها من الأجسام الفيزيقية هل ثمة سبيل للحكم على هاتين

---

(١) عرضت هذه الفكرة على سبيل المثال فى كتاب (أوبرايان) الجاذبية والحب كيميين متوحشين . الرومانية جلد ٦ ، ٢ سنة ١٩٠٨ ص ١٨٤ — ١٩٣ .

النظريتين المتعارضتين . من الواضح أن الجواب بالنفي .

لا ينتج عن أيهما قضايا ازومية اختبـــــارية ، والتمييز الامبريقي بينهما مستحيل . ولا يعني هذا أن الموضوع عميق لدرجة أنه يستعصى على الفرار العلمي . فالتفسيران المتعارضان حرفياً لا يقدمان تبريراً على الإطلاق ومن ثم مسألة ما إذا كانا صادقين أم كاذبين ليست بذات معنى . وهذا هو السبب في أن البحث العلمي لا يمكن أن يفصل بينهما . فهذه أشياء فروض من حيث المبدأ فقط ومع ذلك ينبغي أن يستقر في الأذهان أن الفرض العلمي تنتج عنه قضايا ازومية تختبر فقط عندما يرتبط بفروض مساعدة مناسبة . وهكذا فإن تصور تورشيللي عن الضغط الذي يمارسه بحر من الهواء ينتج عنه ازومات اختبارية محدودة على اعتبار أن ضغط الهواء عرضة لقوانين معادلة للغاز التي يخضع لها ضغط الهواء .

وعلى سبيل المثال يمكن هذا الفرض في تجربة باي دي دوم وفي الحكم على احتواء الفرض المقدم لمحتوى امبريقي . ولذلك لا بد وأن نسأل أنفسنا عن الفروض المساعدة التي افترضت قبلا صراحة أو ضمنا في السياق المعطى وما إذا كانت هذه الفروض تتسق مع السياق . ينتج الفرض المقدم قضايا ازومية اختبارية (غير تلك التي تستخلص من الفروض المساعدة وحدها) .

وفضلا عن ذلك فغالباً ما يتم إدخال الفكرة العلمية في صورة أولية تقدم فقط إمكانيات محدودة وواهية للاختبار وعلى أساس هذه الاختبارات الأولية تقدم صورة أكثر تحديداً ودقة وتقبل الاختبار بشكل مختلف .

وهذه الأسباب والأسباب أخرى تذهب بنا بعيداً[1] ..

ليس ممكناً أن نرسم حداً فاصلاً بين الفروض والنظريات التي تقبل الاختبار من حيث المبدأ وتلك التي لا تقبل . ولكن على الرغم من أن التمييز المثار إليه هنا غامض بعض الشيء إلا أنه هام ويثير السبيل أمام تقدير مغزى القوة التفسيرية للفروض والنظريات المقدمة .

٤ ـ إمكانات التأييد والقبول :

كما لاحظنا قبلاً لا تستطيع النتيجة الموافقة لاختبارات شاملة دقيقة أن تزودنا بإثبات حاسم لفرض من الفروض . بل فقط ببينة مؤيدة بدرجة أكبر أو أصغر . وتعتمد قوة التأييد لفرض من الفروض على خصائص متباينة للبينة . تلك الخصائص هي التي نتناولها الآن فيما يتعلق بمدى القبول العلمي لفرض من الفروض . فإن العامل الهام هو بالطبع مدى وطابع البينة التي في متناول أيدينا ونوع التأييد الذي تمنحه البينة للفرض . هناك عوامل أخرى تدخل في الاعتبار تقوم بدعمها في هذا الفصل . نتكلم أولاً وبطريقة عددية إلى حد ما عن التأييد الأكثر أو الأقل قوة لعوامل تقوي أو تضعف القبول بالفرض . وفي نهاية الفصل نعرض لإمكانية التفسير الكمي الدقيق للفروض .

٤ ـ ١ كمية ونوعية ودقة البينة المؤيدة :

في غياب البينة المناسبة ينظر إلى تأييد الفرض من الفروض على أنه يزود

---

(١) قوبلت هذه المسألة بتفصيل أوسع في عدد آخر من هذه السلسلة : وليم ألستون : فلسفة اللغة ، الفصل الرابع ، وفي عدد سابق فقد كاملة في مقالة « الشكوك الأمريكية للوضعيين » مشكلات وتحولات في كتاب كارل هيمبل « أوجه التفسير العلمي » نيويورك الطبعة الحرة سنة ١٩٦٥ .

بزيادة عدد النتائج الاختبارية المواتية . وعلى سبيل المثال كل مفتبر جديد من حالات سفايد الذى وجد أن قيمته واستمراره تتفق وقانون لبنيت المشابل ينظر إليه باعتبار أنه تأييد للقانون عن طريق التبعية ، تفصيلا نقول أن الزيادة فى التأييد الناتج عن شاهد واحد إيجابى تتصيح بوجه عام أقل كلما زاد عدد الشواهد المؤيدة السابقة قبلا . إذا كانت الآلاف من الشواهد المؤيدة فى متناول أيدينا كانت إضافة شاهد إيجابى جديد زائدة لدرجة التأييد ولكن إلى حد قليل .

هذه الملاحظة لا بد من تعديلها . إذا كانت الحالات السابقة قد حصلنا عليها باختبارات من نفس النوع . والنتيجة الجديدة هى النتيجة المترتبة على نوع مختلف من الاختبار .

كان تأييد الفرض لا بد وأن يزيد بطريقة مميزة . تأييد الفرض من الفروض لا يعتمد فقط على كم الوقائع الواقعة التى فى متناول أيدينا ولكن أيضا على تنوعها . فكلما كان التنوع شديدا كلما كان التأييد للنتيجة أقوى ولنفرض على سبيل المثال أن الفرض موضع البحث هو قانون انعكاس الذى يقرر أن الشعاع الضوئى يعترف من وسط يصرى إلى وسط آخر وينعكس على السطح الفاصل بحيث أن النسبة جا ا / جا ب لجيوب زوايا السقوط والانكسار تكون ثابتة لكل وسطين .

نقارن الآن ثلاث مجموعات من كل مائة اختبار . فى المجموعة الأولى يظل الوسطان وزوايا السقوط ثابتة . فى كل تجربة يمر الشعاع الضوئى من الهواء إلى الماء بزاوية سقوط مقدارها ٣٠ درجة بزاوية الإنكسار تقاس لنفرض أنه فى كل الحالات $\frac{\text{جا ا}}{\text{جا ب}}$ له نفس القيمة . فى المجموعة الثانية يظل الوسطان

ثابتين ولكن زاوية السقوط تتغير . يمر الشعاع من الهواء إلى الماء بزوايا مختلفة. تقاس الزاوية ه ب ه .

ومرة أخرى لنفرض أن $\frac{\text{جا}}{\text{جا}}$ له نفس القيمة في كل الأحوال في المجموعة الثالثة يتغير الوسطان والزاوية ا وتفحص ٢٥ زوجا لمختلف الأوساط اذ لكل زوج أربع زوايا مختلفة . ولنفرض أنه بالنسبة لكل وسطين القيم الأربع المترابطة النسبة $\frac{\text{جا}}{\text{جا}}$ متساوية بينما النسب المترابطة مع أزواج مختلفة لها قيم مختلفة .

تمثل كل مجموعة اختبار فئة من النتائج المتناسبة من حيث أن النسب المترابطة مع أي وسطين وجد أنها متساوية كما في قانون سنيل ولكن المجموعة الثالثة التي تقدم التباين الأعظم للشواهد الإيجابية ينظر اليها باعتبار أنها مؤيدة للقانون بدرجة أكبر من المجموعة الثانية التي تزود بشواهد مؤيدة لتباين أكثر تحديدا . والفئة الأولى يقتنع على أنها لا تمنح تأييدا للقانون ولو بدرجة أقل .

في الواقع قد يبدو أن التجربة يتم اجراؤها أكثر من مرة في المجموعة الأولى . والنتيجة الايجابية في كل مناسبة يمكن أن تؤيد الفرض ليس بدرجة أكبر مما يفعل الاختباران الأولان في المجموعة والمذان يؤكدان ثبات النسبة . ولكن هذه الفكرة خاطئة فما تكرر حتما مائة مرة ليس هو نفس التجربة . فاجراء التجربة لمرات عديدة يؤدي الى الاختلاف في وجوه كثيرة . وذلك مثل بعد الجهاز المستخدم في التجربة عن النور وربما حرارة المصدر الضوئي للضغط الجوي وهكذا . والذي يبقى بعد ذلك هو ببساطة مجموعة معينة من الشروط تتضمن زاوية سقوط ثابتة ووسطين معينين وحتما اذا

كان القياسان الأولان ينتجان فى كل هذه الظروف نفس القيمة $\frac{\text{جا}}{\text{جا ب}}$ يبقى ممكنا من الناحية المنطقية أن تنتج الاختبارات التالية فى ظل الظروف المهيأة قيما مختلفة . فالاختبارات المتكررة التى تنتج نتائج موافقة تضيف إلى تأييد الفرض بدرجة أقل مما تفعل الاختبارات المتنوعة فى متناولها لنطاع أوضح وأبين من الشواهد .

لقد كان بمقدور سيمادوير الإشارة إلى قدر معقول من التباين بين المعطيات التى منحت تأييدا بالبيئة لفرضه الأخير . فغالبا ما تتأيد النظريات العلمية بالنتائج الامبريقية ذات التباين الشديد وعلى سبيل المثال تتضمن نظرية نيوتن عن الجاذبية والحركة قوانين للسقوط الحر والحركة البندولية وحركة القمر حول الأرض وحركة الأفلاك حول الشمس وبالنسبة لحركة المدارات المذنبات والتوابع السيارة من صنع الانسان وبالنسبة للحركة الازدواجية للنجوم حول نفسها وبالنسبة لظواهر المد والجزر والكثير الكثير جدا من النتائج التجريبية والملاحظية الجيدة والمعقدة لتلك القوانين تأييدا لنظرية نيوتن . والسبب فى أن تباين البيئة هام فى تأييد الفروض قد يوحى به الاعتبار التالى الذى يشير إلى مثالنا عن الاختبارات المتنوعة لقانون سنيل . الفرض موضع الاختبار — والمتطلق عليه س للاختصار — يشير إلى وسطين بصريين ويقرر أنه بالنسبة لأى وسطين $\frac{\text{جا}}{\text{جا ب}}$ لها نفس القيمة بالنسبة لزوايا السقوط والانكسار كلما كان المدى الذى تجرى فيه التجربة أوسع كلما كانت فرصة إيجاد شاهد معارض أكبر إذا كان «س» لا بد وأن يكون كاذبا . وعلى هذا النحو يقال إن المجموعة الأولى تخبر فرضا أكثر تحديدا «س» الذى يعبر فقط عن جزء بسيط من قانون سنيل ألا وهو $\frac{\text{جا}}{\text{جا ب}}$ لها نفس القيمة كلما كان الوسطان هما

الهواء والماء، وإن الزاوية المقدارها ٣٠° ومن ثم إذا كان س لا بد وأن يكون صادقا بينما س كاذب فإن تسعة المجموعة الأولى من الاختبارات من هذه النتيجة .

وبالمثل المجموعة الثانية من اختبارات الفرض س، التي تقرر بوضوح أكثر من س، ولكن بدرجة أقل من س أن $\frac{\text{جا } ا}{\text{جا } ب}$ لها نفس القيمة إذا كان لها نفس القيمة إذا كان الوسطان هما الهواء والماء ومن ثم إذا كان لـ س أن يكون صادقا بينما س كاذب فإن تفسر المجموعة الثانية من الاختبارات عن هذه النتيجة ، وهكذا يمكن أن يقال إن المجموعة الثالثة تختبر قانون سنيل بطريقة أتم من المجموعتين السابقتين، فتمة نتيجة مناسبة تمنح الفرض وفقا لذلك تأييدا .

وكإيضاح لقوة البينة التجانية نلاحظ أنه إذا كان التباين في البينة لم يزل يتزايد كثيرا بتغيير درجة حرارة الأوساط البصرية أو باستخدام شعاع ضوئي وحيد اللون لأطوال موجية مختلفة فقد نجد قانون سنيل في صورته الكلاسيكية التي استعملنا بها قبلا باطلا .

ولكن ألم نقل في تقدير البينة التجانية بعد كل ما ذكرنا قد يظر بعض الوسائل في زيادة التنوع على أنها بغير معنى على أساس أنها لا تقدر على تأييد الفرض ، بصدق هذا الرأي على سبيل المثال إذا كان التنوع في المجموعة الاختبارية الأولى لقانون سنيل يزيد بإجراء التجارب في أماكن مختلفة وخلال الأوجه المختلفة للقمر وباشتراك مجربين ذوي أنظار مختلفة، ولكن محاولة مثل هذا التنويع مستحيلة إذا لم تكن لدينا أدلة مبرهنة عن العوامل التي من المحتمل أن تؤثر على الظواهر المدروسة ، وعلى سبيل المثال في الوقت الذي

أجريت فيه تجربة باي دي دوم لم تتمكن لدى المجربين أشكال محددة عن العوامل الأخرى التي يمكن أن تؤثر على طول عمود الزئبق في البارومتر بخلاف الارتفاع .

وحين أجرى صهر باسكال ومساعدوه تجربة تورشيلي على قمة الجبل ووجدوا أن عمود الزئبق أقصر بما يزيد عن ثلاث بوصات منه عند سطح الجبل قرروا أن يعيدوا التجربة مغيرين الظروف بشتى الطرق وكما يقول بويه في تقريره .

إنني لذلك حاولت نفس الشيء أكثر من خمس مرات بدقة بالغة في مواقع مختلفة على قمة الجبل مرة تحت غطاء في كنيسة صغيرة كانت هناك ومرة في العراء ومرة في مانجاً ، ومرة في الزيخ ومرة في جو معتدل . وفي كل هذه المحاولات كان الارتفاع نفسه لعمود الزئبق . هذه النتيجة أقنعتنا تماماً[1] وهكذا وصف طرق معينة لتنويع التجربة باعتبارها عامة وطرق أخرى باعتبارها بغير معنى يعتمد على الافتراضات الخفية التي تقبلها كنتيجة البحث السابق الخاص بالتأثيرات المحتملة للعوامل المتنوعة على الظاهرة التي يعنى بها الفرض وعندما تكون مثل هذه الافتراضات موضع تساؤل والتباينات التجريبية وفقاً لهذا مقدمة بغير معنى فقد تكون النتيجة ، كذلك ، وهمياً .

يتضح هذا بما جرى أخيراً من عدم لأحد الافتراضات الجوهرية الأساسية في الفيزياء مبدأ الاعتدال . وفقاً لهذا المبدأ تكون قوانين الطبيعة متماثلة بين اليمين واليسار وإذا كان ثمة نوع معين من الإجراءات الفيزيائية ممكناً (أي إذا لم يكن محدوداً بقوانين الطبيعة) فعلى هذا النحو تكون

---

(١) و . ف . ماريوت ، المطبوع ، المصدر في الفيزياء ص ٧٩ .

صورته الرئية (كما ترى فى المرآة) أى كما ترى فى المرآة العاكسة حيث اليمين واليسار متبادلين . وفى سنة ١٩٥٦ كان العالمان يانج ولى يحاولان تفسير بعض النتائج التجريبية المحيرة والخاصة بالجزئيات الأساسية فاقترحا تنحية مبدأ الاعتدال فى حالات معينة . وتلى فرضهما الجزئى تأييدا تجريبيا واضحا . فى بعض الأحيان من الممكن أن يصير الاختبار أكثر حسما ونتيجته أكبر وزنا بزيادة الدقة فى إجراءات الملاحظة والقياس المتضمن . وعلى هذا النحو الفرض الخاص بذاتية الكولة الجاذبة والقصرية والذى أيدته المداولة فى معجلات السرعة ، البتة فى السقوط الحر للأجسام من مختلف التركيبات الكيميائية أعيد فحصه حديثا بمناهج بالغة الدقة . والنتائج التى أيدت الفرض إلى حد بعيد رفعت درجة التأييد إلى حد كبير .

٤ — ٣ التأييد بالقضايا التوقعية الاختبارية الجديدة :

عند تصميم فرض من الفروض لتفسير ظواهر معينة ملاحظة سيكون بالطبع مركبا بحيث يتضمن حدوث هذه الظواهر . ومن ثم فان الظاهرة المراد تفسيرها تشكل فى طياتها بينة مؤيدة له . ومن المرغوب فيه بدرجة عالية بالنسبة للفروض العلمية أن تؤيدها البينات الجديدة بمعطيات لم تكن معروفة أو لم تؤخذ فى الحسبان عند صياغة الفروض . إن الكثير من الفروض والنظريات فى العلوم الطبيعية لقيت التأييد من الظواهر الجديدة وكانت النتيجة أن ارتفعت درجة تأييدها . تتضح هذه النقطة جيدا بمثال يرجع تاريخه إلى الربع الأخير من القرن التاسع عشر عندما كان الفيزيائيون يبحثون عن الإطرادات المتأصلة فى الخطوط الكثيرة التى وجدت فى انبعاث وامتصاص طيوف الغازات . وفى سنة ١٨٨٥ قدم مدرس سويسرى يدعى « بالمر » صيغة اعتقد

أنها تعبر عن هذا الاطراد للأطوال الموجية لسلسلة من الخطوط فى انبعاث طيف الأيدروجين وعلى أساس المقاييس التى قام بها انجستروم لأربعة خطوط فى ذلك الطيف . أقام بالمر الصيغة العامة الآتية :

$$\lambda = b \frac{n^2}{n^2 - 2^2} \qquad A = b_{N^2 = 2^2}^{N^2}$$

و ب هنا ثابت عدد بالمر قيمته امبريقيا ٣٦٤٥٫٦ × ١٠^-٧ سم ، ن عدد صحيح أكبر من ٢ لأن ن = ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ وهذه الصيغة تنتج قيما تتفق تماما مع تلك القيم التى قاسها انجستروم . وكان بالمر واثقا من أن القيم الأخرى ستمثل الأطوال الموجية للخطوط التى لم يتم قياسها بعد أو الخطوط التى لم توجد بعد فى طيف الأيدروجين ، لم يكن بالمر يدعى بأن بعض الخطوط الاضافية قد لوحظت وتم قياسها فعلا ، وعند ذلك الحين فإن خمسة وثلاثين خطا متواليا فى السلسلة السماة بسلسلة بالمر للايدروجين قد تأكدت وأن هذه الخطوط جميعها ذات أطوال موجية تتفق تماما مع الصيغة التى تنبأ بها بالمر [1] . ليس مدهشا أن مثل هذا التأييد المثير بالوقائع الجديدة المتنبأ بها بطريقة صحيحة يزيد بقدر كبير من الثقة التى نوليها لفرض من الفروض . إن سؤالا مهما ينشأ فى هذا السياق . لنفرض للحظة أن صيغة بالمر قد أثبتت فقط بعد أن قيست بمثابة كل الخطوط الخمسة والثلاثين المسجلة الآن فى السلسلة ، فى هذه الحالة المصطنعة سيكون فى متناول أيدينا نفس النتائج التجريبية التى حصلنا عليها فى واقع الأمر بالقياسات التى أجريت

---

(١) يوجد بيان أتم وأوضح على أساسه أقيم هذا المسح الوجيز فى الفصل ٢٣ من كتاب هولتن وروزر « أسس العلم الفيزيقى المعاصر » شركة أديسون ويزلى للنشر سنة ١٩٥٣ .

جزئياً قبل وبعد تركيب الصيغة بقدر كبير . هلا ينبغي أن تعتبر تلك الصعلة أقل تأييداً في الحالة المصطنعة عنها في الحالة الواقعة . قد يبدو معقولاً أن نجيب بالايجاب بناء على هذه الأسباب . من الممكن بالنسبة لأية مجموعة من المعطيات المكنة أن نقيم فرضاً يشمل هذه المعطيات بالضبط كما هو ممكن بالنسبة لأي مجموعة من النقط أن نرسم منحنى يحتويها كلها ، إذن ليس ثمة ما يدعو إلى الدهشة في صيغة بالمر في حالتنا المصطنعة وما هو جدير بالملاحظة ويقيم للفرض وزناً هو حالاته الجديدة المناسبة . يبلغ فرض بالمر هذا الحد من الثقة في الحالة العادية وليس في الحالة المصطنعة .

ويمكن أن نقابل هذه الحجة بإجابة قائلة إنه في الحالة المصطنعة ليست صيغة بالمر بالضبط فرضاً تفسيرياً مخالفاً أعد ليلائم الأطوال الموجية الخمسة والثلاثين القيسة . إنه بالأحرى فرض ذات بساطة صورية مدهشة ، والحقيقة أنه يضع لتلك الأطوال الموجية الخمسة والثلاثين صيغة رياضية بسيطة تمنحه ثقة أكبر مما يمكن أن تمنحه إياه صيغة ملائمة لنفس المعطيات وشديدة التعقيد .

واعتبار التفكير بلغة هندسية إذا كانت مجموعة من النقط ممثلة لنتائج القياسات من الممكن أن نربط بمنحنى بسيط لكانت لدينا ثقة أكبر في اكتشافنا قانوناً عاماً كامناً تحته مما لو كان المنحنى معقداً ولا يبدي انسجاماً ملموساً .

(هذه الفكرة البسيطة سنتناولها بمزيد فحص مؤخراً في هذا الفصل)

وبالاضافة إلى ذلك فمن وجهة النظر المنطقية تستمد قوة التأييد التي يلقاها فرض من الفروض من معطياته على ما يقرره الفرض وما تكونه المعطيات

والسؤال عما إذا كان الفرض أو النظريات يأتي أولا لا ينبغي أن نأخذ في الاعتبار إذ هي مسألة تاريخية قد تؤثر على تأييد الفروض . هذا التصور الأخير متضمن بالتأكيد في النظريات الاحصائية للاختبار تلك النظريات المتطورة أخيراً . وكذلك بعض التحليلات المنطقية المعاصرة للتأييد والاستقراء وسنشير إليها إشارة موجزة في نهاية هذا الفصل .

٤ — ٣ التأييد النظري

التأييد الذي يمكن ادعاءه لفرض من الفروض ليس بحاجة إلى أن يكون كله من نوع البينة الاستقرائية التي اختبرناها للتو ، فلا حاجة به لأن يتألف كليا أو جزئيا من معطيات تؤيد التزومات الاختبارية المستخلصة منها . فالتأييد قد يأتي من أعلا أي من فروض ونظريات أكثر شمولا تتضمن الفرض أو النظرية المقررة ولها تأييد بالبينة مستقل . ولمزيد من الايضاح تناولنا قبلا قانون فرضها السقوط الحر على سطح القمر س = ½ر ق² قدما مربعا وعلى الرغم من أنه لم يختبر على الاطلاق واحدة من القضايا التزومية الاختبارية بتجارب فوق سطح القمر إلا أن لهذا القانون تأييدا غاريا لأنه يتضح استنباطيا من نظرية نيوتن من الجاذبية وعن الحركة (تأييد يقوة بتنوع شديد في البينة) في اتصال مع المعلومات القائلة بأن نصف قطر وكتلة القمر ١٧٢٣/٣٤٧٢ رأ من نصف قطر وكتلة الأرض وأن العجلة الجاذبية قطر سطح الأرض ٣٢ر٢ قدما في الثانية الواحدة كل ثانية وهكذا . فالمثل فان تأييد فرض من الفروض التي لها دعم استقرائي من طريق البينة يقوى إذا تطلب بالاضافة إلى ذلك دعما من فوق . وعلى سبيل المثال مذهب هذا الصيغة بالامر تقدم بالرسم إمكانية أن طيف الايدروجين قد يحتوى سلسلة من الخطوط

زائدة وأن الأطوال الموجية لكل الخطوط قد تطابق تمامًا صيغته الأوحي :

$$\text{الطاقة} = \frac{\text{ثابت}}{\text{طول الموجة}^2}$$

وهنا م عدد موجب ، ن أي عدد صحيح أكبر من م لأن م = ٢ . يتضح لنا هذا التصميم صيغة بالمر حيث م = ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ من تحدد سلسلة جديدة من الخطوط . وفي واقع الأمر وجود السلسلة المقابلة لـ م = ١ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ نشأ أخيرًا بالكتشاف تجريبي لأجزاء غير مرئية تحت الحمراء وفوق البنفسجية لطيف الايدروجين ومن ثم كان ثمة تأييد لفرض أشل يتضمن صيغة بالمر الأصلية كحالة خاصة يزودها بتأييد استقرائي عن طريق البيئة وثمة تأييد استنباطي أتت به نظرية من النظريات في سنة ١٩١٣ عندما أوضح بوهر أن الصيغة العامة تم الصيغة الأصلية يمكن استخلاصها من نظريته عن ذرة الايدروجين . هذا الاستخلاص (الاشتقاق) رفع من درجة التأييد الممنوح لصيغة بالمر بسلكها في سلك التصورات النظرية الكمية التي طورها بلانك، اينشتين ، بوهر ، والتي أيدتها بينات مخالفة لخلاف الفياسات التطبيقية التي منحت صيغة بالمر تأييدًا استقرائيًا[1] ولزوميا. تأثر الثقة الممنوحة لفرض من الفروض بالعكس إذا تعارض مع فروض أو نظريات مقبولة في ذات الوقت باعتبارها مؤيدة تأييدًا حسنا فيسجل نيوبورك الطبي بقرر دكتور كاندويل من أبرا في تقريره عن تبش للقبور يدعي أنه شاهده . يقرر أن شيرز أمر

(١) التفصيل انظر هولستون وروتر أسس الطيف الفزيائي الحديث الفصل ٣٤ خاصة القسم الثاني .

ودفن الانسان الذي دفن بطيقا أحدث صدعا في الكون وعبا من خلال النفوق [1]

وعلى الرغم من أن هذا الادعاء قدم بشهادة عيان مقارضة إلا أن هذه القضية تدحض دون كثير تردد لأنها تعارض نتائج البحث القائمة على مدى استمرار شعر الانسان في النمو بعد الموت .

مناقشتنا السابقة لادعاء امرنهافت لاقامة شعبات الكترونية قرعية تجريبية توضح القول القائل بأن التعارض مع النظريات القائمة المؤيدة على نطاق أوسع يعمل ضد الفرض . إن المبدأ المشار إليه هنا يجب تطبيقه بإحكام وإلا أمكن استخدامه في صون النظريات المقبولة من القدم .

إن نتائج البحث المخالفة يمكن أن تطرح دائما باعتبار أنها تتعارض مع نظرية مؤسسة تأسيسا جيدا . لايقنع العلم بالطبع هذه الاجراء لأنه ليس معنيا بالدفاع عن تصورات أثيرة معينة ضد البينات المخالفة الممكنة .

فبالأحرى يهدف العلم إلى قدر شامل من المرونة الامبريقية المتضمنة ممثلة في نسق القضايا الامبريقية مدعم تدعيما جيدا وصعد لطرح أو تعديل أية فروض كانت مقبولة قبلا ، ولكن نتائج البحث التي يراد بها طرح نظرية مؤسسة تأسيسا جيدا لابد وأن يكون لها وزنها ولابد للنتائج التجريبية المخالفة بوجه خاص من أن تكون قابلة للتكرار . وعندما توجد نظرية قوية ومناقضة تتعارض مع نتائج مكررة تجريبيا فقط قد تستمر مستخدمة في السياقات حيث لا يتنظر أن تؤدي إلى صعوبات وعلى سبيل المثال حين عرض اينشتين نظريته كانت المضوء المنبعث مثل هذه الظواهر باعتبارها نتيجة

---

(١) ب مايلز التاريخ الطبيعي للموتى نيويورك الفريد كنوف سنة ١٩٤٦ ص ١٣٣

ضوئية كهربية (أثر ضوئي كهربي) لاحظ أنه في تناول الانعكاس والانكسار وانتشار الضـــوء قد لا يكون ممكنا أبدا استبدال النظرية الموجية الكهرومغناطيسية . وفي واقع الأمر لا تزال تلك النظرية مستخدمة في ذلك السياق .

إن النظرية الواسعة النطاق التي كانت ناجحة في مجالات كثيرة عادة ما تطرح عندما ما تتوافر لدينا نظرية بديلة أكثر إشباعاً بها . فالنظريات الجيدة صعبة المنال[٢] عموما .

: — : البساطة

ثمة وجه آخر يؤثر على قبول الفرض هو بساطته فنظريا بساطة الفروض البديلة التي تفسر نفس الظواهر . لنفحص مثلا تخطيطيا موضحا . لنفترض أن إختبار أنساق فيزيقية من نمط معين .

(خصـــائص صفاته ، وتغيراته معرفية بمكافأة ، عوامل (زمنية أو أيا كانت) .

يوحي لنا بأن خاصية كمية معينة « ط » لكل هذه الأنساق قد تكون دالة الخاصية أخرى .

(وعلى هذا النحو نتحدد س بالطريقة التي تكون فيها فترة البندول دالة لطوله) .

---

(٢) هذه النقطة من المقترح تقديمها وتوضيحها بالإشارة إلى نظرية احتراق الفلوجستون في الفصل السابع من كتاب كوهن « العلم والمنهج المشترك » . وقد تم تصوير عام متبرعين انتهاء وسقوط النظريات العلمية في كتاب كومن « بنية الثورات العلمية » شيكاغو — طبعة جامعة شيكاغو سنة ١٩٦٢ .

وإذا نحاول أن نؤسس فرضا يقرر الصورة الرياضية المضبوطة للدالة وقد كان باستطاعتنا أن نجرب شواهد كثيرة لحالات فيها ط إحدى القيم صفر ، ١ ، ٢ ، ٣ وقد وجد أن قيم ص ط المرتبطة معها باطراد هي ٢ ، ٣ ، ١ ، ٥ على التوالي وأكثر من هذا لنفرض أنه فيما يتعلق بهذه الأشياء ليست لدينا معرفة خلفية أساسية يمكن أن تكون لنا علاقة بالصورة المحتملة للترابط الوظيفي . وأحد الفروض الثلاثة الآتية قد قدمت على أساس سطحيا فقط .

فرض : ط = س^٤ − ٦ س^٣ + ١١ س^٢ − ٥ س + ٢

فرض : ط = س^٥ − ٤ س^٤ − س^٣ + ١٦ س^٢ − ١١ س + ٢

فرض : ط = س + ٢

كل فرض من هذه الفروض يوافق المعطيات لكل واحدة من قيم س الأربعة الخبيرة تتحدد بالضبط قيمة ص ط المرتبطة معها . وبلغة هندسية إذا عبرنا عن الفروض الثلاثة في نسق بأبعاد في مستو كان المنحى من المعطيات الناتجة يضمن النقط الأربع (٢٠) ، (٣٠ ، ٩) ، (٤٠ ، ٢٤) ، (٥٠ ، ٦٣) ومع ذلك لم تكن لدينا علامات خلفية أساسية مناسبة كما كان مفترضا تشير إلى إختيار مختلف . ثم يكن ثمة شك في ترجيح فرض على فرض ، فرض على أساس أنه فرض أبسط من مناقضيه . وفي هذه الاعتبار بأنه إذا كان فرضان متفقين مع نفس المعطيات ولا يختلفان في أية ناحية موافقة لتأييدها كان الفرض الأبسط أكثر قبولا . إن اتفاق الفكرة الأساسية للنظريات الكلية غالبا ما يتضح بالرجوع إلى التصور البطلمي . المجموعة الشمسية على أساس مركزية الشمس . هذا التصور الذي كان معتبرا أبسط من تصور مركزية الأرض والذي أتى ليخلفه ألا وهو النظام البطلمي البارع الدقيق إلا أنه

نظام معقد جدا يتألف من دوائر أصلية ودوائر فرعية بأنصاف أقطار ، سرعات اهتزازات ومقادير واتجاهات مختلفة للطرد المركزي[1] .

ومع أنه لا ينكر أن البساطة مطلب عزيز في العلم إلا أنه من غير اليسور أن نقرر حكمات واضحة للبساطة بالمعنى الدقيق ولا أن نبرر الأولوية الممنوحة للفروض والنظريات الأكثر ببساطة وبالطبع لا بد لأي محك للبساطة من أن يكون موضوعيا . إنها ليست مجرد حدس أو سهولة حفظ وتذكر الفرض أو النظرية . وإذا تباين من شخص لآخر . وفي حالة الفروض الكمية مثل ف ، ف ، ف قد يظن المرء أن الحكم على البساطة يكون بالرجوع إلى الأشكال المقابلة . ففي الاحداثيات المتعامدة الرسم البياني للفرض ف خط مستقيم بينما الرسم البياني للفرضين ف ، ف منحنيات أكثر تعقيدا عبر نقاط من المعطيات الأربع . ولكن هذا المحك يبدو معسفا لأنه إذا كانت الفروض ممثلة في إحداثيات متفاضلة مع « س » باعتبارها زاوية الاتجاه ، « ط » باعتبارها الكمية الموجهة كان ف يحدد شكلا توليبا في حين أن الدالة من الدوال التي تحدد خطأ مستقيما بسيطا تكون معقدة تماما وإذا كانت الدوال كلها معبرا عنها — كما في مثالنا — بمسميات شتى فإن نظام تعدد المسميات قد يستخدم كدليل للتعقيد ومن ثم يكون ف أكثر

---

(١) روجرز الفيزياء الفعل الباحث — برنستون — مطبعة برنستون سنة ١٩٦٠ ص ٢٤٠ الفصول ١٤ ، ١٦ من هذا العمل تعدم وصفا واضحا ومختصرا للمعنى والمعايير ملاحظات هادفة أكثر لتدعوى القائلة بأن الشكل الكوبرنيقي أكثر بساطة ولكنهما يبينان أنه كان بالضرورة تعبير وقائم بساطة معروفة في وقت كوبرنيقوس بتلك الوقائع التي لم يستطع البطلمي تفسيرها .

تعقيدا من ذي الذي يدوره أكثر تعقيدا من قبل . ومن ثم تنشأ الحاجة إلى المزيد من المحسكات عندما يتعين فحص دوال حساب المثلثات وغيرها من الدوال أيضاً . في حالة النظريات تتراوح الافتراضات الأساسية المستقلة . على أساس أنها تشير إلى التعقيد. ومن الممكن أن تنضم وأن تنشط الافتراضات بطرق كثيرة . فليس ثمة طريق جلي لاحصائها وعلى سبيل المثال إن القضية القائلة بأنه بالنسبة لأي نقطتين يوجد بالضبط خط مستقيم يحتويها يمكن النظر إليها باعتبارها معبرة عن افتراضين أخرى من افتراض واحـــد . وأن هناك على الأقل خطأ واحدا على هذا النحو وأنه يوجد في أغلب الأحوال خط واحد وإذا أمكن أن نوافق على الحساب فان الافتراضات الأساسية المختلفة تختلف بدورها في درجة التعقيد . ومن ثم يتعين أن توزن أخرى من أن تعد . وثمة ملاحظات مماثلة تصدق على الاقتراح القائل بأن عدد الافتراضات الأساسية المستخدمة في نظرية من النظريات قد تستخدم كمؤشر يشير إلى تعقيدها . وقد لقيت مسألة محسكات البساطة قدرا طيبا من اهتمام الناطقة والفلاسفة . وقد تم الحصول على بعض النتائج الهامة ومع ذلك لم يتوافر لدينا تصور عام للخصائص يبعث على الرضا . إلا أن أمثلتنا توحي بأنه توجد بالتأكيد حالات يكون الباحثون بصددها على اتفاق بخصوص الفروض والنظريات الأكثر بساطة حتى في غياب محسكات البساطة وثمة مشكلة أخرى تتعلق بالبساطة تلك هي مشكلة التبرير . ما الذي يدعونا إلى إتباع مبدأ البساطة كما قد نسميه ؟ أين هي القاعدة التي تقول بتفضيل الأبسط من الفرضين أو النظريتين والمتنافستين والتساويتين في درجة التأييد؟

لقد عبر الكثيرون من العلماء عن إقتناعهم بأن القوانين العلمية قوانين

بسيطة. إذا كان هذا هذا صحيحا فانه كان هناك بالضرورة افتراض سابق بأن الفرض الأبسط من الفرضين المتنافسين هو الأكثر احتمالا لأن يكون صادقا. ولكن افتراض أن القوانين الأساسية للطبيعة قوانين بسيطة هو بالطبع من المسائل المشكلة بشأنها في ذلك شأن مبدأ البساطة ومن ثم لا يمكن أن تزودنا بتبرير لها. بعض العلماء الفلاسفة ومن بينهم ماخ، افيناريوس، أوستفالد، وبيرسون تمسكوا بأن العلم ينشد تزويدنا بوصف إقتصادي مقتضب للعالم وأن الفروض العامة التي تقصد إلى التعبير عن قوانين الطبيعة هي سبل إقتصادية للفكر نستخدم لحصر عدد غير محدود من الحالات الخاصة (على سبيل المثال حالات كثيرة السقوط الحر) في صيغة واحدة بسيطة (على سبيل المثال قانون جاليليو). من وجهة النظر هذه يبدو معقولا تماما أن نختار الأكثر بساطة من بين فروض عديدة متنافسة. هذه الحجة قد تقنع إذا كان علينا أن نختار من بين الأوصاف المختلفة لمجموعة واحدة ولنفس المجموعة من الوقائع ولكننا في اختيارنا فرضا واحدا من بين فروض عديدة متنافسة وذلك مثل ف م، ف م، ف م نختار أيضا المتنبؤات التي يتضمنها والخاصة بحالات لم تختبر بعد. وفي هذا الصدد تختلف الفروض إختلافا واسعا. وإذا فالقيمة لقيمة س = ٤، ف م، ف م، ف م تتنبأ بقيم ط ٩٥٠، ٣٠، ٦ على التوالي والآن قد يكون ف م الأبسط من منافسيه من الناحية الرياضية ولكن ما الذي يدعو لاعتباره أكثر احتمالا لأن يكون صادقا خاصة عندما تأسيسي توقعاتنا بصدد الحالة التالية لتتغير بعد وهي س = ٤ على الفرض ف م أو ف م أو ف م وإقامتها على أحد الفرضين المنافسين اللذين يماثلان المعطيات بنفس الدرجة.

المتدرج ريشنباخ بإجابة مفيدة [٤] وبإيجاز يتمثل في النحو التالي :

لنفرض في مثالنا أن « ط » في واقع الأمر دالة لـ « س » ، ص = ق (س) ولكن « ز » يرسمها البياني في نسق من الإحداثيات . الاختيار غير أساسي .

الدالة الصحيحة « ز » ورسمها البياني هما بالطبع غير معروفين للعالم الذي يقيس القيم المترابطة (المتحدة) للمتغيرين وبافتراض أن مقاييسه مضبوطة لأجل البرهان فسيجد على هذا النحو عددا من نقط المعطيات التي تقع على المنحنى الصحيح « ز » . ولنفرض الآن إتفاقا مع مبدأ البساطة يرسم العالم للمنحنيات أي المنحنى الأشد بساطة من الناحية الهندسية منحنى غير ثلاث النقط . قد يتعرف رسمه البياني والمثل « ز » انحرافا ذا بال عن المنحنى الحقيقي إلا أنه على الأقل يشترك بنقط المعطيات القياسية مع هذا المنحنى الأخير (الحقيقي) . ولكن كما يحدد العالم نقط المعطيات أكثر فأكثر ويرسم فيما بعد الرسوم البيانية الأبسط ز ، ز ، ز . فإن هذه الرسوم البيانية تتطابق أكثر فأكثر مع المنحنى الحقيقي « ز » والدوال المتحدة لـ ز ، ز ، ز تدنو أكثر فأكثر من الترابط الوظيفي الحقيقي « د » . وهكذا لا يمكن ضمان مبدأ البساطة لإنتاج الدالة « د » في خطوة واحدة أو حتى في خطوات كثيرة . ولكن إذا كان الإرتباط الوظيفي بين س ، ص ط فإن الإجراء سيؤدي تدريجيا إلى دالة تقترب من الدالة الصحيحة إلى أية درجة مرغوبة .

برهان ريشنباخ المقترح هنا في صورة مبسطة بعض الشيء . برهان بارع

---

(٤) ريشنباخ : الجملة والتبؤ — شيكاغو — مطبعة جامعة شيكاغو — ١٩٤٩ ص ٤٧٠ (مهم — خطة تاريخية)

ولكن قوته محدودة لأنه لا يهم إلى أى مدى يمكن أن نذهب إقامة الرسوم البيانية والمنحنيات للتوالية .

لا يقدم الاجراء بيانا على الاطلاق عن مدى ما بلغه الاقتراب من الدالة الحقيقية إذا كان هناك فى واقع الأمر ثمة دالة حقيقية على الأطلاق . (وكما لاحظنا قبلا وعلى سبيل المثال إن حجم مقدار من الغاز قد يبدو أن يكون دالة لدرجة حرارته وحدها وليس فى واقع الأمر كذلك) وعلاوة على ذلك إن البرهان على أساس الاتجاه نحو المنحنى الحقيقى يمكن أن يستخدم أيضاً لتبرير مناهج أخرى لتخطيط الرسوم الهندسية معقدة من الناحية الحسية وغير معقولة . وعلى سبيل المثال لقد رأينا لتونا أنه إذا كان لنا أن نصل دائماً أى نقطتى معطيات متجاورتين بشبه دائرة قطرها المسافة بين النقطتين فان المنحنيات الناتجة ستتجه فى نهاية الأمر نحو المنحنى الحقيقى إذا كان ثمة منحنى حقيقى واحد . ومع ذلك فرغما من هذا التبرير لا يعتبر هذا الاجراء طريقا صحيحا لإقامة الفروض العلمية فهناك اجراءات أخرى غير بسيطة وذلك كوصل نقط المعطيات المتجاورة بمرى دبوس الشعر تلك التى لا يتجاوز طولها دائماً أدنى قيمة معينة لا تميل التبرير على هذه الصورة . ويمكن أن يتضح ببرهان ريشنباخ أنها تهدم نفسها بنفسها . ومن ثم فإن فكرته تحظى باهتمام واضح . لقد قدم كارل بوبر رأيا مخالفا تماما . فهو يفسر الأبسط من الفرضين بأنه ذو المحتوى الامبريقى الأكبر . ويحتج لذلك بأن الفرض الأبسط هو الأكثر قبولا للتكذيب (يكتشف كونه كاذبا) إذا كان كاذبا بالضرورة فى الواقع . إن هذا الرأى عن الأهمية بمكان فى العلم . فهو يجعل فروضه عرضة للاختبار الدقيق والتكذيب المحتمل . يوجز بوبر حجته على النحو التالى :

إن القضايا البسيطة إذا كانت المعرفة الموضوع الذى نشتغل به يتعين أن تتدرج أكثر من القضايا الأقل بساطة وذلك لأن محتواها الامبريقى أكبر وقابليتها للاختبار أحسن .(١)

يجعل بوبر فكرته عن درجة البساطة كدرجة من درجات القابلية للتكذيب أكثر صراحة بمعيارين مختلفين وفقا لأحدهما الفرض القائل بأن مدار الفلك دائرة أبسط من الفرض القائل بأنه اهليلج (قطع ناقص) لأن الفرض السابق يمكن أن يكذب بتحديد المواضع الأربعة التى نجد أنها لا تقع على الدائرة . (يمكن دائما لثلاثة مواضع وصلها بدائرة) . بينما يتطلب تكذيب الفرض الثانى تحديد ستة مواضع للفلك على الأقل . وبهذا المعنى يكون الفرض الأبسط هنا هو الأكثر قابلية للتكذيب وهو الأقوى أيضا لأنه منطقيا يتضمن الفرض الأقل بساطة . يهم هذا المعيار بالتأكيد فى تحديد نوع البساطة التى يهتم بها العلم . ولكن بوبر يذهب أحد الفرضين أكثر قابلية للتكذيب ومن ثم أبسط من الآخر إذا كان الفرض الأول يتضمن الفرض الثانى ، وله محتوى امبريقى أكبر بالمعنى الاستنباطى الدقيق إلا أن المحتوى الأكبر ليس بالضرورة مرتبطا بالبساطة الأكثر . فأحيانا ما تعتبر نظرية من النظريات قوية لنظرية نيوتن من الجاذبية والحركة لكونها أبسط من الكثير من النظريات التى لا علاقة لها بالنطاق المحدود الذى تتضمنه النظرية . على أن النوع المرغوب فيه من التبسيط الذى

---

(١) كارل بوبر : منطق التكشف العلمى لندن هاتشينسون سنة ١٩٥٩ ص ١٤٢
إن الفصلين السادس والسابع من هذا الكتاب يتضمنان الكثير من الملاحظات عن دور البساطة فى العلم متضمنة الأفكار المشار إليها هنا .

تجلته نظرية من النظريات ليس على هذا النحو مجرد محتوى زائد لأنه إذا كان ثمة فرضين لا علاقة بينهما (على سبيل المثال قوانين هوك وسنيل) يرتبطا فإن الإرتباط الناتج عنهما يخبرنا بما هو أكثر وإن لم يكن أبسط من مكونات أيهما . لا يخبرنا أي من الفروض الثلاثة ف ، ف ، ف المختبرة قبلا بأكثر من أي من الفروض الأخرى . ومع ذلك لا تعد بسيطة على حد سواء . وهذه الفروض لا تختلف في درجة القابلية للتكذيب . فإذا كذبت أمكن بيان كذب الواحد منها بسهولة أعني بشاهد واحد مخالف . وعلى سبيل زوج المطهلة ٤ ، ١٠ يكذبها جميعها . وبينما ألفت الأفكار المتعلقة التي قمنا بمسح وجيز لها ضوءا على معقولية مبدأ البساطة فما زالت مشكلات إيجاد صيغة حقيقة وتبرير موجز لها بغير حل حتى الآن [1] .

٤ — ٥ إحتمالية الفروض

إن استقصاءنا للعوامل المحددة لاتفاق الفروض العلمية تكشف لنا عن أن الثقة في الفرض ف ، في وقت معين تعتمد إلى شتى الدقة — على المعرفة العلمية الكلية في ذلك الوقت . بما فيها البينات وثيقة الصلة بالفرض وكل الفروض والنظريات العلمية المقبولة في ذلك الوقت . لذلك نتكلم عن الثقة في

(١) سيجد القارىء الذي يرغب في متابعة هذه القضايا بتفصيل أكثر فائدة في المناقشات التالية :

بارکر : الاستقراء والفرض ايثاكا مطبعة جامعة كورنيل سنة ١٩٥٧ .

مناقشة إبطالية لبساطة النظريات العلمية — فلسفة العلم المجلد ٢٨ سنة ١٩٦١ ص ١٠٩ — ١٢٤ .

فرض من الفروض بقدر معين من الثقة . ويمكن التقليل لهذا الأمر بمجموعة كبيرة من القضايا ولتكن «ك» تمثل كل القضايا المقبولة في العلم في دقائق اللغات . والسؤال الذي يطرح نفسه بطبيعة الحال هل يمكن أن نعبر عن الثقة بطلقة كمية دقيقة بصياغة تعريف يحدد مدلول (ف ، ك) لفرض ف ولمجموعة القضايا ك بحيث يعبر عن درجة الثقة المتوسطة للفرض « ف » بالنسبة لمجموعة القضايا « ك »

لما كنا لا نتكلم تقاليا عن الفروض باعتبارها أكثر أو أقل إحتمالا فقد نجيب أحيانا بإذا ما كان هذا التصور للكمي لا يمكن تعريفه بالقدر الذي يستوفي كل المبادئ الأساسية لنظرية الاحتمالات ، وفي هذه الحالة تكون الثقة في فرض له علاقة بمجموعة من القضايا « ك » عددا حقيقيا ليس أقل من الصفر وليس أكثر من الواحد . الفرض الصادق على أساس منطقي صرف (وذلك مثل «مطر غدا في سدفراي» أو «لن تمطر») تكون له دائما درجة الثقة (١) . وبالنسبة لأي قضيتين غير متفقتين منطقيا مثل «م ، ك» فـ م ، ك) = م (ف ، ك) + م (ف ، ك) وقد قدمت في واقع الأمر نظريات عديدة لمثل هذه الاحتمالات . وتصدر هذه النظريات من بديهيات معينة كتلك التي ذكرناها تؤدي إلى مبرهنات شتى أكثر أو أقل تعقيدا تجعل من الممكن أن نحدد إحتمالات معينة بشرط أن تكون الاحتمالات الأخرى معروفة بالفعل إلا أنها لا تقدم تعريفا عاما للاحتمالية فرض من

---

(١) كينز : في النظريات البسيطة للعالم . مجلد ، المؤلف ، المجلد ١٥ سنة ١٩٦٣ ، ص ص ١٠٣ - ١٠٦ ، ترجمة عربية للقاهرة ، جون ريفارد كينز في كتابه « رسالة في الاحتمالات » لندن - مركاه - ماكولان وشركاه المحدودة سنة ١٩٢١

الفروض بالنسبة للمعطيات الخاصة . وإذا كان تعريف التصور م (ف ، ك) يأخذ في الاعتبار كل العوامل المتعلقة للمستقبلة كانت المهمة عندئذ شاقة تماما لأنه لم يتضح حتى الآن كيف نمثل هذه العوامل . كيف نمثل الفروض أو نتوقع البيئة المؤيدة أن تعين خصائصها بدقة معبرا عنها بلغة كمية . إلا أن ثمة نتائج مدهشة مشرقة وبعيدة المدى تماما أخيرا حصل عليها أنجوا كارناب الذي درس المسألة بالرجوع إلى نموذج الذرات الشديدة الصورية التي يعتبر بناؤها المنطقي أبسط بقدر معقول من المطلوب لأغراض البحث .

لقد طور كارناب منهجا عاما لتعريف ما يسميه درجة التأييد لأي فرض معبر عنه بمثل هذه اللغة بالنسبة لقدر معين من المعلومات معبر عنه بنفس اللغة . ومن ثم فإن التصور المعرف يستوفي كل المبادئ لنظرية الاحتمال . ووفقا لذلك يشير كارناب إلى المفهوم المعرف باعتباره الاحتمالية المنطقية أو الاستقرائية للفرض بالنسبة للمعلومات المتاحة(١) .

٥ — القوانين ودورها في التفسير العلمي :

٥ — ١ معطيان أساسيان للتفسير العلمي :

إن تفسير ظواهر العالم الفيزيقي هو أحد الأهداف الأساسية للعلوم الطبيعية

---

(١) قدم كارناب تصوره أولا وبينا الأفكار الأساسية في مقاله :

« الاحتمال الاستقرائي والاستقرائي » أعيد طبعه في طبعته « معاني ٥ » بنية الفكر العلمي » بوستون شركة هوتن ميفلن سنة ١٩٦٠ ص ٢٦٩ ـ ٢٧٩ ، وثمة قضية أكثر عمقا وافتراقا وردت في مقال كارناب « مبدأ التطلق الاستقرائي في نظريات فاجل سويل » ، فارنسكي متعلق ويتامين بحث وفلسفة العلوم أعمال المؤتمر الدولي سنة ١٩٦٦ (مطبعة جامعة ستانفورد سنة ١٩٦٢) ص ٣٠٤ ـ ٣١٨

وفي الواقع تقريبا لم تكن تهيئ الأبحاث العلمية التي إستخدمت كتفسيرات في الفصول السابقة إلى تأكيد بعض الوقائع الخاصة ولكن لتحقيق بعض الاستبصارات النظرية . كانت هذه الأبحاث مهمة بمسائل مثل كيف تنتقل حمى المتقاص ، لماذا تكون المقدرة المضخة على رفع المياه حدود معينة ، لماذا يتوقف مسار الضوء بمع تباين الضربات الهندسية وهلم جرا . وفي هذا الفصل والذي يليه نتناول بشيء من التفصيل طابع التفسيرات العلمية ونوع الاستبصارات التي تقدمها . لقد كان الإنسان مهتما دائما ولفترة طويلة باجراء بعض الفهم لما يقع في العالم حوله من حادثات بالغة التنويع وكثيرة في أغلب الأحوال وأحيانا تهدده في حياته . تجلى هذا الاهتمام في الأساطير العديدة والمجازات التي تخيلها في سعيه لتفسير حقيقة وجود العالم ووجوده هو نفسه . الحياة والموت وحركات الاجرام السماوية وتعاقب الليل والنهار وتغير الفصول والرعد والبرق وطلوع الشمس وجاول المطر — وبعض هذه الأفكار التفسيرية مبنية على تصورات تشبه الأشياء بقوى الطبيعة . وأخرى تستعين بقوى خفية وأخرى غيرها تشير إلى تدبيرات للاله مستحيل إدراكها أو تشير إلى القدر .

لا ينكر أن التفسيرات من هذا النوع تعطي الإنسان إحساسا بأنه حصل بعض الفهم ، إنها قد تجل حيرته وهي بهذا المعنى تجيب عن أسئلته . ولكن مهما تكن الاجابات مرضية من الناحية النفسية إلا أنها ليست وافية بأغراض العلم الذي يهتم بعد كل شيء بتنمية تصور واضح عن العالم له علاقة منطقية بخبرتنا . وكذلك هو قابل للاختبار الموضوعي . ولهذا السبب يجب أن تقابل التفسيرات العلمية مطلبين أساسيين يطلق عليهما مطلب

الاتفاق الفنوى ومطلب قابلية الاختبار . القانون الفلكي ، فرانسيسكو سيزي البرهان القائل مناقضا به دعوى معاصره جاليليو أنه رأى من خلال منظاره الفلكي . إنه لا يمكن أن تكون هناك توابع سيارة تدور حول الكوكب المشتري . هناك سبع منافذ في الرأس خلقا الأنف ، الأذنان ، العينان ، الفم . كذلك في السموات يوجد نجمان متوافقان ونجمان غير متوافقين ونجمان مضيئان ومطارد وحده لم يقترر أمره ولا أهمية له . من تلك الظواهر الطبيعية كثير غيرها يشبهها كالمادن السبعة مثلا ... إلخ .

الظواهر التي يطول حصرها يمكن أن يعدد المكوكب هو بالضرورة سبعة ، أضف إلى ذلك القوانين السماوية غير مرئية بالعين المجردة(١) . الخصور التاسع هذا البرهان واضح . فليتابع الذي يودهما . إذا فليت من غير سؤال لتضح أنها لا تتفق تماما وموضوع البحث . إذا لا تخدم أسبابا وأوهاما لافائدة من أن المشتري ليس له توابع . انتهى بالمقابل التفسير الفيزيقي لقوس قزح .. إنه يبين أن الظاهرة تنتج كنتيجة لانعكاس وانكسار ضوء الشمس الأبيض في قطيرات الماء الجوية كتلك التي تحدثه سحابة من المطر . وبالاشارة إلى القوانين البصرية المناسبة يوضح هذا التفسير أن ظهور قوس قزح يكون متوقعا إذا ما أضاء بضوء أبيض قوي وخلف الملاحظ رذاذ من الماء أو مطل (حدى) . ومن ثم إذا حدث أننا لم نر أبدا قوس قزح فان المعلومات التفسيرية التي يمدنا بها البيان الفيزيائي تقيم أساسا جيدا للرفض أو إعتقاد أن قوس قزح سوف يظهر في ظل ظروف معينة .

---

(١) من كتاب هوانون وروبرت : أسس العلم الفيزيائي الحديث ص ١٦٠

نشير إلى معتقد القسة ، بقولنا إن التفسير الغرضائى يقابل مقتضيات الاتفاق التصويرى بالمعلومات التفسيرية الوافرة تقدم أساسا جيدا للاعتقاد بأن الظاهرة المراد تفسيرها حدثت أو ستحدث فعلا . وهذا الشرط لا بد من ملاحظته إذا جاز لنا القول إنه يفسر الظاهرة . إن الظاهرة موضع البحث كانت متوقعة في ظل الظروف المحيطة .

يمثل المطلب شرطا ضروريا لكفاءة التفسير ولكنه ليس شرطا وافيا . وعلى سبيل المثال إن القدر الكبير من المعلومات لأى كشف من تحول إلى الأحمر في عيوف للجرات القاعية يزودنا بأساس جيد للاعتقاد بأن تلك الجرات ترتد عن مجرتنا بسرعة هائلة إلا أنه لا يفسر لماذا ؟

ولكى نقدم للمطلب الثانى الأساسى لتفسيراتنا العلمية لنختبر مرة أخرى تصور الجذب الجاذبى باعتباره كاشفا عن ميل طبيعى شبيه بالحب . كما لاحظنا قبلا ليس لهذا التصور قضايا تومية إختبارية من أى نوع ومن ثم لن يمكننا لأية نتائج امبريقية أن تؤيده أو لا تؤيده . وكونه على هذا النحو خاليا من المحتوى الامبريقى يجعله لا يقدم أساسا لتوقع الظواهر المميزة للجذب الجاذبى . فهو يفتقر إلى القوة التفسيرية الموضوعية وتصدق تعليقات عامة على التفسير بلغة القدر الذى يستحيل فهمه .

الجهود لفكرة القدر ليس المراد به تحقيق رؤية مبهمة بصفة خاصة ولكن التحول عن عبادة التفسير كلية . وخلافا لتلك القضايا التى يقوم عليها التفسير الغرضائى لقوس قزح ، إذ هى ذات توقعات إختبارية عديدة على سبيل المثال تهتم هذه القضايا بالظروف التى فى ظلها يرى قوس قزح فى السماء وترتيب الألوان فيه . فظهور ظاهرة قوس قزح فى الرذاذ الناشىء من الموجة

المنكسرة على الصخور وفى الضباب الناشىء من رش مرج أخضر — وهلم جرا . تصور هذه الأمثلة شرطا تاليا للتفسيرات العلمية نطلق عليه مطلب القابلية للاختبار . القضايا المؤسسة لتفسير علمى ينبغى أن تكون قابلة للاختبار الامبريقى . لقد كان مقترحا قبل الآن أنه لما كان تصور الجاذبية يلتقط الانجذاب العام للكائن ليس بذى لزومات اختبارية فبالتالى لن تكون له قوة تفسيرية ولن يزودنا بأساس لتوقع حدوث الجاذبية . أو أن الجذب الجاذبى سيبدى كذا وكذا من الملامح المميزة لأنه إذا تضمن هذه النتائج سواء بطريقة إستنباطية أو حتى بمعنى احتمالى استقرائى لكان قابلا للاختبار بالرجوع إلى تلك النتائج اللاحقة . وكما يبين هذا المثال إن المطلبين اللذين تناولناهما نوا مرتبطان فيما بينهما . إن التفسير المقترح الذى يقابل مطلب الاتساق يقابل أيضا مطلب القابلية للاختبار (ومن الواضح أن العكس غير صحيح)

والآن دعنا نرى الصور التى تأخذها التفسيرات العلمية وكيف تقابل هذين المطلبين الأساسيين.

٥ — ٢ التفسير الاستنباطى وفق النواميس :

لنقدم مرة أخرى نتيجة بحث بيريه فى تجربة باى دى دوم من أن طول عمود الزئبق فى بارومتر تورشيلى يتناقص مع تزايد الارتفاع . أمدتنا أفكار تورشيلى وباسكال عن الضغط الجوى بتفسير لهذه الظاهرة يمكن ترجمته على النحو التالى :

(١) إن الضغط الذى يمارسه عمود الزئبق فى الجانب السفلى من جهاز

توريشيلي في أي موضع على الزئبق تحته يساوي الضغط الواقع على سطح الزئبق في الإناء المفتوح بواسطة عمود الهواء فوقه .

(ب) الضغوط التي تمارسها أعمدة الزئبق والهواء مناسبة لأوزانها . وكلما كانت الأعمدة أقصر كلما كانت أوزانها أصغر .

(حـ) إذا أن يديه حمل الجهاز إلى قمة الجبل أصبح عمود الهواء فوق الإناء المفتوح أقصر بانتظام (بشكل منتظم) .

(د) لذا فإن عمود الزئبق في الإناء المغلق أخذ في القصر بانفراد أثناء الصعود .

التفسير معتمدا على هذا النحو هو برهان خاص بالظاهرة المراد تفسيرها وكما تضمنها القضية « د » هو المتوقع بالضبط بالنظر إلى الوقائع التفسيرية الواردة في « ا ، ب » حيث تصدر « د » استنباطيا من القضايا التفسيرية . وهذه الأخيرة من النوعين « ا ، ب » لها خاصية القوانين العامة المعبرة عن ارتباطات انفرادية مطردة في حين أن « د » تصف وقائع خاصة معينة . ومن ثم يفسر قصر عمود الزئبق هذا بيان أنه حدث متفقا مع قوانين معينة للطبيعة أو كنتيجة لظروف خاصة . التفسير يناسب الظاهرة المراد تفسيرها في نمط من الإطرادات ويبين أن حدوثها كان متوقعا إذا أعطيت القوانين المعينة وتوفرت الظروف الخاصة المواتية . والظاهرة المراد تفسيرها يشار إليها من الآن فصاعدا بالظاهرة المفسرة والقضية التي تصفها بالقضية المفسرة . وعندما يبين السياق أيهما المقصود فإن أيا منهما يطلق عليه جماعة المفسر . القضايا التي تعين المعلومات التفسيرية أحيانا تسمى القضايا المفسرة . إنها تمثل إجمالا لتكوين المفسرات .

وهو كذلك فإن المتسعس والمقعر لهما خاصية تكوين الصورة بالانعكاس في مرآة كرية أعني أنه بوجه عام $\frac{١}{م} + \frac{١}{ف} = \frac{٢}{ب_{ه}}$ حيث م ، ل هما بعدا نقطة الموضوع ونقطة الصورة عن المرآة وأنه هو نصف قطر انحناء المرآة . في البصريات الهندسية يفسر هذا الاطراد بمعاونة القانون الأساسي للإنعكاس في مرآة مستوية بمقابل إنعكاس شعاع من الضوء على أية نقطة من المرآة الكرية كحالة من حالات الانعكاس في سطح مستو عاس السطح الكروي . يمكن أن يصاغ التفسير الناتج باعتباره برهانا احتياطيا نتيجته القضية المفسرة ومقدماته تتضمن القوانين الأساسية للإنعكاس والانتشار في مخطوط مستقيمة فضلا عن القضية القائلة بأن سطح المرآة يتشكل قطعا من دائرة [1] .

وكذلك برهان مماثل تتضمن مقدماته قانون الانعكاس عن المرآة المستوية يقدم تفسيرا لسبب أن ضوء مصدر ضوئي صغير موضوع في بؤرة المرآة على هيئة قطع مكافئ ، ينعكس في شعاع موازٍ لمحور القطع المكافئ (يطبق هذا المبدأ من الناحية التكنولوجية في صنع مصابيح السيارات الأمامية والمصابيح الكاشفة وغيرها من الحيل الأخرى) .

التفسيرات التي تناولناها توا يمكن النظر إليها على أنها براهين استنباطية نتيجتها القضية المفسرة « هـ » ومقدماتها القضايا المفسرة المؤلفة من القوانين

---

(١) لمعرفة قوانين الانعكاس والمعادلات المتعلقة المشار اليه في هذا المثال وكذلك الخاصيتين المماثلة وبيان في الفصل ١٧ من كتاب موريس كلاين : الرياضيات والعالم الفيزيائي نيويورك — هركة توماس كرانول سنة ١٩٥٩

العامة ق، ، ثم ، ق، التي تتضمن تقديرات عن وقائع معينة . إن صورة مثل هذه البراهين المؤسسة على هذا النحو تمثل نموذجا من القياس العلمي يمكن أن يعبر عن الشكل التالي :

$$\left.\begin{array}{l} \text{ق}_1 \\ \text{ق}_2 \\ \text{ق}_3 \\ \vdots \\ \text{ق}_n \end{array}\right\} \text{فعليا مفسرة} \qquad \frac{\text{ق}_1 \quad \text{ق}_2 \quad \text{ق}_3 \quad \ldots \quad \text{ق}_n}{\text{ق}} \qquad [\text{N}-\text{D}]$$

يطلق على البيانات التفسيرية من هذا النوع اسم التفسيرات بواسطة التضمن الاستنباطي تحت قوانين علمية أو التفسيرات الاستنباطية وفق نوميس (أصل الاصطلاح ناموس هو الكلمة اليونانية « النوموس » بالنسبة للقانون) . وتطلق عـــلى القوانين المستعان بها في التفسير العلمي القوانين المفسرة للظاهرة المفسرة ويقال عن البرهان التفسيري إنه تضمين المفسر تحت تلك القوانين . الظاهرة المفسرة في تفسير إستنباطي وفق نوميس قد تكون حادثة تحدث في زمان ومكان معينين وذلك كخصائص معينة تتبدى بوسيلة علم بواسطة قوس قزح أو إطراد يعبر عنه قانون امبريقي كقوانين جاليليو وكبلر . التفسيرات الاستنباطية لمثل هذه الاطرادات تستعين بقوانين ذات نطاق واسع كقوانين الانعكاس والانكسار الضوئيين أو قوانين نيوتن للجاذبية والحركة .. وكما يصور هذا الاستخدام لقوانين نيوتن غالبا ما تفسر القوانين الامبريقية بواسطة النظرية التي تشير إلى التركيبات والعمليات الكامنة في الاطرادات موضع البحث . سنعود إلى مثل هذه التفسيرات في الفصل التالي . تستوفي التفسيرات وفق نوميس مطلب الاتفاق التفسيري بأقوى معانيه الممكنة . فالمعلومات التفسيرية التي تزودنا بها

تتضمن القضية المفسرة من الناحية الاستنباطية . ومن ثم تقدم من الناحية التطبيقية أسسا طيبة للاعتقاد بأن الظاهرة المفسرة متوقعة (سنقابل توأمتفسيرات علمية أخرى تستغرق المطلب بمعنى استقرائى أضعف فحسب) . ويقابل أيضا مطلب القابلية للاختبار حيث تتضمن القضايا المفسرة من بين ما تتضمنه من أشياء أخرى حدوث الظاهرة فى ظل ظروف معينة تتفق مع بعض التفسيرات العلمية مع نمط (الاستنباط وفق نواميس) تمام الاتفاق ويكون هـــذا الاتفاق بوجه خاص عندما تكون بحوث كمية معينة لظاهرة من الظواهر مفسرة بالاشتقاق الرياضى من القوانين العامة المفسرة كما فى حالة الانعكاس فى المرايا الكرية والتى على هيئة قطع مكافىء . خذ التفسير المشهور الذى قدمه ليفريه (وفى استقلال عن تقدمه آدمز) عن ظواهر عدم الاطراد المعينة فى حركة الكوكب أورانوس والتى وفقا لنظرية نيوتن السائدة يستحيل تفسيرها بالجذب الجاذبى للكواكب الأخرى المعروفة آنذاك . لقد تصور ليفريه أنها نتجت عن الدفع الجاذبى لكوكب خارجى لم يكتشف بعد بحسب الموقع والكتلة والخصائص الأخرى التى للكواكب ليعمل فى تفصيل كمى ظواهر عدم الاطراد الملاحظة . لقد تأيد تفسيره بقوة عندما اكتشف كوكب جديد فى الموضع المتنبأ به وهو « نبتون » الذى اتخذ الخصائص الكمية التى عزاها إليه ليفريه . وثمة أخرى اتخذ لتفسير خاصية البرهان الاستنباطى الذى تتضمن مقدماته القوانين العامة وخاصة قوانين نيوتن عن الجاذبية والحركة وأيضا القضايا التى تخص التفصيلات الكمية المتعددة عن الكواكب المزعج . الا أنه ليس من النادر أن تقرر التفسيرات وفق نواميس فى صورة تقديرية تسقط هذه التفسيرات ذكر الافتراضات التى تفترضها

التفسيرات قبلا وإن كانت تسلم بها ضمن السياق المقرر . ومثل هـــذه التفسيرات يعبر عنها أحيانا فى الصورة « س لأن ص » حيث « س » هى الحادثة المراد تفسيرها ، ص حادثة سابقة أو مصاحبة أو حالة سيئة . وعلى سبيل المثال للقضية القائلة بأن « الوحل على المشى الجانبى ظل سائلا أثناء الصقيع لأنه رش بالملح » لا يذكر هذا التفسير صراحة أية قوانين ولكنه على الأقل يفترض ضمنا واحدا منها هو أن نقطة تجمد الماء تنخفض إذا أذيبت فيه الملح . وفى الواقع أنه يمثل هذا القانون على وجه الدقة يحصل رش الملح على الدور التفسيرى التحليلى بصفة خاصة . ذلك الدور الذى نعزوه إليه قضية العلية فى صورتها التجريبية . هذه القضية ناقصة عرضا فى نواحى أخرى ، فعلى سبيل المثال تسلم ضمنا ودون ذكر افتراضات معينة عن الظروف الفزيائية السائدة . وذلك كدرجة الحرارة التى لا تهبط إلى درجة شديدة الانخفاض . وإذا كانت الافتراضات الاختيارية وغيرها من الافتراضات التى حذفت على هذا النحو تضاف إلى القضية القائلة بأن الملح رش على الوحل فإننا نحصل على مقدمات للتفسير الاستنباطى وفق نواميس لواقعة أن الوحل ظل سائلا وتصدق تعليقات مماثلة على تفسير سيملويز أن حمى النفاس سببتها مادة حيوانية متحللة دخلت إلى مجرى الدم من خلال الجروح المفتوحة . وعلى هذا النحو لم يتم التفسير ذكرا لقوانين عامة . لأن هذا يتضمن تقرير أن التلوث يسبب حمى النفاس . فالتعميم لا شك كان مسلما به إذن من قبل سيملويز الذى لم تتقدم إليه مشكلة مرض كولتشكا المميت على أنها مشكلة علمية لو تحقق شرط إدخال المادة السامة فى مجرى الدم لكانت النتيجة تسمم الدم (كان كولتشكا بأية وسيلة أول من يموت بسبب تسمم الدم الناتج

من جرح بمبضع ملوث وبتهكم مأسوى كان على سيلاويز أن يعاني نفس المصير) . ولكن بمجرد أن جعلت المقدمة الضمنية صريحة ظهر أن القصور يتضمن الاشارة إلى قوانين عامة .

كما توضح الأمثلة السابقة غالبا ما تفترض سببيا القوانين العامة المتضمرة قضية تفسيرية بحيث أن حادثة معينة من نوع معين « ز » (وعلى سبيل المثال تمدد غاز من الغازات تحت ضغط ثابت « سريان تيار في لفة سلك) سببها حادثة من نوع آخر (وعلى سبيل المثال تسخين الغاز ، حركة اللفة في مجال مغناطيسي) ولكي نفهم هذا ان نحتاج للدخول في المناقشات المعقدة للمركزة العلية . يمكننا أن نلاحظ القاعدة العامة « تغير الحالة تغير المقدار » عند تطبيقها على مثل هذه القضايا التفسيرية تنتج لنا الدعوى المتضمنة أنه إذا ما حدثت حادثة من النوع « و » فعادتها تكون مصحوبة بحادثة من النوع « ز » . وقولنا إن تفسيرا من التفسيرات يعتمد على قوانين عامة لا يعني أن إكتشافه يتطلب إكتشاف القوانين العامة . فالاستبصار الجديد الذي يصل إليه تفسير من التفسيرات يمكن أحيانا في الكشف عن واقعة معينة (وعلى سبيل المثال وجود الكوكب الخارجي غير المكتشف الجاذبة الضامة الخالقة بأيدي الأطباء القائمين بالتحسين) تفسر الظاهرة المفسرة بفضل القوانين العامة المقبولة سابقا . وفي حالات أخرى وكذلك كتلك المخلوط في حليف الايدروجين يمكن الانجاز التفسيري وراكتشاف من قانون تفسيرية (قانون بالمر) وفي نهاية الأمر عن نظرية تفسيرية (كنظرية بوهر) ومع ذلك في حالات أخرى يمكن الانجاز الأعظم لتفسير من التفسيرات في بيان كيف يمكن تفسير الظاهرة المفسرة بالرجوع القوانين والمعطيات

بصدد الوقائع الجزئية التي في متناول أيدينا فعلا .

يتضح هذا بالإستخلاص التفسيري لقوانين الانعكاس بالنسبة للمرايا الكرية التي على هيئة القطع المكافئ من القانون الأساسي للبصريات الهندسية في إرتباطه بقضايا الخصائص الهندسية للمرايا .

لا تحدد تشكيلة التفسيرية بذاتها أي نوع من الاكتشاف مطلوب لها. ولهذا أكتشف ليفريه الإنحراف من المسار المتوقع نظريا أيضا في حركة الكوكب « عطارد » وكان في حالة « أورانوس » يحاول أن يفسر هذه الإنحرافات بإعتبارها ناتجة عن الدفع الجاذبي لكوكب لم يكتشف بعد « فولكان » الذي تمين أن يكون شيئا شديد الكثافة شديد القرب بين الشمس وعطارد ولكن لم يوجد مثل هذا الكوكب . والتفسير الملهم قدمه مؤخرا نظرية النسبية العامة التي عالجت عدم الاطراد لا بالرجوع لواقعة مجهولة مزعجة ولكن بواسطة نسق جديد من القوانين .

٥ — ٣ القوانين الكلية والتعميمات العرضية :

إن القوانين تلعب دورا أساسيا في التفسير الاستنباطي وفق نواميس فهي توفر الأداة التي بسببها يمكن أن تستخدم الظروف المعينة (التي تصدمها القضايا من « صميم — صريح) لتفسير حدوث حادثة معينة .

وعندما لا تكون الظاهرة المفسرة حادثة معينة بل إطرادا كذلك الاطرادات التي تمثلها الخصائص المذكورة قبلا المرايا الكرية والتي هي على هيئة القطع المكافئ، تقدم القوانين التفسيرية نمطا من الاطرادات الأكثر شمولا والتي لا يمكن الاطراد المبين إلا حالة خاصة منها تشارك القوانين المطلوبة للتفسيرات الاستنباطية وفق نواميس في خاصية أساسية . فهي قضايا ذات صورة كلية . وتفصيلا إن القضية من هذا النوع تقرر إرتباطا مطردا

بين ظواهر إميريقية مختلفة . أو بين أوجه مختلفة لظاهرة إميريقية. إنها قضية بحيث أنه عندما تتوفر ظروف من نوع معين وليكن « و » تحدث دائما بغير إستثناء ظروف من نوع آخر « ز » (ليست كل القوانين العلمية من هذا النمط في الأقسام التالية نصادف قوانين ذات صورة احتمالية وتفسيرات مبنية عليها). وهاهنا بعض الأمثلة لقضايا ذات صورة كلية . فعندما تتزايد درجة حرارة الغاز ويظل ضغطه ثابتا يزداد حجمه . وعندما يذاب جسم صلب في سائل من السوائل ترتفع درجة غليان السائل وعندما ينعكس شعاع ضوئي على سطح مستو فإن زاوية الإنعكاس تساوي زاوية السقوط . وعندما ينكسر ضوء حديد مخترط إلى إثنين فإن المجزئين يكونان مخترطين أيضا . وعندما يسقط جسم من الأجسام سقوطا حرا من السكون في الخلاء بالقرب من سطح الأرض فإن المسافة التي يقطعها في « ن » من الثواني هي ١٦ قدما مربعا . إن معظم قوانين العلوم الطبيعية قوانين كمية . إذ تقرر إرتباطا رياضيا معينا بين مختلف الخصائص الكمية للأنساق الفزيائية (وعلى سبيل المثال حجم ودرجة حرارة وضغط غاز من الغازات) أو الإجراءات (وعلى سبيل المثال بين الزمن والمسافة في السقوط الحر في قانون جاليليو) بين فترة دوران كوكب من السكواكب وبعده الخارجي عن الشمس في القانون الثالث من قوانين كبلر . بين زوايا السقوط والإنكسار في قانون سنيل) وإن شئنا الدقة نقول إن القضية التي تقرر إرتباطا مطردا تعتبر قانونا إذا كانت هناك أسباب لافتراض أنها صادقة . فنحن لا نتكلم عادة عن قوانين زائفة ظنية . ولكن إذا كان هذا الطالب يلاحظ بشدة فإن القضايا المشار إليها باعتبارها قوانين جاليليو وكبلر لن توصف باعتبارها قوانين لأنها بحسب المعارف الفزيائية الجارية تصدق فقط على وجه التقريب .

وكما نرى فيما بعد تفسر النظرية الفيزيائية السبب في كونها كذلك . وتصدق ملاحظات مماثلة على قوانين البصريات الهندسية وعلى سبيل المثال لا يسير الشعاع الضوئي في الوسط المتجانس في خطوط مستقيمة . بل ينحرف حول الأركان . ولذلك فاستخدام لفظة «قانون» حرفيا بعض الشيء في تطبيق اللفظة على قضايا معينة من النوع المشار إليه هنا . المعروف أنها تصدق فحسب على وجه التقريب بناء على أسس نظرية وبمواصفات معينة. سنعود إلى هذه النقطة في الفصل القادم عندما نتناول تفسير القوانين بالنظريات ورأينا أن القوانين المستعان بها في تفسيرات استنباطية وفق نواميس لها صورة أساسية (في كل الحالات عندما تتحقق الشروط من النوع « و » تتحقق الشروط من النوع « ز » كذلك ولكن من الثابت حتما أنه ليست كل القضايا [من هذه القضايا] من هذه الصورة الكلية. إذا كانت صادقة أمكن أن تتسم بوصفها قوانين لطبيعته. وعلى سبيل المثال القضية القائلة « كل الصخور في هذا الصندوق تحتوي على الحديد » هي من الصورة الكلية لـ « و» شرط كون الصخر في الصندوق ، « ز » شرط الاحتواء على الحديد ، ومع ذلك إذا كانت القضية صادقة لا يمكن اعتبارها كقانون. ولكن كتقرير لشيء من الأشياء يتصادف أن تكون الحالة . تسميها عرضيا. لنفحص القضية القائلة كل الأجسام المصنوعة من ذهب خالص كتلتها أقل من مائة ألف كيلو جرام . لا شك أن الأجسام الذهبية التي اختبرت تتفق معها . ومن ثم توجد بينة مؤيدة لها إعتبارها. وليس ثمة شواهد غير مؤيدة . وفي واقع الأمر من المحتمل أنه لم يحدث أبدا في تاريخ العالم أن كان هناك أو سوف يكون جسم من الذهب الخالص كتلته مائة ألف كيلوجرام أو أكثر . وفي هذه الحالة فإن

التعميم المقترح تنديده لن يكون مؤيدا تأييدا قويا. ولكن يكون صادقا. ومع ذلك نحن نعتبر صدقه عرضا على أساس أنه لا شيء في القوانين الأصلية الطبيعة كما هو مفهوم بها في العلم المعاصر يحول دون إمكانية تواجدها أو حتى إمكانية إنتاجها لشيء صلب من الذهب كتلته تزيد عن مائة ألف كيلو جرام ومن ثم إن القانون العلمي لا يمكن تعريفه بكفاءة كقضية صادقة ذات صورة كلية بغير هذا التوصيف من شرط ضروري وإن كان غير كاف لقوانين من النوع موضع الدراسة .

ما الذي يميز القوانين الأصلية من التعميمات العرضية .

لوقشت هذه المشكلة الخادعة تقاتا مستفيضا في السنوات الأخيرة . ننظر بإيجاز إلى بعض الأفكار الأساسية التي نجمت عن الحوار المستغرق الآن : إن فارقا مؤثرا وموحيا لاحظه ايلسون جودمان[٦] هو هـــذا إن القانون يمكن أن يستخدم في تأييد القضايا الشرطية المخالفة الواقع في أي القضايا ذات الصورة .

« إذا كانت ا هي الحالة ، إذن لكانت ب هي الحالة وفي الواقع ليست ا هي الحالة ومن ثم إن القضية التقديرية التالية :

« إذا كانت شعبة البرافين قد وضعت في غلاية بها ماء يغلي لكانت قد انصهرت يمكن أن تتأيد بواسطة القانون القائل إن البرافين يكون صائلا

---

(١) في مقاله « مشكلة القضايا الشرطية المخالفة للواقع » أعيد طبعه باعتباره الفصل الأول من كتابه « الحقيقة والخيال والتنبؤ » الطبعة الثانية لراندياناپوليس — هاركية بوبز — ميريل (انديانا) سنة ١٩٦٥ يتناول هذا المؤلف « المشكلات الأساسية المتلازمة بصدد القوانين والقضايا المخالفة للواقع والاستدلال الاستقرائي والمحسبة من وجهة نظر تحليلية منتصة .

في درجة حرارة فوق المئتين درجة مئوية (والحقيقة أن درجة غليان الماء هي ١٠٠ درجة مئوية) ولكن القضية القائلة بأن « كل الصخور في هذا الصندوق تحوي حديدا » لا يمكن أن تستخدم على نحو مماثل لتأييد قضية مخالفة للواقع .

« إذا كانت هذه الحصاة قد وضعت في هذا الصندوق لكان قد احتوى على الحديد » وبالمثل إن القانون على النقيض من التعميم العرضي الصادق يمكن أن يؤيد القضايا الشرطية الجازمة أي القضايا ذات الصورة « إذا كان لابد أن يحدث فإذن ... فسوف » كذلك « حيث يترك جانبا مسألة كانت ا تحدث أو لا تحدث في واقع الأمر فالقضية القائلة .

« إذا كانت شمعة البرافين هذه لا بد وأن توضع في الماء إذن ستنصهر » مثال ذلك . ويرتبط وثيقا بهذا الفارق فارق آخر له أهمية خاصة كذا . فالقانون من القوانين يمكن أن يستخدم كأساس لتفسير من التفسيرات حيث لا يمكن أن يستخدم تعميم من التعميمات العرضية . ومن ثم إن إذابة شمعة البرافين الخاصة الموضوعة في ماء مثلي يمكن أن تفسر بالاعتماد على التشكل البرهاني (D.N) الاستنباط وفق نواميس . وذلك بالرجوع إلى الوقائع الجزئية المذكورة آنفا وإلى القانون القائل بأن البرافين يذوب عندما ترتفع درجة حرارته فوق المئتين درجة مئوية ولكن الحقيقة القائلة بأن صخرة خاصة في صندوق تحوي حديدا لا بد وأن تفسر على نحو مماثل بالرجوع إلى القضية العامة القائلة بأن كل الصخور في الصندوق تحوي حديدا .

وقد يبدو من المستحسن أن نقول خلافا بمزيد من التمييز أن القضية الأخيرة تستلزم ببساطة كمقدمة مختصرة متصلة نهائية من هذا النوع « الصخرة هـ، تحوي حديدا والصخرة هـ تحوي حديدا والصخرة هو تحوي حديدا في حين

أن التعميم بصدد البواقين يشير إلى مجموعة حالات خاصة لا متناهية بالقوة . وبالتالي لا يمكن تصوره بقضايا متصلة متناهية تصف شواهد فردية .

هذا التمييز مقترح وإن كان فيه غلو . لأننا إذا بدأنا به كان التعميم القائل بأن كل الصخور في هذا الصندوق تحوي حديدا لا يخبرنا في الواقع بكم صخرة في الصندوق ولا يسمي أيا من الصخور المعينة هي ، فلم — الخ . ومن ثم فإن القضية العامة لا تكافيء من الناحية المنطقية قضية متصلة متناهية من النوع المذكور آنفا . ولكي نصوغ قضية متصلة مناسبة نحتاج إلى معلومات إضافية قد نحصل عليها بعد وضع بطاقات على الصخور في الصندوق . وإلى جانب ذلك تعميمنا القائل « كل الأجسام من الذهب الخالص كتلتها أقل من مائة ألف كيلو جرام لن يعتبر قانونا حتى إذا كانت هناك أجسام من الذهب كثيرة لا متناهية العدد في العالم .

ومن ثم فإن الحالة الذي وضعناه موضع الاعتبار يحقق لأسباب كثيرة متعددة .

ونلاحظ أخيرا أن القضية ذات الصورة الكلية قد توصف باعتبارها قانونا حتى وإن لم يمكن لها بالفعل شواهد أيا كانت . وكمثال نفحص القضية القائلة « بالنسبة لأي جرم من الأجرام السماوية له نصف قطر الأرض وضعف كتلتها يتطابق السقوط الحر من السكون مع الصيغة القائلة بأن المسافة = ٣٢ قدما مربعا في الثانية وقد لا يكون ثمة جرم سماوي في الكون أجمع له الحجم والكتلة المعينين ومع ذلك إن القضية صفة كقانون لأنها (أو بالأحرى بالتقريب منها كافي حالة قانون جالليو) تنتج من نظرية نيوتن عن الجاذبية والحركة في اتصالها بالقضية القائلة أن معدل السقوط الحر على الأرض هو ٣٢ قدما

في الثانية الواحدة كل ثانية واحدة .

ومن ثم إنها ذات تأييد قوى تماما كالقانون الذى أوردناه قبلا للسقوط الحر على سطح القمر .

لاحظنا أن القانون يمكن أن يؤيد قضايا شرطية جازمة ومخالفة للواقع عن الشواهد بالقوة .

أى من الحالات الخاصة التى يمكن أن تحدث أو التى كان ممكنا أن تحدث ولكنها لا تحدث .

وعلى نحو مماثل تؤيد نظرية نيوتن قضيتنا العامة فى الصيغة الشرطية المختصرة والتى توحى بما يشبه القانون أعنى (بالنسبة لأى جرم سماوى قد يكون موجودا وبحيث يكون له نفس حجم الأرض وضعف كتلتها يتطابق السقوط الحر مع الصيغة القائلة بأن عجلة السقوط ٣٢ قدما مربعا فى الثانية الواحدة . وخلافا لذلك التعميم الخاص بالصخور لا يمكن أن يفسر بإعتباره يقرر أن أية صخرة من الصخور التى تكون فى الصندوق تحوى حديدا وليس لهذه الدعوى الأخيرة بطبيعة الحال تأييد نظرى . وبالمثل ليس لنا أن نستخدم تعميمنا عن كتلة الأجسام المصنوعة من الذهب ولنسمها « ح » لتأييد قضايا مثل « جسمان من الذهب الخالص كتلتهما منفردين تبلغ أكثر من مائة ألف كيلو جرام لا يمكن صهرهما ليكونا جسما واحدا .

وإذا كان الصهر ممكنا كانت كتلة الجسم الناتج حينئذ أقل من مائة ألف كيلو جرام لأن النظريات الفيزيائية والكيميائية الأساسية عن المادة . تلك النظريات المقبولة والمتداولة لا تحول دون نوع الصهر الذى تناولناه هنا ولا يتضمن أن هناك كتلة فائقة من النوع المشار إليه هنا .

ومن ثم إذا كان التعميم هو صادقا أي إذا لم تكن ثمة استثناءات لا بد وأن تحدث دوما فإن هذا يؤسس عرضا أو إتفاقا وفق حكم النظرية الجاذبة التي تسمح بحدوث استثناءات للتعميم (هو) .

ومن ثم إذا اعتبرت القضية ذات الصورة الكلية قانونا إمتدت في جزء منها على النظريات العلمية المقبولة في ذلك الوقت .

ولا يعني هذا القول بأن التعميمات الأمبريقية بدأت بالقضايا ذات الصورة الكلية ، تلك التي تأيدت جيدا من الناحية الأمبريقية ولكن دون أساس نظري إنها لن تسمى بوصفها قوانين فقوانين جاليليو وكبلر وبويل على سبيل المثال قيلت على هذا النحو قبل أن تجد تأييدا نظريا . وموافقة النظرية هي هذا بالأحرى قضية ذات صورة كلية سواء تأيدت إمبريقيا أم لم تختبر بعد . تتسم بوصفها قانونا إذا تضمنتها نظرية مقبولة .

(القضايا من هذا النوع يشار إليها غالبا باعتبار أنها قوانين نظرية)

وإذا تأيدت من الناحية الامبريقية وافترض صدقها مسبقا في الواقع فلن تتسم بوصفها قانونا إذا كانت تحكم حدوث افتراض معين (وذلك مثل صبر جسمين من الذهب وكتلة ناتجة تزيد عن مائة ألف كيلو جرام في حالة التعميم هـ) تسمه النظرية المقبولة بوصفة ممكنا[1] .

---

(١) من أجل تحليل أوفى لمفهوم القانون والعلاقة بين القانون والتفسير انظر المصادر أنظر ارنست ناجل بنية العلم، نيويورك ، هاركورت بريس وارلد سنة ١٩٦١ الفصل الرابع .

٥ — ٤ اصول التفسير الاحتمالى :

ليست كل التفسيرات العلمية قائمة على قوانين ذات صورة كلية ومن ثم جيم الصغير مصاب بالحصبة نفسر بقولنا أنه أخذ المرض من أخيه الذى كان مصابا بحالة سيئة من الحصبة منذ بضعة أيام مضت . هذا التفسير يربط الواقعة المفسرة بواقعة حدثت قبلا وهى تعرض جيم للحصبة . بمثال أن الواقعة الأخيرة تزودنا بتفسير لأن هناك ارتباطا بين التعرض للحصبة والإصابة بالمرض . لا يمكن التعبير عن ذلك الارتباط بقانون ذى صورة كلية إلا أن كل حالة تعرض للحصبة لا تنتج العدوى . ما يمكن ادعاؤه هو فحسب الأشخاص المعرضون للحصبة يصابون المرض إحتمالية عالية أى بنسبة مئوية عالية فى كل الحالات . القضايا العامة من هذا النمط والتى تخبرنا قولا تسمى قوانين ذات صورة إحتمالية أو قوانين إحتمالية باختصار . فى تصويرنا تتألف المفسرات من القانون الاحتمالى المذكور قولا والقضية القائلة بأن جيم كان معرضا للحصبة . وخلافا لحالة التفسير وفق نواميس لا تتضمن هذه القضايا المفسرة القضية المفسرة القائلة بأن جيم أصيب بالحصبة لأن النتيجة فى صادقة دائما فى الاستدلالات الاستنباطية يتفق فى مثالنا من الواضح أنه من الممكن أن تكون القضايا المفسرة صادقة ومع ذلك القضية المفسرة كاذبة ويمكن نقول إن القضايا المفسرة (المفسرات) تتضمن المفسرات ليس بوقين استنباطى ولكن فحسب يتعين تعريبى أو باحتمالية عالية والبرهان التفسيرى الناتج يرسم على النحو الآتى الوارد فى أعلى الصفحة .

الاحتمالية بالنسبة للأشخاص المعرضين للحصبة .

الاصابة بالمرض عليـــــة :

[تضع احتمالات عليها] جيم كان سببا للأصابة الحمية :

أصيب جيم بالحمية .

في المثال المعتاد للبرهان الاستنباطي الذي إستخدم على سبيل المثال في الشكل البرهاني (الاستنباط وفق نواميس) السابق تحصل النتيجة من المقدمات بخط مفرد يستخدم لبيان أن المقدمات تتضمن النتيجة من الناحية المنطقية . . .

الخط المزدوج المستخدم في الشكل البرهاني الذي أوردناه أخيرا مقصود به الاشارة بالمائة إلى أن المقدمات (المفسرات) تجعل النتيجة (القضية المفسرة) أكثر أو أقل احتمالا . ودرجة الاحتمال يوحي بها التدوين بين قوسين وتسمى البراهين من هذا النوع بالتفسيرات الاحتمالية . وكما تبين من مناقشتنا إن التفسير الاحتمالي لحادثة مفردة يشترك مع نمط التفسير الاستنباطي وفق نواميس والنمط المناظر له في خصائص أساسية معينة .

في كلا الحالين تفسر الحادثة المعينة بالرجوع إلى الحوادث الأخرى التي ترتبط معها الحادثة المفسرة بقوانين .

ولكن في إحدى الحالتين تكون القوانين ذات صورة كلية وفي الأخرى ذات صورة احتمالية . وبينما يوضح التفسير الاستنباطي أنه على أساس المعلومات المحتواة في المفسرات المفسر يتبعين استنباطي خلافا للتفسير الاستقرائي على أساس المعلومات المحتواة في المفسرات يتوقع حدوث المفسر باحتمالية عالية فحسب أو « بيقين معقول » . وعلى هذا النحو يقابل البرهان الأخير مطلب الموافقة التفسيرية .

— ٥ الاحتمالات الاحصائية والقوانين الاحتمالية :

لابد لنا أن نفحص صفتين مميزتين للتفسير الاحتمالي لاحظناها توا

باحكام أكثر هما القوانين الاحتمالية التي يستعين بها والنوع الخاص من اللزومات الاحتمالية التي تربط بين المفسر والمفسر .

لنفرض أنه من وعاء يحوى كرات كثيرة من نفس الحجم والكتلة ولكن ليس بالضرورة من نفس اللون جرى سحب متتالي وفي كل سحب نستبعد إحدى الكرات ونلاحظ لونها ثم أعيدة الكرة إلى الوعاء الذى اختلطت محتوياته تماما قبل أن يحل السحب التالي هـــذا مثال يسمى لنا بالعملية أو التجربة العشوائية . تصور نقوم بتحديد خصائصه بتفصيل أكبر نشير إلى الإجراء الذى وصفناه تواً باعتباره التجربة « ه » وإلى كل سحب باعتباره أداء للتجربة « ه » وإلى لون الكرة الناتجة عن السحب باعتباره النتيجة أو حاصل الأداء .

إذا كانت كل الكرات في الوعاء بيضاء اللون فإن قضية من القضايا ذات الصورة الكلية الدقيقة تصدق على النتائج المتوالدة عن أداء التجربة « ه » وكل سحب من الوعاء ينتج عن كرة بيضاء أو تنتج عنه النتيجة « ص » . إذا كان فقط بعض الكرات وليكن ٦٠٠ كرة بيضاء اللون بينما البعض الآخر وليكن ٤٠٠ كرة حمراء اللون فإنه تصدق على التجربة قضية عامة ذات صورة احتمالية وإحتمالية أداء التجربة « ه » لينتج كرة بيضاء أو حاصل ص هو ٦ و وبالرموز .

ح (ص ، ه) = ٦ و

وبالمثل احتمالية الحصول على الوجوه كنتيجة للتجربة العشوائية « ه » لنقف قطعة نقود معدنية هي .

ح (ر ، ه) = ٥ و

احتمالية الحصول على آس كنتيجة لتجربة عشوائية ز للحرجية الزهر المرتب هي :

$$ح (ا ، ز) = \frac{٤}{٥٢}$$

هاتان تبنى مثل هذه القضايا الاحتمالية وفقا لوجهة نظر مألوفة تسمى التصور الكلاسيكي للاحتمال تفسر القضية ح (ا ، ز) كالآتي كل أجراء التجربة ع ز ، ينتج اختيارا لواحد من بين ألف احتمال أساس أو بدائل أساسية يمثل كل منها كرة واحدة في الوعاء . من هذه الاختيارات المحتملة ٦٠٠ اختيار موافقة للحاصل ع س ، واحتمالية سحب كرة بيضاء هي ببساطة نسبة عدد الاختيارات الموافقة المتداولة بالنسبة لعدد الاختيارات المحتملة أي $\frac{٦٠٠}{١٠٠٠}$ والتفسير الكلاسيكي للقضايا الاحتمالية ح ـ ، ـ ح يتبع نفس الخطوط . ومع ذلك هذه السمة ليست كافية لأنه إذا كانت الكرات الحمراء الأربعمائة توضع فيما كل سحب أهلي الكرات البيضاء في هذا النوع الجديد من تجربة الوعاء وليكن ع س ، نسبة الموافق لبدائل الرئيسية المكونة يظل كما هو . ولكن احتمال سحب الكرة البيضاء ، أقل في التجربة ع ز ، التي اختلطت فيها الكرات تماما قبل كل سحب . والتفسير الكلاسيكي يأخذ الاعتبار هذه الصعوبة فيطلب أن تكون للبدائل الرئيسية المشار إليها في تعريفه للاحتمال متكافئة الاحتمال أو متكافئة الامكان ، مطلب يحتمل الاخلال به في حالة التجربة ع ز ، .

يثير هذا الشرط الزائد تساؤلا عن كيفية تحديد تكافؤ الأحتمال وتكافؤ الامكان . ثم على هذه القضية المتبعة نوعا والمثيرة للجدل لأنه بافتراض أن تكافؤ الاحتمال أمكن تحديد خصائصه بوجه يبعث على الرضا يظل التفسير الكلاسيكي لا يفي بالغرض إذ تخصص الاحتمالات لنتائج التجارب العشوائية التي لا تعرف لها طريقا مقبولا لتمييز البدائل الأساسية المتكافئة الأحتمال . ومن ثم بالنسبة

للتجربة العشوائية «ز» لدرجة الزهر المرتب يمكن أن تعتبر الأوجه الستة ممثلة لمثل هذه البدائل المتكافئة الاحتمال. ولكننا نعرف هذه الاحتمالات إلى مثل هذه النتائج كدرجة آس أو عدد فردي من النقط . الخ وأيضا في حالة الزهر المختل وإن لم يكن ثمة عوامل أساسية متكافئة الاحتمال يمكن تمييزها هنا . وبالمثل — وهذا هام بوجه خاص — يحدد العلم احتمالات النتائج لتجارب عشوائية معينة أو إجراءات عشوائية تصادفنا في الطبيعة وذلك كالتحلل خطوة فخطوة لذرات المواد المشعة أو إستحالة الذرات من حالة طاقة إلى أخرى . ومرة أخرى نجد بدائل رئيسية متكافئة الاحتمال قد تعرف وتحسب بها كلاسيكيا مثل هذه الاحتمالات .

ولكي نصل إلى تفسير مقنع للقضايا الاحتمالية بدرجة أكبر نفحص كيف تتأكد احتمالية درجة الآس من الآسات بزهر معين غير معروف ترتيبه من الواضح أن هذا يتم بإجراء الكثير من الرميات بالزهر والتأكد من التكرار النسبي أي التناسب لتلك الحالات التي يظهر فيها الآس . وعلى سبيل المثال إذا أجريت التجربة « ز » لدرجة الزهر ٣٠٠ مرة وظهر الآس في ٦٢ حالة كان التكرار النسبي ٠,٢٠٦ معتبر القيمة تقريبية للاحتمال ح(إز) لدرجة آس من الآسات بالزهر المعين . ونستخدم إجراءات مماثلة لتقييم الاحتمالات المرتبطة بتقف قطعة نقود معينة ، تدوير عجلة الروليت . . . الخ وبالمثل الاحتمالات المرتبطة بالتحلل الأشعاعي النشط والانتقالات بين مختلف حالات الطاقة الذرية والعمليات التخليقية . . . الخ

تتحدد بالتأكيد من التكرارات النسبية الناظرة إلا أن هذا غالبا ما يجرى بطرق غير مباشرة بدرجة عالية أكثر منه بالحد البسيط للحالات الفردية المفردة أو غيرها من الحالات في الأنواع المواتية .

ويصدق التفسير بلغة التكرارات النسبية أيضا على القضايا الاحتمالية وذلك مثل « ب » « ب » « ج » اللتان تعنيان بنتائج تقف قطعة معدنية تقيـــة (أى متجانسة وأسطوانية تماما) أو رمى زهر مرتب (متجانس ومكعب تماما) .

أيهتم به العالم أو القامر بالنسبة لهذه المسألة فى عمل قضية احتمالية هو التكرار النسبى الذى عن طريقه تتوقع النتيجة « ل » فى سلسلة طويلة من التكرارات لتجربة عشوائية « ج » حساب البدائل الرئيسية المتكافئة الاحتمال وبينها البدائل الموافقة للنتيجة « ل » والتى قد تعتبر حيلة استكشافية لتخمين التكرار النسبى لـ « ل » وفى الواقع حين نرمى الزهر المرتب أو القطعة المعدنية المجيدة عددا كبيرا من المرات تتجه الأوجه المختلفة للظهور بتكرار متساوى . وقد يكون ممكنا المرء أن يتوقع هـــذا على أساس الاعتبارات المماثلة للنوع الذى يكثر إستخدامه فى تكوين الفروض الفيزيائية لأن معرفته الامبريقية لا تقدم أساسا لتوقع أى من الوجوه أكثر من غيره . ولكن حيث تكون هذه الاعتبارات ناتجة من الناحية الاستكشافية لا يجب أعتبارها حقائق يقينية أو بنية بذاتها . فبعض الافتراضات بصدد الاحتمالات المتكافئة عرضة دائما للتصحيح فى ضوء المعطيات الامبريقية المتعلقة بالتكرارات النسبية الفعلية للظواهر موضع الدراسة . وتتضح هذه النقطة أيضا بالنظريات الاحصائية للغازات . تلك النظريات التى طورها نور وايتشتين وفرما وديراك على التوالى ، تلك التى تقوم على فروض تتعلق بأى التوزيعات للجزئيات على وجه الـكان متكافئة الاحتمال ومن ثم فإن الاحتمالات المبينة فى القوانين الاحتمالية تمثل التكرارات النسبية . إلا أنها

تستطيع تعريفها بدقة باعتبارها تكرارات نسبية في سلسلة طويلة من التكرارات التجريبية العشوائية الموافقة . لأن التناسب للأساسات التي نحصل عليها في وسط معين يتغير تغيراً طفيفاً كلما امتدت سلسلة الرميات . وفي سلسلتين لهما نفس الطول يختلف عدد الأساسات عادة إلا أننا نجد أنه كلما تزايد عدد الرميات كان التكرار النسبي لاحواصل المختلفة أميل إلى التغير أدنى فأدنى وإن تغايره نتائج الرميات المتعاقبة بكيفية غير معروفة لا يمكن التنبؤ بها عملياً . هذا هو ما يسمى التجربة العشوائية « ع » ذات الحواصل لم ، لم — لهم بوجه عام الإجراءات المتعاقبة للتجربة « ع » تنتج لنا واحدة أو الأخرى من تلك النتائج على هيئة غير معروفة . ولكن التكرارات النسبية للنتائج تميل لأن تصبح ثابته كلما تزايد عدد مرات إجراء التجربة والاحتمالات للنتائج الحاصلة .

. . ع (لم ، ع) ، ع (لم ، ع) ، ع (لم ، ع) قد تعتبر القيم المثلى التي تميل التكرارات النسبية إلى إفتراضها كلما أصبحت ثابته باطراد متزايد . . ولأجل الاتفاق الرياضي تعرف الاحتمالات أحياناً باعتبار أنها حدود رياضية تتجه نحو التكرارات النسبية كلما تزايد عدد مرات إجراء التجربة تزايداً غير محدود . ولكن هذا التعريف قاصراً قاصوراً مميتاً من ناحية المفهوم . وفي بعض الدراسات الرياضية المعاصرة عن الموضوع تتحدد خصائص المعنى الاجرائي المقصود لمفهوم الاحتمال عمداً ولأسباب طبية بطريقة أكثر خصوصاً بواسطة ما يسمى التفسير الاحصائي للاحتمال[1] .

---

(١) نزيد من التفصيل عن مفهوم الاحتمال الاحصائي ومن التعريف المعنى وأوجه النقص فيه يوجد في مقالة لرتشت نايجل « مبادئ نظرية الاحتمال » مطبعة جامعة شيكاغو سنة ١٩٣٩ ثم قلنا التفسير الاحصائي ذلك للتفسير الاحصائي الذي قدمه كرامر في ص ١٤٨ ، ١٤٩ من كتابه « المناهج الرياضية للاحصاء » برنستون مطبعة جامعة برنستون سنة ١٩٤٦

النسبة ح (ل ، ع) = —

تعنى أنه فى سلسلة طويلة من إجراء التجربة العشوائية ع يكون إتساق الحالات مع النتيجة ل شديد الاقتراب من « ر » . لابد من تحيز مفهوم الاحتمال الاحصائى الذى تحددت خصائصه على هذا النحو من مفهوم الاحتمال الاستقرائى أو المنطقى الذى تناولناه فى القسم ٤ — ٥ . فالاحتمال المنطقى هو علاقة كمية بين قضايا محدودة . فالقضية ح (ف ، ك) = — تقرر أن الفرض « ف » تؤيده أو تجعله محتملا إلى الدرجة « ر » البينة المضافة فى القضية ك . الاحتمال الاحصائى علاقة كمية بين أنواع من الحادثات تقبل التكرار . ثمة نوع معين من الحاصل الناتج « ل » ونوع معين من التجربة العشوائية « ع » يمثل التكرار النسبى الذى به تميل النتيجة « ل » إلى الحدوث فى سلسلة طويلة من إجراء التجربة « ع » . ما للتصورين من خصائص مشتركة هو خصائصهما الرياضية فكلاهما يستوفى المبادىء الأساسية لنظرية الاحتمالات الرياضية .

(ر) القيم العددية الممكنة لكلا الاحتمالين مداها من صفر إلى واحد .

صفر ≤ ح (ل . ع) ≤ ١

صفر ≤ ر (ف ، ب) ≤ ١

(ب) احتمال حدوث واحد من اثنين من الحواصل الناتجة عن التجربة ع والمستبعدة بالتبادل هو مجموع الاحتمالات للنتائج مأخوذة منفصلة . احتمال الصدق القائم على أية بينة « ب » بالنسبة لواحد أو آخر من الفرضين المستبعدين بالتبادل هو مجموع احتمالاتهما على التوالى .

إذا كان ل ، ل مستبعدين بالتبادل فإن

ح (ل أو ل ، ع) = ح (ل ، ع) + ح (ل ، ع)

إذا كان ف ، ف قرضين مستبعدين من الناحية المنطقية فان

ح (ف أو ف ، ك) = ح (ف ، ك) + ح (ف ، ك)

(ح) احتمال أن تحدث بالضرورة نتيجة من النتائج فى كل الحالات مثل ل أولا ل هو واحد . فالاحتمال القائم على أية بينة اقرض من القروض يكون صادقا من الناحية المنطقية (وبهذا لمعنى ضرورة) وذلك مثل ف أولا ف هو واحد .

ح (ل أولا ل ، ع) = ١

ح (ف أولا ف ، ك) = ١

يمكن إختبار القروض العامة فى صورة القضايا الاحتمالية بفحص التكرارات النسبية الطويلة المدى للنتائج موضع الاهتمام وتأييد مثل هذه القروض الواردة يحكم عليه بانه التقارب فى الاتفاق بين الاحتمالات القوضية والتكرارات موضع الملاحظة .

إلا أن منطق مثل هذه الإختبارات يمثل بعض المشكلات العويصة التى تستعصى على الأقل فحصا بايجاز . تفحص القرض « ف » القائل بأن احتمال درجة الآس بزهر معين هو ١٥ر أو بايجاز ح (ر ، ز) = ١٥ر حيث « ز » هى التجربة العشوائية لدحرجة الزهر . فالقرض « ف » لا يتضمن من الناحية الاستنباطية أية لزومات إختبارية اعتيادية كم من الآسات يقع فى سلسلة متناهية من الرميات للزهر . فعلى سبيل المثال لا يتضمن أن ٧٥ رمية بالضبط من بين ٥٠٠ رمية تنتج لنا آسا ولا أن عدد الآسات يقع فيما بين ١٠٠ ، ١٥٠ ومن ثم إذا كانت نسبة الآسات التى نحصل عليها بالفعل فى عدد كبير من

الرميات يختلف بقدر معقول عن ٠٫٥ فإن هذا لا يبطل « ف » بالمعنى الذى يمكن أن يبطل فيه فرض من الفروض ذات الصورة الكلية الدقيقة . وذلك مثل « كل البجع أبيض » يمكن إبطالها بفضل برهان الرفع وذلك بالاشارة إلى شاهد واحد مخالف وذلك مثل بجعة سوداء . وبالمثل إذا كان الشوط من الرميات ٠٫٥ ينتج لنا نسبة من الأسات قريبة من ٠٫٥ . فهذا لا يؤيد الفرض « ف » بالمعنى الذى يؤيد فيه فرض من الفروض بإيجاد أن القضية الإختبارية « ت » التى يتضمنها من الناحية المنطقية صادقا حقا لأنه فى هذه الحالة الأخيرة يقرر للفرض القضية « ت » بالمزوم المادى ونتيجة الإختبار هى ذلك مؤيدة بمعنى أنها تبين أن جزءا معينا مما يقرره الفرض صادق فى واقع الأمر . ولكن ليس ثمة شىء مماثل مما تقدم فيبقى تكرار للمعطيات المؤيدة لفرض « ف » لأن « ف » لا يقرر من طريق اللزوم أن تكرار الأسات فى شوط طويل يكون بالتحديد قريبا من ٠٫٥ .

ولكن حيث لا يحول « ف » من الناحية المنطقية دون احتمال إبتعاد نسبة الأسات التى نحصل عليها فى سلسلة طويلة من الرميات الزهر من ٠٫٥ . يتضمن أن مثل هذه الإبتعادات غير محتملة بدرجة عالية فى المدى الاحصائى أى أنه إذا كانت تجربة الأداء لسلسلة طويلة من الرميات (قل ١٠٠٠ منها فى السلسلة) تكررت عددا من المرات فإن نسبة ضئيلة فحسب من تلك السلسلة الطويلة هى التى تنتج نسبة من الأسات تبتعد بقدر معقول عن ٠٫٥ (رقم النسبة للدحرجة الزهر من المفترض عادة أن نتائج الرميات المتوالية مستقلة من الناحية الإحصائية . ويعنى هذا إجمالا أن احتمال الحصول على آس فى رمى الزهر لا يعتمد على نتيجة الرمية السابقة . ويبين التحليل الرياضى أنه فى إتصال مع

إفتراض الإستقلال بحدد الفرض ف٠ من الناحية الاستنباطية . الاحتمال الاحصائى لنسبة الأمات التى نحصل عليها فى ن من الرميات . إنها تبتعد عن ٥ر٠ بما لا يزيد عن قدر معين . وصل سبيل الثالث يتضمن الفرض ف٠ أنه بالنسبة لسلسلة طويلة من الرميات تزيد عن ١٠٠٠ رمية الاحتمال حوالى ٩٧ر بحيث أن نسبة الأمات تقع بين ٤٢٥ر٠ ، ٥٧٥ر٠ ومماثل بالنسبة للشوط من ١٠٠٠ رمية يكون الإحتمال حوالى ٩٩٥ر بحيث تقع نسبة الأمات بين ٤٤ر٠ ، ٥٦ر٠ ومن ثم يمكن أن نقول إنه إذا كان الفرض ف٠ صادقا فمن المؤكد من الناحية العملية أنه فى محاولة من المحاولات ذات الشوط الطويل تختلف النسبة للاحظة من الأمات بقدر ضئيل عن قيمة الاحتمال الافتراضى ٥ر٠ ومن ثم إذا كان التكرار الملاحظ نتيجة من النتائج ليس قريبا من الاحتمال المعين له بواسطة فرض احتمالى طويل الذى فمن المحتمل أن يكون ذلك الفرض كاذبا .

وفى هذه الحالة يعد تكرار الملاحظات غير مؤيد للفرض وآخذاً من الثقة فيه وإذا وجدت بينة من البيانات غير مؤيدة للفرض بدرجة كافية أعتبر الفرض مرفوضا من الناحية العملية إن لم يكن من الناحية المنطقية وبناء على ذلك يخرج الفرض . وبالمثل الإتفاق الشديد بين الاحتمالات الافتراضية والتكرارات الملاحظة يميل إلى تأييد الفرض الاحتمالى ويؤدى إلى قبوله .

إذا كانت الفروض الاحتمالية تقبل أو ترفض على أساس البينة الإحصائية المتعلقة بالتكرارات الملاحظة استدعى الأمر معايير مناسبة . هذه المعايير يتعين عليها أن تحدد (١) ما هى إنحرافات التكرارات الملاحظة عن الاحتمال الذى يقرره فرض من الفروض تلك الانحرافات التى تعد أساسا لرفض

الفرض (ب) كم يتطلب الأمر من شدة الاتفاق بين التكرارات للملاحظة والاحتمال الافتراضي كشرط لقبول الفرض. هذان المظهران موضع البحث من الممكن أن يكونا أكثر أو أقل دقة وتعيينهما مسألة من مسائل الاختيار تتغير شدة المعايير المختارة تبعا لتغير السياق والأهداف المنشودة من البحث موضع الدراسة.

إنها تعتمد على الأهمية المعتقدة في السياق المعطى لتجنب نوعين من الخطأ قد يرتكبا. اطراح الفرض موضع الاختبار رغم صدقه وقبوله رغم كذبه. تتضح أهمية هذه النقطة بصفة خاصة عندما يستخدم قبول الفرض أو رفضه كأساس للتصرف العملي. ومن ثم إذا كان الفرض مهما بالفاعلية والأمان المحتملين الفعل الجديد فإن القرار بصدد قبوله يأخذ في الاعتبار كيف تتفق نتائج الاختبار الاحصائية مع الاحتمالات التي يعنيها الفرض. ليس ذلك فحسب ولكن أيضا كم الخطورة للنتائج المترتبة على قبول الفرض والتصرف بحسبها (وعلى سبيل المثال تطعيم الأطفال بلقاح الجدري) عندما يكون الفرض في واقع الأمر كاذبا. والنتائج المترتبة على اطراح الفرض والتصرف بحسبها (مثال ذلك تلاف الفصل والتعديل والتوقف عن الاستمرار في تصنيعه) عندما يكون الفرض في واقع الأمر صادقا. المشكلات المعقدة التي تنشأ في هذا السياق تشكل موضوع نظرية الاختبارات وأقرارات الاحصائية. تلك النظرية الرياضية للاحتمالات والاحصاءات[1].

إن الكثير من القوانين العامة والمبادىء النظرية للعلوم الطبيعية ذات طابع احتمالي ولو أنها قد تكون صورة أكثر تعقيدا من القضايا الاحتمالية البسيطة التي ناقشناها - وعلى سبيل المثال وفقا لنظرية فيزيائية جارية إن

(١) عن هذا الموضوع أنظر نيمان وبيرسون ملامح نظرية اختبارات الفروض وتطبيقاتها في الاحصاء، بيومترك مؤسسة بيومترك، الجزء الأول لعام ١٩٣١.

التحلل الاشعاعي النشط ظاهرة عشوائية حيث تكون ذرات كل عنصر إشعاعي نشط جائزة لاحتمال متميز الانحلال خلال فترة معينة من الزمان وتصاغ القوانين الاحتمالية المناظرة عادة كقضايا تعطي « نصف عمر » للعنصر المعني . ومن ثم إن القضايا التي تقرر أن نصف عمر الراديوم ٢٢٦ هو ١٦٢٠ عاما وأن نصف عمر البولونيوم ٢١٨ هو ٣٫٠٥ دقيقة هي قوانين يراد بها أن احتمال الانحلال لذرة من ذرات الراديوم ٢٢٦ في مدى ١٦٢٠ عاما ولذرة من ذرات البولونيوم ٢١٨ في ٣٫٠٥ دقيقة كلاهما هو ٠٫٥ ووفقا للتفسير الاحصائي الذي أوردناه قبلا تتضمن هذه القوانين أنه من مجموعة كبيرة من ذرات الراديوم ٢٢٦ أو ذرات البولونيوم ٢١٨ المعطاة في زمن معين وبالاقتراب الشديد من نصف واحد لم يظل يوجد ١٦٢٠ عاما أو ٣٫٠٥ دقيقة عقب ذلك والنصفان الآخران اتصلا بالانحلال الاشعاعي النشط .

وفي نظرية الحركة تفسر الاطرادات المختلفة في سلوك الغازات بما في ذلك قوانين الديناميكا الحرارية الكلاسيكية بواسطة افتراضات معينة عن الجزئيات المكونة لها ويمثل هذه القوانين قوانين احتمالية تتعلق بالاطرادات الاحصائية في حركات واصطدامات تلك الجزئيات .

وثمة ملاحظات إضافية قليلة خاصة بفكرة القوانين الاحتمالية يشار إليها قد يبدو أن كل القوانين العلمية لا بد من توصيفها باعتبارها قوانين احتمالية من حيث أن البينة المؤيدة التي في متناول أيدينا هي دائما عدد من النتائج المحددة وغير الشاملة من الناحية المنطقية . هذا العدد يضفي عليها احتمالية

عالية بدرجة أقل أو أكبر . ولكن هذه الحجة تفتقد النقطة القائلة بأن التمييز بين القوانين الكلية والقوانين ذات الصورة الاحتمالية لا يشير إلى قوة التأييد عن طريق البينة بالنسبة للنوعين من القضايا . ولكن لصورتهما التي تعكس الطابع المنطقي للدعوى التي يقيانها . فالقانون ذو الصورة الكلية أساسا قضية يراد بها أنه في كل الحالات حيث يتحقق شروط من النوع «و» تتحقق كذلك شروط من النوع «ز». بقرر القانون ذو الصورة المنطقية أساسا أنه في ظل ظروف معينة تشكل إجراء التجربة العشوائية «ع» يحدث نوع معين من النتائج في نسبة مئوية معينة من الحالات . لا أهمية لمسألة ما إذا كانا صادقين أو كاذبين مؤيدين جيدا أو غير مؤيدين. فهذان النمطان من الدعاوى هما من طابع مختلف منطقيا وعلى هذا الاختلاف يتوقف تمييزنا . وكما رأينا قبلا القانون ذو الصورة الكلية «حيث و إذن ز» هو بالنمط معادل مختصر منقور من بعد لتقرير يوضح لكل حدوث لـ«و» التي أختبرت في إرتباطها مع حدوث «ز» . وبالأخرى إنه يتضمن أيضا تقارير لكل حالات «و» التي لم تختبر في الماضي فضلا عن الحاضر والمستقبل. ويتضمن أيضا قضايا شرطية إفتراضية مخالفة للواقع تعنى بالحدوث المحتمل لـ «و» .

إنها بالضبط هذه الخاصية التي تمنع مثل هذه القوانين قوتها التفسيرية . والقوانين ذات الصورة الاحتمالية لها موقف عاثل فالقانون الذي يقرر أن التحلل الاشعاعي للنشط للراديوم ٢٢٦ هو عملية عشوائية ذات نصف لـ ١٦٢٠ عاما ليس معادلا لتقرير بصدد معدلات التحلل التي لوحظت في عينات معينة من الراديوم ٢٢٦ . فهو معني بعملية التحلل لأي مقدار من الراديوم ٢٢٦ في الماضي أو الحاضر أو المستقبل. ويتضمن قضايا شرطية جازمة ومخالفة للواقع.

وذلك مثل إذا أذيبت قطعتان من الرادیوم فی واحدة فإن معدلات التحلل تظل كما لو كانت القطعتان ظلت منفصلتين ومرة أخرى إنها هذه الخاصية التى تمنح القوانين الاحتمالية قوتها التفسيرية والتنبؤية .

٥ ـ ٦ التطابع الاستقرائى للتفسير الاحتمالى .

يوضح مثالنا السابق عن إصابة الحصية واحدا من أبسط أنواع التفسير الاحتمالى والصورة العامة لذلك البرهان التفسيرى يمكن أن تقرر على النحو التالى .

ح (ل ، ع) قريب من الواحد

ت حالة من حالات ع

[يجعل احتمالا عاليا] .

ت حالة من حالات ل

إن الاحتمالية العالية المشار إليها بين الأقواس والتى تحقق على القضايا المفسرة ليست بالتأكيد احتمالية إحصائية لأنها تسم العلاقة بين القضايا وليست بين أنواع من الحادثات . وباستخدام مصطلح قدمناه فى الفصل الرابع نقول إن الاحتمالية موضع التساؤل تمثل الثقة المعقولة فى القضايا المفسرة بشرط تقديم المعلومات التى تزودنا بها القضايا المفسرة .

وكما لاحظنا قبلا يقدر ما يمكن تفسير هذه الفكرة باعتبارها احتمالا منطقيا أو استقرائيا .

وفى بعض الحالات البسيطة توجد طريقة طبيعية وواضحة للتعبير عن ذلك الاحتمال بلغة عددية . فى برهان من النوع الذى تناولناه توا إذا كانت القيمة العددية ح (ل ، ع) محددة فمن المعقول أن نقول إن الاحتمال الاستقرائى الذى تضفيه القضايا المفسرة على القضايا المفسرة له نفس القيمة

العددية. والتفسير الاحتمالي الناتج له الصورة:

$$ح(ل ، ع) = د$$

$$\frac{\text{ت حالة من حالات ع}}{\text{ت حالة من حالات ل}} \quad [\text{ف}]$$

إذا كانت القضايا المفسرة أكثر تعقيدا فإن تحديد الاحتمالات الاستقرائية المناظرة لها بالنسبة للقضايا المفسرة يثير مشكلات صعبة لم تزل جزئيا بغير استقرار. ولكن سواء أكان من الممكن أو غير الممكن أن نحدد احتمالات عددية معينة لمثل هذه التفسيرات فإن الاعتبارات السابقة تبين أنه كلما فسر حادث من الحوادث بالرجوع إلى القوانين الاحتمالية فإن القضايا المفسرة تضفي على القضايا المفسرة وحدها تأييدا استقرائيا قويا بدرجة أكثر أو أقل. ومن ثم قد نميز التفسيرات الاحتمالية بقولنا إن الأولى تقوم بعمل تصنيف إستنباطي تحت قوانين ذات صورة كلية والأخيرة تقوم بعمل تصنيف استقرائي تحت قوانين ذات صورة احتمالية.

وأحيانا ما يقال إنه بسبب طابعه الاستقرائي لا يفسر التفسير الاحتمالي حدوث حادثة حيث القضايا المفسرة لا تحول دونها دون عدم حدوثها. ولكن الدور الهام الذي يتسم باطراد والذي تلعبه القوانين والنظريات الاحتمالية في العلم وتطبيقاته يجعل من الأفضل النظر إلى التفسيرات المبنية على مثل هذه المبادىء باعتبار أنها تفسيرات منتجة كذلك ولو أنها أقل عددا من تلك التفسيرات ذات الصورة الاستنباطية وفق نواميس. فلنأخذ على سبيل المثال الانحلال الاشعاعي النشط لعينة مقدارها ملليجرام واحد من البلونيوم ٢١٨ لنفرض أن ما تخلف عن هذا المقدار الأولي بعد ٣ر٠

دقيقة وجد ذا كتلة تتغير من وقت لآخر ما بين ٤٩٩ — ٥٠١ ملليجرام .
يمكن أن تفسر هذه النتيجة بقانون احتمالي لانحلال البلونيوم ٢١٨ . لأن ذلك القانون في إرتباطه بمبادىء الاحتمال الرياضي يتضمن من الناحيـــة الاستاتيكية أنه لو أعطى العدد الهائل من الذرات في مليجرام من البلونيوم ٢١٨ فإن احتمالية النتيجة المعينة تكون عالية الدرجة أنه في حالة خاصة قد يتوقع حدوثه بيقين عملي . لتفحص التفسير الذي قدمته حركة الغازات لتعميم من التعميمات المؤسسة إمبريقيا والذي ينطبق عليه قانون جراهام للإنتشار . يقرر القانون أنه عند درجة حرارة وضغط ثابتين . فإن معدلات تسرب أو إنتشار مختلف الغازات في إناء يحتويها عبر حائط مسامي رقيق تتناسب عكسيا مع الجذور التربيعية لأوزانها الجزيئية بحيث أن مقدار الغاز الذي ينتشر عبر الحائط في الثانية يكون أكبر كلما كانت جزيئاته أرق . يقوم التفسير على اعتبار أن كتلة الغاز المعطى والذي ينتشر عبر الحائط في الثانية الواحدة يتناسب مع متوسط السرعة لجزيئاته . ولذلك يكون قانون جراهام قد تم تفسيره إذا أمكن بيان أن متوسط السرعة لجزيئات مختلف الغازات النقية يتناسب عكسيا مع الجذور التربيعية لأوزانها . ولبيان هذا تقوم النظرية بعمل الافتراضات الموسعة بحيث يتألف الغاز من عدد كبير من الجزيئات تتحرك بطريقة عشوائية وبسرعات مختلفة تتغير كثيرا نتيجة للتصادمات . إن هذا السلوك العشوائي بين الجزيئات إحتمالية معينة وعلى وجه الخصوص بين جزيئات الغاز عند درجة حرارة وضغط معينين تحدث السرعات المختلفة باحتمالات محدودة ومتفاوتة . هذه الافتراضات تجعل من الممكن حساب القيم المتوقعة من الناحية الاحتمالية للسرعات المتوسطة للغازات المختلفة عند

درجات حرارة وضغط متساويين . تبين النظرية أن هذه القيمة للتوسطة المحتملة تتناسب عكسيا فى الواقع مع الجذور التربيعية للأوزان الجزئية للغازات . ولكن معدلات الانتشار الحقيقى التى تم قياسها تجريبيا وهى موضوع قانون جراهام للانتشار تتوقف على القيم الفعلية لسرعات المتوسطة فى الأوزان الكبيرة والمحدودة لجزئيات لإعطاء المقادير من الغاز .

وترتبط متوسطات القيم الفعلية بالقيم النظرية تقديرا احتماليا بكيفية مماثلة أساسا للعلاقة بين تناسب الأسات التى تقع فى عدد كبير متناه لسلسلة من الرميات بالزهر والاحتمال للناظر لدرجة آسة من الأسات بذلك الزهر . وينتج فحسب عن النتيجة للستخلصة نظريا والمتعلقة بالتقديرات الاحتمالية أنه بالنظر إلى العدد الكبير من الجزئيات التى تحتويها من المحتمل تماما أنه فى أى وقت معين تأخذ متوسطات السرعة قيما قريبة من تقديراتها الاحتمالية ولذلك من المؤكد عمليا أنها تتناسب عكسيا مثل الأخيرة مع الجذور التربيعية لأوزانها الجزئية ولذلك تستوفى قانون جراهام[1]. يبدو معقولا القول بأن هذا البيان يقدم تفسيرا وإن يكن باحتمالية إرتياحية عالية للسبب فى أن الغازات تبدى الاطراد الذى عبر عنه قانون إجراهام . وفى سياق للؤلفات والرسائل الفيزيائية يشار على نطاق واسع فى الواقع إلى البيانات النظرية لهذا النوع الاحتمالى على أنها تفسيرات .

---

(١) إن متوسط السرعات للشار إليها هنا معرفة تعريفا فنيا كسرعات متوسط الجذر التربيعى لا تختلف قيمة كثيرا من تلك القيم التى يأخذها متوسط السرعة والتى هى للعتاد للوسط الحسابى. وثمة تحليل للتفسير النظرى لقانون جراهام يوجد فى الفصل ٢٠ من كتاب هوانون ورولر « أسس العلم الفيزيائى الحديث » والتمييز غير الذكور صراحة فى ذلك التحليل بين متوسط القيمة الكلية من الكميات بالنسبة لعدد متناه من الحالات والقيمة المتوسطة احتمالا والمتوقعة لتلك القيمة توضحت بإيجاز فى الفصل السادس (وخاصة القسم الرابع) من كتاب فينان. ليتون وساندز (محاضرات فينان عن الفيزياء) شركة أديسون ويزلى للنشر سنة ١٩٦٣ .

٦ — النظريات والتفسير النظرى :

٦ — ١ السمات العامة للنظريات :

واتتنا الفرصة مرارا فى الفصول السابقة لذكر أهمية الدور الذى تلعبه النظريات فى التفسير العلمى . ونفحص الآن طبيعة ووظيفة النظريات فحصا منهجيا مفصلا . تقدم النظريات عادة عندما تكتشف دراسة فئة من الظواهر عن نسق من الاطرادات يمكن التعبير عنه فى صورة قوانين أمبريقية . تسعى النظريات إذن إلى تفسير تلك الاطرادات وإلى تقديم فهم أعمق وأكثر دقة للظواهر موضع البحث . ولتحقيق هذه الغاية تفسر النظرية من النظريات تلك الظواهر باعتبار أنها تجليات للكيانات والعمليات التى تكمن وراءها أو تحتها . وهذه الظواهر من المفترض أن تحكمها قوانين نظرية متميزة أو مبادىء نظرية بواسطتها تفسر النظرية الاطرادات الأمبريقية التى أكتشفت قبلا وعادة ما تتنبأ باطرادات جديدة من أنواع مماثلة . ولنتناول بعض الأمثلة. سعى القدماء اليونانى والكوبرنيقى لتفسير الحركات الظاهرية المشاهدة للأجرام السماوية بواسطة افتراضات متباينة خاصة ببنية الكون الفلكى والحركات الفعلية للأجرام السماوية . قدمت النظريتان الجسيمية والموجية للضوء بيانات عن طبيعة الضوء بلغة إجراءات معينة كامنة خلفه وفسرت الاطرادات المؤسسة قبلا والمعبر عنها بقوانين إنتشار الضوء فى خطوط مستقيمة وقوانين الإنعكاس والانكسار واعتنت باعتبارها قوانين ناتجة عن القوانين الأساسية التى كان من المفترض تطابقها مع العمليات الكامنة تحتها . ولذا فإن إنكسار أشعة الضوء المار من الهواء إلى الزجاج كانت تفسر فى نظرية هايجنز الموجية باعتبارها ناتجة عن تباطؤ الموجات الضوئية فى الوسط

الأغلظ . وخلافا لذلك عزت نظرية نيوتن الجسيمية الإنكسار العنوني إلى جذب أشد قوة يمارسه الوسط الأغلظ على الجسيمات الضوئية .

وبطريقة عارضة لا يتضمن هذا التفسير الانحراف المشاهد لأشعة الضوء في إرتباطه مع غيره من الافتراضات التي تفترضها نظرية نيوتن ويتضمن أن الجسيمات الضوئية تسرع عند إنتقالها إلى الوسط الأغلظ أكثر من أن تتباطأ حسبما تنبأت النظرية الموجية . هذه القضايا الزومية المتعارضة أختبرت بعد ذلك بمائتي عام بواسطة فوكيه في التجربة التي تناولناها بإيجاز في الفصل الثالث وأكدت نتيجتها الزوم الموافق للنظرية الموجية .

ولنذكر أحد الأمثلة الأخرى . تقدم نظرية حركة الغازات تفسيراً للتباين الواسع للاطرادات المؤسسة تأسيساً أمبريقيا على أنها تجليات ميكروسكوبية للإطرادات الاحصائية في الظواهر الجسيمية والذرية الكامنة تحتها . إن الكيانات والاجراءات الأساسية التي تعارجها نظرية من النظريات والقوانين التي يفترض أن تتحكم فيها يجب تحديدها بإيضاح ودقة وإلا ما أمكن أن تخدم النظرية أغراضها العلمية . تصور هذه النقطة الهامة بالتصور الحيوي الجديد للظواهر البيولوجية فالكائنات الحية، كما هو معروف ، تبدي تنوعاً من الملامح المثيرة التي تبدو غائية مشيرة في طابعها ومن بين هذه الملامح تحدد الأطراف المفقودة في بعض الأنواع ونمو مركبات عضوية سوية في أنواع أخرى من الأجنة التي أظلمت أو تطلبت قطاعا عديدة في مرحلة مبكرة من نموها . التوافق الملاحظ لكثير من العمليات في كائن من الكائنات العضوية العامة كما لو كان معتمداً خطة مشتركة تؤدي إلى تكوين فرد ناضج . ووفقا للتصور الحيوي الجديد لا تحدث هذه الظواهر في المركبات غير الحية ولا يمكن تفسيرها

بواسطة قوانين الكيمياء والفزياء وحدها . إنها بالأحرى تجليات لأفعال غائية من نوع غير فزيائى كامنة تحتها يشار إليها باعتبار أنها قوى أنتليخية أو قـــوى حيوية . وعادة ما يفترض أن كيفيتها النوعية

لا تخالف مبادىء الفزيائى والكيمياء وإن كانت توجه العمليات العضوية فى حدود الامكانيات التى تتيحها القوانين الفزيائية الكيميائية بطريقة من الطرق بحيث أنه فى وجود العوامل المعوقة تتقدم الأجنة فى نموها تصبح أفراداً أسوياء. وقد يبدو أن هذا التصور يقدم لنا فيها أعمق الظواهر البيولوجية موضع البحث . فقد يعطينا إحساسا بأننا أكثر ألفة معها . ولكن الفهم بهذا المعنى ليس مطلوبا فى العلم . والشئ الذى يحول فؤاد البصيرة الى الظواهر بهذا المعنى الحدسى لا يوصف بأنه نظرية علمية لهذا السبب . فالافتراضات التى تضعها النظرية العلمية بصدد العمليات الكامنة تحتها لابد وأن تكون محدودة بالقدر الذى يسمح بإستخلاص التزومات المتعلقة بالظواهر التى يتعين على النظرية أن تفسرها . يخفق المذهب الحيوى الجديد فى هذا الصدد . إذ لا يبين الظروف التى تشرع فى ظلها القوى الانتليخية فى العمل وبوجه خاص فى أى صدد تتوجه القوى البيولوجية المباشرة . وعلى سبيل المثال ليس ثمة مظهر خاص من مظاهر نمو الأجنة يمكن أن يستنتج من المذاهب وليس بمقدور المذهب التنبؤ بالاستجابات البيولوجية فى كل شروط تجريبية معينة.

ومن ثم عندما نصادف نمطا جديدا مغايراً من التوجية العضوى لن نتمكن فى كل المذهب الحيوى الجديد إلا من التفوه بالمنطوق بعد الواقعة « هنالك تجلى آخر من تجليات القوى الحيوية » فهو لا يتلم لنا أسبابا لقولنا « على أساس الافتراضات النظرية هذا ما كان متوقعا بالضبط للنظرية أن تفسره »

لا ينشأ هذا التصور في المذهب الحيوي عن أن القوى الاحتياطية مفهومة باعتبار أنها افعال لا مادية لا ترى ولا يحس بها . يتضح هذا عندما نقابله بتفسير أطراد حركات الكواكب والحركات الفلكية بواسطة نظرية نيوتن. كلا من التفسيرين يستدعي بأفعال لا مادية أحدها قوى حيوية والآخر قوى جاذبية . ولكن نظرية نيوتن تحتوي على إفتراضات معينة معبر عنها في قانون الجاذبية وقوانين الحركة التي تحدد :

(أ) القوى الجاذبة لكل الأجسام الفيزيقية ذات الأوزان والمواضع المعينة التي تمارس ضغطا على المجموعات الأخرى .

(ب) التغير في سرعاتها ومواضعها تكشف عنه تلك القوى .

إن هذه السمة هي التي تمنح النظرية قوتها التفسيرية لتفسير الإطرادات الملاحظة قبلا والتنبؤ بالمستقبل وإستقصاء الماضي . ومن ثم إن النظرية التي إستخدامها هالي للتنبؤ بأن المذنب من المذنبات الذي لاحظه في سنة ١٦٨٢ يعود إلى الظهور في سنة ١٧٥٩ ولتحديد موضعه استقصى المذنبات التي سجلت في مناسبات سنة سابقة ورجوعا إلى سنة ١٠٦٦ أدت النظرية دورا تفسيريا إستعراضيا وتنبؤيا في اكتشاف النجم نيوتن على أساس عدم الاطراد في مدار الكوكب أورانوس وبعد ذلك في أكتشاف الكوكب بلوتو على أساس عدم الاطراد في مدار الكوكب نبتون .

٦—٣ المبادىء المكانية والمبادىء الحدودية

إن صياغة النظرية من النظريات تتطلب نوعين من المبادىء نطلق عليهما إسم المبادىء المكانية والمبادىء الحدودية على سبيل الايجاز . يتميز النوع الأول بالكيانات والعمليات الأساسية التي تستعيد بها النظرية والقوانين

التي من المفترض تطابقها معها . ويبين النوع الأخير كيف تصور النظرية الصلبات المرتبطة بالظواهر الأبيريقية التي تعرفنا عليها بالفعل والتي قد تفسرها النظرية أو تتنبأ بمستقبلها وتستقصي ماضيها . لنتناول بعض الأمثلة : في نظرية حركة الغازات تكون المبادىء الكامنة هي تلك التي تسم الظواهر الدقيقة على المستوى الجسيمي في حين تربط المبادىء المحدودية بين الأوجه المعينة للظواهر الدقيقة وبين والملامح المنظورة بالعين المجردة لغاز من الغازات . لنتناول تفسير قانون جراهام للإنتشار في القسم ٥-٦٠٠ . تتضمن المبادىء الكامنة التي يستعين بها إفتراضات عن السمة العشوائية للحركات الجسيمية والقوانين الاحتمالية التي تحكمها .

وتتضمن المبادىء المحدودية الفرض القائل بأن معدل الانتشار وهو خاصية ميكروسكوبية (منظورة) لغاز يتناسب مع متوسط سرعة جزئياته . كما يعرف بألفاظ في مستوى دقيق . أو لنأخذ تفسير قانون بويل القائل بأن ضغط مقدار ثابت عن الغاز في درجة حرارة معينة يتناسب عكسيا مع حجمه . يستعين هذا التفسير أساسا بالفروض الكامنة كتلك التي يستعين بها قانون جراهام للإنتشار . يقدم الارتباط بالكم المنظور للضغط بفرض محدد وهو بحيث أن الضغط الذي يمارسه غاز من الغازات في إناء يحتويه ينتج عن إصطدام الجزئيات بجدار الاناء المحاوي لها ويكون مساويا من حيث الكم المتوسط القيمة لقوة الدفع الكلية التي تنقلها الجزئيات في الثانية الواحدة لوحدة مربعة من مساحة الجدار . تنتج عن هذه الفروض النتيجة القائلة بأن ضغط الغاز يتناسب عكسيا مع حجمه وطرديا مع متوسط طاقة الحركة لجزئياته . ومن ثم يستخدم التفسير فرضا حدوديا ثانيا أعني أن متوسط طاقة

الحركة لجزئيات كمية ثابتة من الغاز يظل ثابتا طالما ظلت درجة حرارة الغاز ثابتة . ومن الواضح أن هذا المبدأ يتفق مع النتيجة السابقة ينتج لنا قانون بويل . ق الأمثلة التي تناولناها تواقد يقال إن المبادىء الحدودية تربط بين كميات معينة مفترضة نظريا لا يمكن أن نلاحظ أو نقاس مباشرة (وذلك كالجزئيات في حركتها ، وكتلتها ، وتوقفها وطاقتها) وبين أوجه الاتساق الفزيائية المتوسطة الحجم والتي يمكن ملاحظتها أو قياسها مباشرة بدرجة أقل أو أكثر . (مثال ذلك درجة حرارة أي ضغط غاز يقاسان بترمومتر أو جهاز لقياس الضغط) ولكن المبادىء الحدودية لا ترتبط دائما بين أوجه نظرية لا يمكن أن نلاحظ و بين أوجه تجريبية يمكن ملاحظ .

يتضح هذا من تفسير بوهر للتصميم الأميريني المميز عنصره بصفة بالمرالتي تناولناها سابقا والتي تحدد بصورة حسابية الأطوال الموجية لسلسلة الامتداحية من الخطوط المستقلة التي تظهر انبعاث طيف الإيدروجين .

يبقى تفسير بوهر على افتراض (١) أن الضوء المنبعث من بخار الإيدروجين كهربيا أو حراريا ينتج عن الطاقة المولدة عندما تتطاير الذرات المفردة من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أدنى .

(ب) إن مجموعة معينة فحسب (لامتداحية نظريا) من مستويات الطاقة المتقطعة المحددة من الناحية الكمية تكون في متناول الالكترون من ذرة الإيدروجين .

(جـ) الطاقة ΔE الناتجة عن تطاير الألكترون ينتج عنها ضوء ذو طول موجي واحد λ . وذلك الطول الموجي الذي يعطيه القانون $\Delta E = \frac{hc}{\lambda}$ حيث h هو ثابت بلانك ، c سرعة الضوء .

وكنتيجة يرى الخط في طيف الايدروجين منظاهرا لتطاير كمي بين مستويين معينين من مستويات الطاقة تصدر عنه بالتالي فالواقع عن افتراضات جوهر النظرية بالتفصيل الكمي .

تتضمن المبادىء الكامنة المدعان بها هنا افتراضيات تميز نموذج جوهر لذرة الايدروجين باعتبار أنها تتألف من نواة موجبة والكترون يتحرك حولها في واحدة أو أخرى من سلسلة من المدارات الممكنة . كل مدار مقابل لأحد مستويات الطاقة وللافتراض « ب » المتقدم . ومن الناحية الأخرى تنطوي المبادىء الحدودية على فرض مثل ا ، ج لذلك كورة قبلاء فهي تربط الكميات النظرية التي لا يمكن أن تلاحظ بعادة الموضوع الذي تفسره . وهو الأطوال الموجية لخطوط معينة في إنبعاث طيف الايدروجين .

هذه الأطوال الموجية ليست ملاحظة بالمعنى العادي للكلمة ولا تقاس ببساطة وعلى نحو مباشر كما يقاس الطول والعرض لاطار صورة أو الوزن لشطيرة البطاطس قياسها إجراء غير مباشر بدرجة عالية ويقوم على إفتراضات كثيرة بما في ذلك الافتراضات الخاصة بالنظرية الموجية في الضوء . وفي السياق الذي نتناولها فيه لم يتم بتلك الافتراضات . إذ هي لازمة حتى في مجرد تقرير الاطراد الذي يقتضيه التفسير النظري (الافتراضي) . ومن ثم ليست الظواهر التي تربط للمبادىء الحدودية والكميات والعمليات الأساسية التي تفترضها النظرية من النظريات بحاجة إلى أن تكون مما يلاحظ أو يقاس مباشرة . فقد يتميز ملاحظوها بلغة النظريات القائمة قبلاء وقد تستلزم ملاحظتها وقياسها مبادىء تلك النظريات . فمكان رأينا لا تكون النظرية من النظريات قوة تفسيرية بدون المبادىء الكامنة للنظرية . ولا تكون النظرية قابلة للاختبار

دون المبادىء الحدودية. وذلك لأن المبادىء المكاملة للنظرية تهتم بالكيانات والعمليات الخاصة التي تفترضها النظرية (كما في نظاير الالكترون من مستوى طاقة ذرية إلى مستوى آخر في نظرية بوهر) وتدلك يعبر عنها بلغة التصورات النظرية التي تشير إلى تلك الكيانات والعمليات .

ولكن بعض القضايا التركيبية التي تسمح باختبار تلك المبادىء النظرية التي تعرف بالفعل كيف تلاحظ وتقاس وتوصف يعبر عنها بلغة الأشياء والحوادث التي كانت معروفة قبلا . وبعبارة أخرى حيث تصوغ المبادىء المكاملة للنظرية مصطلحاتها الافتراضية المميزة في ألفاظ مثل :

(نواة ، الكترون مداري ، مستوى طاقة ، نظاير الالكترون) تصاغ التركيبات الاختبارية في ألفاظ مثل (بخار الأيدروجين ، إنبعاث الطيف ، طول موجي مرتبط بخط طيفي) مفهومة قبلا .

كما سبقنا أن نقول إن الألفاظ (المعطيات) قدمت إلى النظرية قبلا وأمكن استخدامها مستقلة عنها . أشير إلى هذه المصطلحات باعتبار أنها في متناول أيدينا قبلا أو باعتبار أنها المصطلحات المفترضة قبلا .

من الجلي أن إشتقاق مثل هذه التركيبات الاختبارية من المبادىء المكاملة للنظرية يتطلب المزيد من المقدمات التي تقيم الارتباط بين عنصرين من المفاهيم . وهذا — كما تبين الأمثلة السابقة — يتم إنجازه بواسطة مبادىء حدودية مناسبة (تربط على سبيل المثال الطاقة المتحققة في نظاير الالكترون بالطول الموجي لضوء المنبعث كنتيجة لذلك). وبدون المبادىء الحدودية لا تنتج المبادىء المكاملة للنظرية تركيبات إختبارية وذلك بخلاف مطالب القابلية للإختبار .

٦ ـ ٣ الفهم النظري :

إن القابلية للإختبار من حيث المبدأ والمحتوى التجريبي ليست على الرغم من أهميتها القصوى إلا الشرط الضروري الأدنى الذي لابد وأن تعنى به النظرية من النظريات . إن الناس الذين يقابل هذين المطلبين بقدر من الضوء القليل ويفتقر إلى الاهتمام العلمي . لا يمكن أن تتقرر السمات المميزة لنظرية علمية جيدة في ألفاظ جد دقيقة . والعديد من خصائص النظريات كان مقترحا في الفصل الرابع عند مناقشة الاعتبارات المتصلة بتأييد وقبول الفروض العلمية ولكن الأمر يحتاج إلى بعض الملاحظات الإضافية . ففي المجال من مجالات البحث حيث يتحقق قدر من الفهم بإقامة القوانين الأمبريقية توسع النظرية الجيدة هذا الفهم وتعمقه . أولا تقدم مثل هذه النظرية تفسيراً موحداً بطريقة منهجية منسقة للظواهر مترابطة تماما . فهي تعود بها جميعا إلى نفس العمليات الكامنة تحتها وتقدم الاطرادات الامبريقية المختلفة كتجليات لمجموعة واحدة مشتركة من القوانين الأساسية .

لاحظنا قبلا أن التباين الهائل للاطرادات الامبريقية (كتلك التي بينها السقوط الحر للجندول البسيط ، حركات القمر والكواكب والمذنبات ، النجوم المزدوجة ، الأقمار الصناعية المد والجزر ... الخ) التي تفسرها المبادىء الأساسية لنظرية نيوتن عن الجاذبية والحركة وعلى نحو مماثل تعرض نظرية حركة الغازات تباينا واسعا للاطرادات الامبريقية كتجليات لاطرادات إحتمالية معينة في الحركات العشوائية للجزئيات وتفسر نظرية بوهر الذرة الأيدروجين الاطراد الذي تعبر عنه صيغة بالمر فحسب تلك الصيغة التي تشير إلى سلسلة واحدة من الخطوط في طيف الأيدروجين وتحتوي على سلاسل متعددة

لخطوط مشتركة تقع في الأجزاء غير المرئية من ألوان الطيف تحت الحمراء أو فوق البنفسجية . وعادة ما تعمق النظرية فهمنا بطريقة مختلفة أي ببيان أن القوانين الامبريقية لأصابة قيلا وإلى قصد بها التفسير لا تصدق بدقة وبلا استثناء بل بطريقة تقريبية وفي مدى محدود من التطبيق. ومن ثم إن تفسير نيوتن النظري لحركة الكواكب يبين أن قوانين كبلر تصدق على نحو تقريبي فحسب وهي تفسر لماذا كان ذلك كذلك . تتضمن مبادئ نيوتن أن مدار الكوكب المتحرك حول الشمس تحت تأثيرها الجاذبي وحده يكون بالضرورة مداراً اهليلجيا . ولكن القوة الجاذبية التي تمارسها الكواكب الأخرى تؤدي إلى إنحرافات عن المدار الاهليلجي الدقيق .

تعطي النظرية تفسيرا كميا للاضطرابات الناتجة بلغة كتل الأجرام السببة للاضطراب وتوزيعها المكاني. وبالمثل تفسر نظرية نيوتن قانون جاليليو عن السقوط الحر على أنه أحد الأوجه الخاصة التي تتجلى فيها القوانين الأساسية للحركة في ظل الجاذبية الجاذبة . ولكنها بهذا الفصل تبين أن القانون (حتى في حالة تطبيقه على السقوط الحر في الخلاء) يصدق فحسب وعلى نحو تقريبي . وأحد الأسباب لذلك أنه في صيغة جاليليو تظهر معجلة السقوط الحر كثابت (نصف المعامل ٩٦ في الصيغة القائلة بأن المسافة التي يقطعها جسم في ثانية واحدة = ١٦ قدما مربعا) في حين أنه وفقا لقانون مربع العكس الخاص بالجذب الجاذبي عند نيوتن تتزايد القوة المؤثرة على الجسم الساقط كلما تناقص بعده عن مركز الأرض ومن ثم يفضل القانون الثاني من قوانين الحركة عند نيوتن تزايد عجلة الجسم أثناء السقوط وتصدق ملاحظات مماثلة على قوانين البصريات الهندسية . منظور إليها من القمة المتميزة لنظرية الموجية في

البصريات . وعلى سبيل المثال فى وسط متجانس لا يسير الضوء فى خطوط مستقيمة إذ ينحرف جانبا . وقوانين البصريات الهندسية الخاصة بالإنعكاس فى المرايا المقعرة وتكوين الصورة بواسطة العدسات تصدق على نحو تقريبى فحسب وفى حدود معينة . ولذلك قد يكون مغريا أن نقول إن النظريات لا تفسر القوانين القائمة فيلا . بل ترفضها ولكن هذا يقدم صورة مشوهة عن الرؤية التى تعنيها النظرية . إن النظرية لا ترفض ببساطة التعميمات الامبريقية السابقة فى ميدانها . ولكنها بالأحرى تبين أنه فى الحدين الذى تحدده الشروط الواضحة تصدق التعميمات عن نحو شديد الاقتراب . فالمدى المحدود لقوانين كبلر يشتمل على تلك الحالات التى تكون فيها كتل الكواكب المسببة للإضطرابات صغيرة بالمقارنة بكتلة الشمس وبعدها عن الكوكب المعين كبير بالمقارنة ببعدها عن الشمس . وبالمثل تكشف النظرية عن أن قانون جاليليو يصدق على نحو تقريبى بالنسبة للسقوط الحر عبر مسافات قصيرة . وأخيرا توسع النظرية الجديدة نطاق معرفتنا وفهمنا للتفسير والتنبؤ بالظواهر المعروفة عند صياغة النظرية . ومن ثم إن تصور تورشيللى لبحر الهواء أدى إلى تنبؤ بأشكال يقصر عمود البارومتر الزئبقى مع تزايد الارتفاع فوق سطح البحر . لا تفسر نظرية النسبية العامة لا يشتين الدوران البطىء المعروف لمدار الكوكب عطارد فحسب . بل تتنبأ أيضا بإنحراف الضوء فى المجال الجاذبى تنبؤا أثبتت صحته القياسات الفلكية فيما بعد . تضمنت نظرية ماكسويل الكهرومغناطيسية وجود موجات كهرومغناطيسية وتنبأت بخصائص هامة لإنتشارها . وقد تأيدت هذه القضايا اللزومية فيما بعد بتجربة هنريش هرتز . وقد زودتنا هذه القضايا اللزومية بأسس تكنولوجية الارسال بالراديو من بين غيرها من التطبيقات .

٦ — وضع الميكانيكا النظرية :

على أية حال بلغت العلوم الطبيعية أعمق الرؤى وأبعد المدى بالنزول تحت مستوى الظواهر الاعتيادية المألوفة ولذلك ليس من الدهش أن يذهب بعض المفكرين إلى إعتبار البناءات والقوى والعمليات الكامنة التي تفترضها النظريات المؤسسة تأسيسا جيدا على المكونات الحقيقية للعالم . فهذه النظرة هي التي عبر عنها الذين يقولون في المدخل الاستفتازي لكتابه «طبيعة العالم الفيزيائي» : يبدأ فيخبر قراءه بأنه عند جلوسه لكتابة كتابه صف كرسيه إلى مقعدته ومضى يستعرض الفروق بين المقعدتين . كانت إحداهما مألوفة لي منذ وقت مبكر . إن لها إمتدادا وهي طويلة العمر إذا قورنت بالأخرى وعادية وعامرة . المقعدة الثانية هي مقعدتي العلمية . إنها خالية في الأغلب . يتناثر في ذلك الخلاء العديد من الشحنات الكهربية المندفعة بسرعة هائلة . ولكن حجمها المتضاءل يبلغ أقل من جزء من البليون من حجم المقعدة نفسها ومع ذلك تساند الورقة التي أكتبها فوقها على نحو مقنع شأنها في ذلك شأن المقعدة الأولى . لأنني عندما أضع الورق فوقها تستمر الجزئيات الكهربية الصغيرة بسرعتها الهائلة في خبط الجانب الأسفل بحيث أن الورق يصان على هيئة المكوك في مستوى ثابت تقريبا . إن ثمة إختلافاً سواء إتزنت الورقة التي أمامي كما لو كانت سربا من الذباب أو كانت مسندة لأن هناك المقعدة تحتها . فهي لكونها الطبيعة الجوهرية للمادة تشغل مكانا بحيث تستبعد مادة أخرى. وليست بحاجة لإخبارك أن الفيزياء الحديثة أكدت بالإختبار الدقيق والمنطق الصارم أن مقعدتي العلمية الثانية هي الموجودة حقيقة . ومن ناحية أخرى لست بحاجة لاخبارك أن الفيزياء الحديثة لن تنجح في التخلص من تلك المقعدة الأولى

لا تكفي تركيبا غريبا من طبيعة خارجة وخيال ذهن وتعصب موروث — التي تقع مرئية لعيني ومحسوسة بقبضتي[1] .

هذا التصور لا يمكن تأييده وإن كان مقدما بصورة مقنعة لأن تفسير أية ظاهرة من الظواهر لا يكون بتعريفها . فليس الهدف أو الأثر للتفسيرات النظرية بيان أن الأشياء المألوفة لخبرتنا اليومية ليت موجودة حقيقة . فمن الواضح أن نظرية حركة الغازات لا تبين أن هناك أشياء كالأجسام الميكروسكوبية للغازات المختلفة تتغير أحجامها في ظل الضغط المتغير وتنتشر عبر الجدران المسامية بمعدلات متميزة ... الخ إن هناك فحسب أسرابا من الجزئيات تتحرك بطريقة عشوائية . وهل التقبض من ذلك تسلم النظرية بوجود تلك الحادثات والاطرادات الميكروسكوبية . وتسعى النظرية لتفسيرها بلغة البنية الميكروسكوبية للغازات والعمليات الميكروسكوبية المتضمنة في تغيراتها المتعددة . وكون النظرية تفترض تلك الظواهر الميكروسكوبية فيلا يبين بوضوح من الحقيقة القائلة بأن مبادئها الحدودية تشير بوضوح إلى سمات ميكروسكوبية — كالضغط والحجم ودرجة الحرارة ومعدل الانتشار — مرتبطة بأشياء وعمليات ميكروسكوبية . وبالمثل لا تتبين النظرية الذرية للمادة أن المادة ليست شيئا ماديا صلبا . أنها تسلم بهذه الأشياء وتسعى لبيان أن النظرية تفوض تلك الخصائص الميكروسكوبية في ضوء السلوكيات الميكروسكوبية الكامنة . وبالطبع تكشف النظرية في هذا الصنع عما قبلناه عن طبيعة مقدار من الغاز أو جسم صلب باعتباره أفكارا جزئية فاعلة . وذلك كالفكرة القائلة بأن هذه الأجسام الغريبة مجانسة تماما لا يهم كم هي

---

(١) المخترعون طبيعة العالم الفيزيائي نيويورك مطبعة جامعة كيمبردج سنة ١٩٢٩ ص ٩ — ١٢ .

صغيرة أجزاؤها التي قد تناولها . ولكن تصحيح التصورات الخاطئة من هذا النوع سرعة في واد أبعد من بيان أن أشياء الحياة اليومية وعاداتها المألوفة ليس لها وجود وحقيقي .

أخذ بعض العلماء وفلاسفة العلم بوجهة النظر المضادة لتلك التي تناولناها توا على خط مستقيم . أنكروا وجود الميكانيات النظرية وأعتبروها خيالات مخترعة ببراعة بحيث تقدم تفسيرا وصفيا وتنبؤيا للأشياء والحادثات الملاحظة مربعا وبسيطا من الناحية الصورية . ولقد جرى التمسك بهذه النظرة العامة في صور شتى عديدة وعلى أسس مختلفة .

وأحد الأنماط ذات التأثير في الدراسات الفلسفية الحديثة للفيزياء يمكن تقريره بإيجاز على النحو التالي :

إذا كان لنظرية من النظريات المقترحة أن تقعد معنى واضحا فمن المؤكد أن التصورات النظرية الجديدة التي تستخدم في صياغها ينبغي أن تعرف تعريفاً واضحا وموضوعيا بلغة التصورات المفهومة والمستعملة فعلا . ولكن كقاعدة .

ليست مثل هذه التعريفات التامة في الصياغة المعتادة للنظرية . ويوحي الفحص المنطقي الدقيق للطريقة التي ترتبط بها التصورات النظرية الجديدة بالتصورات المتوفرة قبلا بأن مثل هذه التعريفات قد لا يستطاع الوصول إليها في واقع الأمر . ولكن النظرية المعبر عنها بلغة التصورات التي تتحدد خصائصها بطريقة غير كافية لابد وأن تفتقر بدورها إلى المعنى الحدود تحديدا تاما . وذلك لأن مبادئها التي تتحدث عن كيانات نظرية وحدوث معين ليست قضايا محددة بدقة على الأطلاق . فهي ليست صادقة أو كاذبة .

وعلى أحسن الفروض تشكل جهازا رمزيا مناسبا وفعالا لإستنتاج ظاهرة أمبريقية معينة (وذلك كظهور خطوط متميزة فى طيف موضوع وضعا ملائما) من غيرها من الظواهر (وذلك كتمرير سيال كهربائى عبر غاز الأيدروجين) سنتناول بدقة أكثر الطرق التى بها تتعين معانى المصطلحات العلمية فى الفصل الثانى) . وحاليا نلاحظ أن مطلب التعريف التام الذى على أساسه يقوم هذا البرهان مطلب ملح . فمن الممكن القيام باستخدام واضح ودقيق لتصور من التصورات لم يتوفر له تعريف تام بل تعريف جزئى لمعناه . وعلى سبيل المثال إن تحديد خصائص التصور « حرارة » بالرجوع إلى قراءات الترمومتر الزئبقى لا يقدم تعريفا تاما لدرجة الحرارة ولا يعين درجة الحرارة تحت درجة التجمد أو فوق درجة الغليان للزئبق . ومع ذلك فى نطاق هذه الحدود يمكن أن يستخدم التصور بشكل دقيق وموضوعى . وفضلا عن ذلك يمكن أن يتسع نطاق تطبيقه بتحديد طرق بديلة لقياس درجة الحرارة . المبدأ القائل بأن الكتل اللاتصورية للأجسام الفيزيائية تتناسب عكسيا مع عجلات السرعة التى تمنحها إياها قوى مساوية لها ، ومرة أخرى لا تعرف هذه الصياغة المراد بكتلة الجسم ومع ذلك تقدم تعريفا جزئيا يسمح باختيار قضايا معينة وضعت بلغة تصور الكتلة . والمثل إن المبادىء الحدودية النظرية تزودنا بمعايير جزئية لإستخدام المصطلحات النظرية معبراً عنها بلغة التصورات المفهومة قبلا . ومن ثم إن الافتقار إلى التعريفات التامة لا يمكن أن يبرر تصور المصطلحات النظرية والمبادىء النظرية التى تحتوى عليها باعتبارها أداة رمزية للحساب .

ثمة برهان آخر يعارض وجود الكيانات النظرية يقدم على النحو التالى .

إن القدر من نتائج البحث الامبريقية مهما كانت وافرا ومتنوعا يمكن أن يندرج من حيث المبدأ تحت القوانين والنظريات المختلفة . ومن ثم إذا كانت القيم الزوجية المرتبطة والمحددة تحديدا تجريبيا للعديد من المتغيرات المستقلة والتابعة تمثلها النقط فى رسم بيانى كان ممكنا كما رأينا قبلا أن ترتبط النقط بمنحنيات كثيرة مختلفة . وكل من هذه المنحنيات يمثل فانونا تجريبيا واحدا يفسر القيم الزوجية المرتبطة والمقيسة . وأصدق ملاحظة مماثلة على النظريات ولكن حيث تقوم نظريتا بديلتان كنظريتى الضوء الجسيمية والموجية قبل التجارب الحاسمة فى القرن التاسع عشر بتفسير مجموعة من الظواهر الامبريقية. إذا سلمنا بالوجود الحقيقى للكيانات النظرية التى تفترضها إحدى النظريتين وجب أن نسلم بالكيانات المخالفة التى تفترضها النظرية الأخرى ومن ثم إن الكيانات التى تفترضها إحدى النظريتين البديلتين يمكن الشك بوجودها بالفعل . إلا أن البرهان قد يضطرنا إلى القول بأنه كلما بدا أننا نسمع طائرا بغنى خارج النافذة المفتوحة فلا يجب أن نفترض أن هناك طائرا حقيقيا حيث يمكن أن يفسر الصوت بفرض بديل يقول إن شخصا ما ينفخ صفارة طائر. ولكن من الواضح أن هناك طرقا لاكتشاف ما إذا كان أى من هذين الفرضين صحيحا . لأنه بخلاف تفسير الصوت الذى نسمعه نجد للتفسيرين الزوجات إضافية مختلفة تقبل الإختبار إذا ما أردنا أن نكتشف ما إذا كان هناك طائر حقيقى أو صفارة أو شىء ما آخر ينتج عنه الصوت . وكما رأينا قبلا إن للنظريتين البصريتين المزيد من القضايا اللزومية المتفاضلة التى تختبر النظريات بواسطتها . وقد أعتبرنا فعلا . إن الاستبعـــاد التدريجى لبعض الفروض والنظريات البديلة التى يمكن إدراكها لا يضيق من مجال الفروض والنظريات

المنافسة إلى الحد الذى معه يستبعد الواحد منها . ومن ثم لا يمكن أبدا أن نقرر بالتأكيد أن واحدة من النظريات صادقة وأن الكيانات التى تفترضها لها وجود حقيقى . وليس قولنا هذا إكتشافا لعيب فى دعوانا بصدد الكيانات النظرية . بل ملاحظ خاصية شاملة لكل المعارف الامبريقية . والبرهان الثالث الوارد ضمن إفتراض وجود الكيانات النظرية يراد به تحقيق هذا الأثر بهدف البحث العلمى فى التحليل الأخير إلى تحقيق التفسير المنهجى المتسق للوقائع والظواهر التى تصادفنا فى خبرتنا الحسية وتشير فروضها التفسيرية إلى الكيانات والعمليات التى لها على الأقل وقائع بالقوة مقبولة لحواسنا بالقوة. فالفروض والنظريات التى تذهب بالضرورة إلى ما وراء الظواهر فى خبرتنا المحسوسة يمكن أن تكون على أحسن الفروض أدوات صورية نافعة . ولكنها لا تدعى تمثيل أدق للعالم الفيزيقى . وعلى أساس هذا النوع نمسك الفيلسوف الفزيائى الشهير إرنست ماخ من بين آخرين بأن النظرية الذرية المادة وإن تموذجا رياضيا لتمثيل وقائع معينة ولكن ليس ثمة حقيقة فزيائية تدعى للذرات أو الجزئيات . وقد لاحظنا أنه إذا كان العلم على هذا النحو يحصر نفسه فى دراسة الظواهر التى يمكن أن نلاحظ فلن يكون فى الاستطاعة صياغة القوانين التفسيرية العامة الدقيقة . على وجه الإطلاق فى حين أن المبادىء التفسيرية الشاملة والدقيقة من الناحية الكمية يمكن أن تصاغ بلغة الكيانات الفرضية وذلك كالجزيئات والذرات والجزئيات الذرية . ولما كانت هذه النظريات تختبر وتتأيد أساسا بنفس الطريقة كفروض وضعت بلغة الأشياء والحوادث الملاحظة والمقيسة بطريقة مباشرة وبدرجة أقل أو أكثر يبدو تعسفيا رفض الكيانات الموضوعة نظريا باعتبارها

خيالية . ولكن أليس ثمة فارق بين هذين المستويين . لنفرض أننا نرغب في تفسير أداء الصندوق الأسود الذي يستجيب لأنواع مختلفة من المدخلات بمخرجات معينة ومعقدة . قد تجاربه فتقدم فرضا عن البنية الداخلية للصندوق في ألفاظ مثل المجلات والتروس ومحاور المجلات والتروس أو بألفاظ الأسلاك والأنابيب الفارغة والتيارات . وقد يختبر هذا الفرض بتنويع المدخلات وضبط المخرجات المقابلة بالانصات إلى الأصوات الآتية من الصندوق وما أشبه ومع ذلك تظل إمكانية فتح الصندوق وإختبار الفرض بالملاحظات المباشرة قائمة . لأن المكونات المفروضة في الفرض جميعها ميكروسكوبية ومن حيث المبدأ يمكن أن تتناول بالملاحظة . ومن ناحية أخرى يفسر إرتباط الداخل بالخارج بين تغيرات الضغط وتغيرات الحجم لغاز من الغازات عند درجة حرارة ثابتة بلغة الميكانيكا الميكروسكوبية الجزئية . ومثل هذا الاختبار لن يكون ممكنا بالملاحظة . إن التمييز المقترح هنا ليس من الوضوح كما قد يبدو . لأن فئة الأشياء والخواص والعمليات التي تشير إليها ليست محددة تحديداً دقيقاً .

وحدسا لابد وأن تتضمن كل تلك الأشياء والخواص والعمليات التي يؤكد رصدها الملاحظ اعتمادا مباشرة ودون توسط قرائن خاصة أوفروض تفسيرية أو نظريات . تضمن المجلات والتروس والمحاور في مثالنا إلى هذه الفئة وكذلك حركاتها المتشابكة . وبالمثل قد تعتبر الأسلاك ومفاتيح التحويل أشياء يمكن أن تلاحظ . ولكن الشكوك تثار بخصوص أوضاع أشياء مثل الأنابيب الفارغة . فما لا ينكسر الأنابيب الفارغة شيء فيزيقي يرى ويحس مباشرة . ولكن عندما نشير إليه باعتباره أنبوبة فارغة (كما في

تفسير المخرج للصندوق الأسود) لصف ذلك الشيء باعتبار أنه يتخذ خاصية معينة معقدة (أى بنية فوبائية ذات طابع متميز) ولذلك يقبغى إن نسأل عما إذا كان الشيء من الأشياء تمكن أن تلاحظ فى ظل ذلك الوصف وما إذا كانت خاصية كونه أنبوبة فارغة من النوع الذى نتأكد حدوثه بالملاحظة المباشرة فى حالة معينة . إننا كى نحدد ما إذا كان الشيء المعين أنبوبة فارغة نرى ما الذى يشبه الأنابيب الفارغة . ولكن للوصول إلى قرار نعتمد عليه فيما إذا كان الشيء تقوم مقام الأنبوبة الفارغة كما هو الحال فى مثال الصندوق الأسود تتطلب الأمر إختبارات شتى .

قد تستخدم هذه الاختبارات الآلات وقد تفترض تفسير قراءات الآلة مسبقا عدة قوانين ومبادىء نظرية فوزائية ولكن إذا كان تحديد طابع شيء من الأشياء باعتباره أنبوبة فارغة تتحدد بالذهاب إلى ما وراء ملكة الأشياء الملاحظة إذن لفقد مثال الصندوق الأسود قوته .

لنتابع البرهان فى إتجاه مخالف نوعا ما . قلنا إن الأسلاك المشدودة فى الصندوق الأسود تنظر إليها على أنها أشياء موضع ملاحظة . قد لا نرغب بالتأكيد فى القول بأن السلك الدقيق بعض الشيء يصبح كيانا من صنع الخيال حين يضطرنا ضعف بصرنا إلى إستخدام نظارات لرؤيته ، وعندئذ يكون من التعسف أن نجرد الأشياء من صفاتها ، وذلك كالأسلاك الدقيقة للغاية أو الخيوط أو ذرات الغبار التى لا يراها الانسان الملاحظ دون نظارات مكبرة ، وبالمثل يتعين علينا أن نقبل أشياء تلاحظ فحسب بواسطة المجهر وهكذا نزولا إلى الأشياء التى تلاحظ بواسطة حاسبات جبارة ، غرف التفاقيع المجاهر الالكترونية وغيرها من مثل هذه الأدوات . إن هناك إستمرارا بالتدريج

من الأشياء الميكروسكوبية لخبرتنا اليومية إلى الميكانيكا ، الفيروسات الجزئيات ، الذرات ، الجسيمات ، الجزئيات الذرية الفرعية . وأى خط يرسم لتقسيمها إلى أشياء فزيائية وكيانات من صنع الخيال يكون متعسفا تماما[٢] .

٦ — التفسير والرد إلى المألوف :

يقال أحيانا أن التفسيرات العلمية تؤثر رد الظاهرة الخيرة غير المألوفة إلى الوقائع المألوفة لنا . لاشك أن التعميم يناسب بعض التفسيرات تماما . فالتفسيرات الموجية للفترضة للقوانين البصرية الفائمة والتفسيرات التى قدمتها نظرية حركة الغازات وكذلك نماذج بوهر للذرات الأيدروجين والعوامل الأخرى كلها تستعين بأفكار معينة نحن على دراية بها من خلال إستخدامها فى وصف وتفسير الظواهر المألوفة وذلك كانتشار موجات الماء وحركات وتصادم كرات البلياردو والحركة المدارية للكواكب حول الشمس . تمسك بعض الكتاب مثل الزيائى كامبل بأن النظرية العلمية التى يراد لها قبول على الإطلاق أن تبدى مماثلة من المماثلات . فالقوانين الأساسية التى تحددها مبادئها الكامنة للكيانات والعمليات النظرية يجب أن تماثل بعض القوانين المعروفة . وذلك كقوانين إنتشار الموجات الضوئية مماثلة (لها نفس الصورة الرياضية مثل) إنتشار الموجات المائية .

إلا أن النظرة القائلة بأن التفسير العلمى الصحيح يجب بالمعنى الدقيق

---

(٢) لخصت مناقشتنا لوضع الكيانات النظرية فى تناول بعض القضايا الأساسية القائمة وثمة دراسة أول وأكثر تفاذا وأقل مصطرا توجد فى الفصلين الخامس والسادس من كتاب أركست كيل « بداية العلم » وثمة أثر آخر من الآثار الهامة التى تعالج هذه القضايا يوجد فى كتاب « ماري هسه » « خيفة النواحى العلمية » (لندن روتلدج ، كيجان بول ـ نيويورك مطبعة الانسانيات سنة ١٩٦٣ .

بدرجة أقل أو أكثر أن يؤثر الرد إلى المألوف لانطوى على الفحص الدقيق . وتقول ابتداء إن النظرة يبدو أنها تتضمن الفكرة القائلة بأن الظواهر التي نألفها فعلا ليست بحاجة للتفسير العلمي في حين أن العلم في الواقع يسعى لتفسير مثل هذه الظواهر المألوفة كالتعاقب المنتظم لليل والنهار وفصول السنة وأوجه القمر والبرق والرعد والأنماط الدورية لتوس قزح وزلق الزبد . ويلاحظ أن القهوة واللبن أو الرمل الأبيض والأسود حين تقلب أو تهز تختلط ولكنها لا تعود غير مخلوطة مرة أخرى . لا تهدف التفسيرات العلمية إلى خلق إحساس بعدم الكفاية أو بالألفة مع الظواهر الطبيعية بشأ ذلك النوع من الإحساس حتى بالنسبة للتفسيرات الميتافيزيقية التي ليست لها قيمة تفسيرية على الاطلاق . وذلك كالاختلاف الطبيعي ، تفسير الجاذبية أو تصور العمليات البيولوجية التي توجهها قوى حيوية . ما يهدف إليه التفسير العلمي وبوجه خاص التفسير النظري ليس ذلك النوع من الحدس الذاتي بدرجة عالية من الفهم . ولكنه ذلك النوع الموضوعي من الرؤية التي تمكن تحقيقها بتوحيد متسق وذلك بعرض الظواهر على أنها تجليات لأنماط وعمليات مشتركة وكامنة تتطابق مع المبادىء الأساسية التي يمكن إختبارها . فإذا أمكن إعطاء مثل هذا التفسير بلغة تتكشف من معادلات معينة مع الظواهر المألوفة كان ذلك حسنا. وإلا فإن العلم لن يتردد في تفسير المألوف برده إلى غير المألوف بواسطة التصورات والمبادىء المستحدثة التي قد تكون في البداية مخالفة لحدسنا . وعلى سبيل المثال حدث هذا في نظرية النسبية بلزوماتها المزعجة التي تتعلق بنسبة الطول ، الكتلة ، الديمومة الزمانية للتوافق في ميكانيكا الكوانتم بمبدئها الخاص بالتغيرين وإقلاعها عن تصور من التصورات العلية الدقيقة المتضمنة لجزئيات أولية مفردة .

٧ — تكوين المفاهيم

٧ — التعريف

تصاغ القضايا العلمية صياغة عملية بمصطلحات خاصة مثل الكتلة ، القوة ، المجال المغناطيسى ، الطاقة المتاحة ، شكل المكان ... ألخ إذا أريد لتلك المصطلحات أن تخدم أغراضها لزم أن تتحدد معانيها لتؤكد أن القضايا الناتجة قابلة للإختبار على نحو أدق وأنها تتقدم للاستخدام فى التفسير والتنبؤ والارتداد وفى هذا الفصل نفحص كيف يتم هذا . يساعدنا فى تحقيق أغراضنا أن نميز بوضوح بين تلك المصطلحات كالكتلة والقوة والمجال المغناطيسى ... ألخ والمصطلحات المناظرة لها والتعبيرات اللفظية أو الرمزية التى تقوم مقامها . ولكى نشير إلى مصطلحات خاصة تماما كما نشير إلى أشياء خاصة من أى نوع نحن بحاجة إلى أسماء أو مسميات لها ويقتضى مواضعات معيارية من المنطق والفلسفة التحليلية تصوغ أسماء أو مسمى للمصطلح . لوضع علاقتى تنصيص فرديتين حوله . وعلى هذا الأساس نتكلم عن المصطلحات كتلة ، قوة ... ألخ كما عملنا بالفعل فى القضية الأولى من هذا القسم . إذن فى هذا الفصل نهتم بمنهج تحديد معانى المصطلحات العلمية والمطالب التى يتعين أن تقابلها تلك المناهج . قد يبدو التعريف المنهج الأوضح وربما المنهج الوحيد الكفء للقيام بتحديد سمات التصور من التصورات العلمية . ولنفحص هذا الاجراء ونقدم التعريفات لغرض أو لآخر من الأغراض المختلفة تماما أعنى :

(١) لتقرر أو تصف المعنى المقبول أو معانى المصطلح الجارى إستخدامه .

(ب) لتحدد بالاشتراط معنى معينا لمصطلح من المصطلحات ، ويكون

المعنى تعبيرا لفظيا أو رمزيا صيغ مؤخرا وذلك مثل اليوميزون (كتلة أكبر من كتلة الالكترون ـ ٢٧٠ مرة تقريباً) أو مصطلحا قديما يراد استخدامه بمعنى تكنيكي خاص (وعلى سبيل المثال المصطلح « غرابة » كما يستخدم في نظرية الجزيئات الأولية) .

التعريفات التي تخدم الغرض الأول تسمى التعريفات الوصفية وتلك التي تخدم الغرض الثاني تسمى التعريفات الاشتراطية . ويمكن تقرير التعريفات من النوع الأول في الصورة .

. . . له نفس المعنى مثل —

المصطلح المراد تعريفه أو المعرف يمثل مكان الخط المجاور على اليسار بينما مكان الخط المتكسر يشغله التعبير المعرف . وهنا بعض الأمثلة لمثال هذه التعريفات الوصفية أب له نفس المعنى كوالد ذكر .

الشهاب الزائدة الدورية له نفس المعنى كالشهاب المصاحب الأعور (الزائدة الدورية) التزامن له نفس المعنى كالحدوث في نفس الوقت .

تعريفات كهذه تقصد إلى تحليل المعنى المقبول للمصطلح أو وصفه لمعاونة المصطلحات الأخرى التي لابد وأن يكون معناها مفهوماً قبلا إذا أريد للتعريف أن يخدم غرضه . ولذلك تسمى هذه التعريفات بالتعريفات الوصفية وبتحديد أكثر التعريفات التحليلية . وفي الفصل القادم نخصص القضايا التي يمكن النظر إليها باعتبارها تعريفات وصفية من النوع غير التحليلي . فهي تحدد مدى التطبيق أو الاصدق للمصطلح أكثر من معناه ومضمونه ، والتعريفات الوصفية من أي نوع تدعى الوصف لأوجه معينة من أوجه الاستعمال المقبول للمصطلح . ولذلك قد يقال إنها أكثر أو أقل تدقيقاً .

وقد يقال إنها صادقة أو كاذبة . ومن ناحية أخرى تستخدم التعريفات الاشتراطية لتقديم تعبير يراد إستخدامه بمعنى محدد توخياً لما في سياق المناقشة أو النظرية أو ما أشبه . ومثل هذه التعريفات يمكن أن تعطى الصورة :

ليتخذ نفس المعنى مثل . . .

لنفهم نفس الشيء بواسطة . . .

التعبيرات على اليمين واليسار تعني مرة أخرى الشرح والوقوف على التوالي . والتعريفات الناتجة هنا طابع التعريفات الاشتراطية أو الوضعية التي لا يمكن صراحة أن نتصف كونها صادقة أو كاذبة ، ويوضح المثال التالي الطرق التي لا يمكن بها صياغة مثل هذه التعريفات في الكتابات العلمية ، وكل واحدة منها يمكن أن توضع جانباً إحدى الصورتين المعياريتين المذكورتين آنفاً .

لنستخدم مصطلح « وجيع الصفراء » كإختصار لتقص إفراز الصفراء.

المصطلح « كثافة » يراد به أن يكون إختصاراً لكتلة بالجرامات في السانتيمتر المكعب .

يخامرنا من الأحماض نقص الانحلال الكهربي الذي يزود بأيونات الأيدروجين الموجبة ذات الشحنة صفر والكتلة رقم واحد تسمى بروتونات والمصطلح المعرف بتعريف تحليلي أو اشتراطي يمكن أن يستبعد دائماً من الجملة بإحلال المعرف محله ، هذا الاجراء يحول الجملة إلى إحدى المعادلات التي لا تعود تحتوي على المصطلح ، فعلى سبيل المثال بناءاً على أحد التعريفات التي صيغت آنفاً يمكن أن نترجم القضية القائلة بأن كثافة الذهب أكبر من كثافة الرصاص إلى القضية القائلة بأن السانتيمتر المكعب من الذهب له كتلة بالجرامات أكبر من نفس الحجم من الرصاص . وبهذا

المعنى كما وضعه كواين فإن تعريف مصطلح من المصطلحات هو بيان كيفية تجنبه (تحاشيه) .

إن القضية القائلة « عرف مصطلحاتك » لها رنين قاعدة علمية سليمة . وفى واقع الأمر قد يبدو من الأمثلة أن كل مصطلح يستخدم فى نظرية علمية أو فى فرع من فروع العلم ينبغى أن يعرف تعريفا دقيقا . ولكن ذلك مستحيل عمليا لأننا بعد أن نفرغ من صياغة تعريف لأحد المصطلحات يتعين علينا إذن أن نعرف بدورنا كل مصطلح من المصطلحات المستخدمة فى التعريف . ثم المصطلحات المستخدمة فى تعريف أى من هذا الأخير وهلم جرا . ولكننا فى سلسلة التعريفات الناتجة ينبغى أن نتحاشى « الدور » بتعريف مصطلح من المصطلحات بمساعدة البعض من أسلافه السابقة فى السلسلة . فمثل هذا الدور يتضح من السلسلة التالية من التعريفات حيث استبدلت فيها العبارة بالرمز الاختصارى تم ليكون له نفس المعنى .

والد = ج أب أو أم

أب = ج والد الذكر

أم = ج والد ولكن ليس الأب

لتحديد معنى « أب » تستبدل اللفظ « أب » فى التعريف الثانى بتعريفه كما تحدد فى التعريف الأول . ولكن هذا ينتج لنا التعبير « ذكر » (أب أو أم) الذى يعرف اللفظ « أب » بواسطة نفسه (بواسطة حدود أخرى) ومن ثم يتكعس مقصرا عن الوفاء بغرضه . ولا يساعدنا على تجنب (تحاشى) اللفظة المعرفة . وتنشأ صعوبات مماثلة من التعريف الثالث . والطريقة الوحيدة للهروب من هذه الصعوبة هى فى محاولتنا تحديد كل لفظ فى نسق معين .

وذلك بأن لا نستخدم لفظا في التعريف ثم تعريفه قبلا في السلسلة . ولكن عندئذ لن تنتهي أبدا سلسلتنا من التعريفات . لأنه مهما ذهبنا بعيدا نظل الألفاظ المستخدمة في التعريفات الأخيرة تتطلب التعريف حيث أنها بناءاً على إفتراضنا لم يتم تعريفها قبلا . ومثل هذا التراجع اللانهائي سيكون بالطبع دحضاً لذات إذ أن فهمنا لأحد المصطلحات يعتمد على فهمنا للمصطلح التالي . وهكذا إلى ما لا نهاية . والنتيجة لن يفسر حد أبدا . ولذلك لن يمكن تعريف كل حد في نسق علمي بواسطة الحدود الأخرى في النسق . فسوف يتعين أن تكون هناك مجموعة من الحدود الأولية التي لا تقبل التعريف داخل النسق وتستخدم كأساس لتعريف كل الحدود الأخرى ويؤخذ هذا في الإعتبار بوضوح شديد في الصيغة الاكسيوماتية للنظريات الرياضية . ففي كل واحدة من مختلف الصياغات الأكسيوماتية الحديثة للهندسة الاقليدية على سبيل المثال نعين بوضوح قائمة الحدود الأولية وتقدم كل الحدود الأخرى بسلسلة من التعريفات الاشتراطية التي ترجع إلى تعبيرات تتضمن فقط الحدود الأولية[1] .

لنفحص الآن الألفاظ المستخدمة في النظرية العلمية . فبحسب التعبير المقترح في الفصل السادس نفكر في هذه الألفاظ (المصطلحات) بنسبتها إلى ثلاثين : المصطلحات المفترضة الصحيحة التي هي مادة النظرية والمصطلحات المتداولة للسيادة على النظرية .

كيف تحدد معاني الحدود في النظرية . لنلاحظ أولا أنه في النظرية

(١) توجد تفصيلات أكثر عن هذه النقطة في المجلد الأول من هذه السلسلة . من بارکر : فلسفة الرياضيات ص٢٢ — ٢٦ ص ٤٠ — ٤١ .

الرياضية البحتة كما فى النظرية العلمية يمكن أن تحدد بعض المصطلحات المفترضة بواسطة غيرها من المصطلحات فى الميكانيكا تعرف السرعة الآنية والمجلة لكتلة محدودة باعتبار أنها الشق الأولى والثانى لعمل الكتلة المحدودة مأخوذين كدالة للزمان فى النظرية الذرية .

يمكن أن يعرف الديوترون (نواة ذرة الديوتريوم المؤلفة من بروتون ونيوترون واحد) باعتبار أنه نواة ذلك النظير من نظائر الأيدروجين الذى رقم كتلته ٢ وعلم جرا . ولكن مثل هذه التعريفات من حيث أنها تخدم غرضا هاما فى صياغة واستخدام النظرية لا تكفى لأن تضع المحتوى الأمبريقى المعين فى حدود معرفة وقابلة للتطبيق على موضوع البحث الأمبريقى . ولتحقيق ذلك الغرض تحتاج القضايا تعيين معانى المصطلحات المفترضة بواسطة التعبيرات التى تفهم بالفعل والتى يمكن أن تستخدم دون الإشارة إلى النظرية. ما أسميناه المصطلح السابق على النظرية يخدم هذا الغرض على نحو دقيق . نستخدم مصطلح التعبية التفسيرية للإشارة إلى القضايا التى تحدد على هذا النحو معانى المصطلحات المفترضة الواقعة أو الألفاظ المميزة للنظرية المهمة بواسطة معجم المفردات المتداولة أو المفردات السابقة على النظرية . لنفحص الآن طابع هذه القضايا بدقة أكثر .

٧ — ٣ التعريفات الاجرائية :

ثمة تصور شديد النوعية لطابع القضايا التفسيرية قدمته المدرسة الإجرائية فى الفكر . تلك المدرسة التى انبثقت عن العمل المنهجى للفزيائى بردجمان[1]

(١) لقد أورد عرضا كلاسيكيا لهذا الاسم بردجمان فى كتابه « منطق الفزياء الحديثة » نيويورك شركة ماكميلان سنة ١٩٦٢

إن الفكرة الرئيسية للمدرسة الإجرائية هي أن معنى أي مصطلح علمي يجب أن يتحدد بالإشارة إلى عملية إجرائية إختبارية محددة توفر محكا لتطبيقه . ومثل هذه المحكات غالبا مايشار إليها باعتبارأنها تعريفات إجرائية لمسألة ما إذا كانت هذه التعريفات بالمعنى الدقيق مسألة من المسائل التي نتناولها فيما يعـــد .

ننظر أولا في بعض الأمثلة :

في مراحل متقدمة من مراحل البحث الكيميائي كان من الممكن أن يعرف اللفظ « حامض » تعريفاً إجرائياً على النحو التالي لكي نتأكد مما إذا اللفظ « حامض » ينطبق على سائل معين من السوائل أي مما إذا كان السائل حامضاً تغمس فيه شريحة زرقاء من ورق عباد الشمس . يكون السائل حامضا إذا تحولت ورقة عباد الشمس إلى اللون الأحمر ، يشير هذا الحكم إلى عملية إجرائية إختبارية محددة هي غمس ورقة عباد الشمس الزرقاء لإكتشاف ما إذا كان اللفظ ينطبق على السائل المعين . وتترتب نتيجة إختبارية محددة (الورق يتحول إلى اللون الأحمر) تدل على أن اللفظ ينطبق على السائل المعين . وبالمثل المصطلح « أشد صلابة من » كما ينطبق على المعدن قد يتسم عملياً بالآتي :

لتحديد ما إذا كان المعدن م أشد صلابة من المعدن م نحدد نقطة حادة من م تحت ضغط معين على سطح قطعة من م (إجراء إختبار) م يقال أنه أشد صلابة من م تماما إذا ما نتج خدش من الخدوش (نتيجة إختبار نوعية) بعض التعريفات الأكثر الإجراءات والنتائج صراحة يمكن أن ندخلها إن شئنا في صورة من صور التعبير الإجرائي : خذ هذه العينة المغناطيس . يسمى القضيب

من القضيب أو الحديد مغناطيسا إذا إنجذبت براءة الحديد إلى نهايته وعلقت بها . وتقرأ الزاوية الصحيحة وقد اذهب الاجرائى هكذا : فلكشف عما إذا كان اللفظ مغناطيسى يصدق على قضيب حديد أو قضيب صلب معين . ضع براءة الحديد بالقرب منه . إذا إنجذبت براءة الحديد إلى نهايتى القضيب وعلقت بها كان القضيب مغناطيسا .

إن الحدود التى تناولناها فى أمثلتنا الثلاثة « حامض » و « أشد صلابة » و « مغناطيس » قصرت باعتبار أنها تقوم مقام تصورات لا كمية . وبذلك لم نزودنا المحكات الاجرائية بدرجات الحموضة أو الصلابة أو قوة المغناطيس . إلا أن القاعدة الاجرائية تصدق أيضا على خصائص الألفاظ مثل « الطول » و « الكمية » و « السرعة » و « درجة الحرارة » و « الشحنة الكهربية » وما أشبه تلك التى تقوم مقام تصورات كمية تقبل قياسا عدديا .

وهنا يفهم التعريف الاجرائى على أنه تعيين إجراء لتحديد القيمة العددية لكمية معينة فى حالات خاصة . فالتعريفات الاجرائية تتخذ طابع قواعد القياس . وهكذا قد يعين التعريف الاجرائى للطول إجراء يتضمن إستخدام ذراع قياس صلب لتحديد طول المسافة بين نقطتين فالتعريف الاجرائى للحرارة يحدد كيف تقدر درجة حرارة جسم وعلى سبيل المثال سائل أن تحدد بواسطة ترمومتر زئبقى وهكذا . المسلك الاجرائى المستعان فى التعريف الاجرائى لابد وأن يختار بحيث يمكن أن يقوم بتنفيذه الملاحظ الكفء دون التباس ويمكن أن تتأكد النتيجة موضوعياً دون الاعتماد ضرورة على من يقوم بإجراء الاختبار ومن ثم فى تعريف الحد . القيمة الحالية بالاشارة إلى الرسومات لن يكون من الجائز إستخدام التعليمات الاجرائية . تأمل

الرسم ولاحظ ذلك الفرض الذى يبدو أفضل لبيان الرسم على عينة ميزان مدرج من ١ — ١٠ :

واحد الأغراض التى من أجلها تصر المدوسة الاجرائية على محكات التطبيق الاجرائية الجلية لكل المصطلحات العلمية هى تأمين قابلية الاختبار الموضوعية لكل القضايا العلمية لنفحص على سبيل المثال الفرض الآتى : تتزايد هشاشة الجليد بتناقص درجة الحرارة أو بدقة أكبر من أى قطعتين من الجليد فى درجتى حرارة مختلفتين تكون القطعة ذات درجة الحرارة الأدنى أكثر هشاشة من الأخرى ... إفرض أن الاجراءات العملية الكافية قد تحددت لتبين ما إذا كانت المادة المعطاة جليدا أو لقياس درجات حرارة القطع المختلفة من الجليد فى المقارنة الأخيرة . وبذلك يظل الفرض بغير معنى واضح — فهو لا ينتج لزومات إختبارية محددة — مالم تكن المحكات أيضاً فى متناول أيدينا لمقارنة الهشاشة . الحقيقة القائلة بأن مثل هذه العبارات كأعش من أو هشاشة زائدة والتى تبدو واضحة للحدس لا تكفى لأن تجعلها مقبولة فى الاستخدام العلمى . ولكن إذا توفرت قاعدة إجرائية دقيقة تصدق على هذه المصطلحات أصبح الفرض قابلا حقا للإختبار بالمعنى الذى تناولناه قبلا . ومن ثم إن محكات التطبيق الاجرائية المختارة إختياراً صحيحاً من أجل مجموعة من المصطلحات تؤمن القابلية للإختبار فى القضايا التى تقع فيها هذه الألفاظ[٢] . يحتج الاجرائيون بأن إستخدام المصطلحات التى تفتقر إلى التعريفات الاجرائية — لا أهمية لكيف تبدوا واضحة

---

(١) تلخص هذه الدعوى لمواصفات تتعلق بالصورة المنطقية للقضايا قيد البحث ولكننا قد تجاوزنا فى هذه المناقشة المذهب الاجرائى .

وسألوفه حدسيا — يؤدى إلى قضايا ومسائل لا معنى لها، ومن ثم فإن الدعوى التى تناولناها قبلا والقائلة بأن الجاذب الجاذبى يعزى إلى انجذاب طبيعى كامل يصبح بلا معنى لأنه لم تتوفر محكات إجرائية لتصور الانجذاب الطبيعى ويماثل فى غياب المحكات الاجرائية للحركة المطلقة يرفض السؤال عما إذا كانت الأرض أو الشمس أو كلاهما يتحرك حقيقة باعتباره سؤالا بغير معنى[1] لقد أحدثت هذه الأفكار الأساسية للمذهب الاجرائى تأثيرا مهما فى التفكير المنهجى فى علم النفس والعلوم الاجتماعية حيث تأكدت الحاجة إلى توفير محكات إجرائية واضحة للمصطلحات التى يراد إستخدامها فى الفروض والنظريات .

فالفروض مثل الفرض القائل بأن الناس الأكثر ذكاء أميل إلى أن يكونوا أقل ثباتا من الناحية الانفعالية من زملائهم الأقل ذكاء أو أن المهارة الرياضية ترتبط إرتباطاً قويا مع المهارات الموسيقية لا يمكن أن تختبر من الناحية الموضوعية إذا لم تتوفر محكات واضحة للتطبيق بالنسبة للألفاظ المكونة لها . إن فهما حدسيا غامضاً لا يكفى للوفاء بالفرض مع أنه قد تقترح وسائل لتحديد محكات موضوعية فى علم النفس . عادة ما تصلح مثل هذه المحكات بمثابة الاختبارات (الذكاء — إختبارات الانفعال — القدرة الرياضية وهلم جرا) . . . تفصيلا نقول إن المسلك الاجرائى يتوقف على إجراء الاختبار وفقاً لتحديد . تتوقف نتائج الاختبار على الاستجابات التى تبديها الموضوعات التى أختبرت أو تقوم كقاعدة فى شىء من الاحتمال أو التقييم الكمى أو الكيفى لتلك الاستجابات التى نحصل عليها بأجراء

(١) فى هذه العدد البندان ٢ ، ٤ من الفصل ١٣ فى كتاب جوانون وروبرز « أعنى العام الفيزيائى الحديث » بعدد من الايضاحات والتعليقات المثيرة. وقد يجدها القارىء حافزة للبحث من النقط المميزة للمذهب الاجرائى وأطالب قابلية الاختبار للدلالة العلمية للمسائل الهامة التى يعنيها بردمان فى دراسة قرب نهاية الفصل الأول من منطق الفيزياء الجديدة .

من الاجراءات التي قد تكون أكثر أو أقل موضوعية وأكثر أو أقل دقة . إن تقويم الاستجابات التي يدلي بها موضوع من الموضوعات في اختبار رورشاخ على سبيل المثال يعتمد أكثر على الكفاءة المكتسبة بالتدريج لشخص الفاحص في الحكم بدقة على محكات واضحة دقيقة بدرجة أقل مما يفعل إختبار ستانفورد بينيه مثلاً . ولذلك فإن اختبار رورشاخ أقل ارضاءا من إختبار ستانفورد بينيه من وجهة نظر المدرسة الإجرائية. إن بعضا من الاعتراضات الأساسية التي ثارت ضد نظريات التحليل النفسي تتعلق بالافتقار إلى محكات كافية للانطباق على مصطلحات التحليل النفسي والصعاب المصاحبة لاشتقاق الفروض الإختبارية الصريحة من الفروض التي تقوم فيها بأداء وظيفتها .

إن التجديدات التي أقامتها على هذا النحو المدرسة الاجرائية كانت مثيرة للدراسة الفلسفية والمنهجية للعلم . فقد أحدثت تأثيرا قويا في إجراءات البحث في علم النفس والعلوم الاجتماعية ولكن كما نرى الآن إن ثمة تأويلا إجرائياً حاصراً لمطامح الأمريقي للعلم يميل إلى أن يحجب الأوجه النظرية والمنهجية للتطورات العلمية وأن يعتمد كلية على صياغة التصور والنظرية.

٧ ـ ٣ المحتوى الامبريقي والمنهجي للتصورات العلمية :

تعتقد المدرسة الاجرائية أن معنى أي مصطلح من المصطلحات يتحدد تحديداً تاماً وخاصاً بتعريفه الاجرائي . ولذا يقول بردجمان إن تصور الطول يكون ثابتاً عندما تكون العمليات التي نقيس بها الطول ثابتة أي أن مفهوم الطول ينطوي على قدر من العمليات التي بها يتحدد الطول وليس أكثر . وعلى وجه العموم نحن لا نعني بأي تصور شيئاً أكثر من مجموعة العمليات الاجرائية . فيكون التصور مرادفاً لمجموعة العمليات الاجرائية

للناظرة[٩] . تتضمن وجهة النظر هذه أن للمصطلح العلمي له معنى فقط داخل نطاق تلك المواقف الأمبريقية التي يمكن أن تتم فيها العملية الاجرائية المعرفة له . لنفرض على سبيل المثال أننا نتقدم بتطوير علم الفيزياء منذ البداية إن صح القول . ونقدم الحد « طول » بالاشارة إلى عملية قياس الطول من مسافات مستقيمة الخطوط بقصبة قياس صلب . وعندئذ ليس ثمة معنى للسؤال القائل : « كم طول محيط هذه الأسطوانة » أو للقضايا التي تقدم إجابة عنه لأن عملية قياس الطول بالقصبة الصلب المستقيمة من الواضح أنها لا تقبل الانطباق على هذه الحالة .

إذا أريد لمفهوم الطول أن يكون له معنى محدد في هذا السياق فلابد من تعيين محل إجرائي جديد ومختلف وقد يمكن القيام بهذا بالاصطلاح على أن محيط الأسطوانة يقاس بأن نثبت حوله بإحكام شريطاً قابلاً للإلتفاف غير قابل للإمتداد ثم نحد الشريط ونقيس طوله بقصبة القياس الصلب . وبالمثل إن منهجنا الأول لقياس الطول لا يمكن إستخدامه لتحديد المسافات للأشياء المتناهية خارج الأرض ، وتحيرنا للدرسة الاجرائية أنه إذا أريد للقضايا بصدد تلك المسافات أن يكون لها معنى محدد فلابد من تحديد إجراءات قياسية مناسبة وقد تكون إحدى هذه الاجراءات منهجاً في البصريات يستخدم حساب المثلثات مماثلاً لذلك المنهج المستخدم في المسح لتحديد مسافات

---

(٩) بردجمان : منطق الفيزياء الحديثة ص ٥

يقدمان المزيد من الإيضاحات والتعليقات الشيقة . وقد يجدها القارىء هامة ببحث مثل الخط المميز للذهب ، الاجرائي والمطلب ذاتية الاختبار لدلالة العلمية للسائل الموصلة التي يقدمها بردجمان للقراءة قرب نهاية الفصل الأول من منطق الفيزياء الحديثة .

أرضية معينة ، وثمة منهج آخر قد ينطوى على إطلاق إشارة وادار على الشيء القائم خارج الأرض والتقاطها وقياس الزمن المستغرق ، وباختبار مثل هذه الحركات الاجرائية الاضافية سيكون بطبيعة الحال خاضعا لهذا الشرط الهام الذى قد يسمى بطلب الاتساق ، فحيث يكون هناك إجراءان مختلفان يقبلان الانطباق فإنهما لابد يتجهان نفس النتائج وعلى سبيل المثال إذا كانت المسافة بين علامتين على سطح قطعة أرض تتحدد بواسطة قصبة صلب وبحساب المثلثات فى مجال البصريات فإن القيم العددية التى نحصل عليها على هذا النحو يجب أن تكون نفس القيم لنفرض أن ميزانا لدرجة الحرارة قد جرى تعريفه إجرائيا بواسطة القراءات التى يعطيها الترمومتر الزئبقى ثم بعد ذلك يمتد إلى أسفل باستخدام الكحول عند نقطة التجمع الأكثر إنخفاضا كسائل ترمومترى عندئذ لابد من التأكد من أنها يعطيان القراءات نفسها حدود النطاق الذى يمكن لكلا النوعين من الترمومتر أن يستخدما فيه ولكن عند هذه النقطة يقدم بردجمان مسألة أخرى . إن الكشف عن أن عمليتى قياس فى حدود نطاق قابليتها المشتركة للإنطباق تنتجان نفس النتائج له طابع التصميم الأمريقى بحيث يكون كاذبا من الناحية التصورية وان أكدته نتائج الاختبارات الدقيقة ولهذا السبب يعتقد بردجمان أنه لن يكون مأمونا أن نعتبر الاجراءين العمليين تعريفا لتصور واحد لا غير .

فلابد من النظر الى الحركات الاجرائيه المختلفة على أنها تصورات مختلفة ذات طابع متميز ويجب أن يشار الى هذه التصورات بألفاظ مختلفة. ومن ثم قد يستخدم الطول المقوس والطول المعتبر فى الاشارة الى الكميات المحددة بواسطة قصبات القياس واستخدام حساب المثلثات فى مجال البصريات

على التوالي . وبالمثل يتعين علينا أن نميز بين درجة الحرارة الزئبقية ودرجة الحرارة الكحولية .

كما نرى الآن هذه النتيجة المنبثقة من التعصب أن يبررها البرهان المؤيد المتمثل في تأكيد الحاجة لتفسير أمبريقي واضح للمصطلحات العلمية . لا يأخذ في اعتباره ما نسميه المحتوى الامبريقي . لنفرض أننا بإتباع قاعدة برودجمان نميز بين الطول الملموس والمبصر وبعد اختبارات دقيقة نقيم قانونا مزعوما بحيث أنه بالنسبة لأية فترة من الفترات الزمانية التي تصدق عليها اجراءات القياس يكون للطولين نفس القيمة العددية . فإذا كان لنا — فيما بعد — أن نكشف عن الشروط التي في ظلها ينتج الاجراءان النتائج المختلفة تعين علينا أن نضرب صفحا عن القانون المزعوم . ولكننا نستطيع الاستمرار في استخدام المصطلحين (الطول الملموس والطول المبصر) دون تغيير لمعانيهما ولكن ما الذي يؤدي اليه الكشف عن مثل هذه الحالات من عدم الاتفاق . انه على النقيض من قاعدة برودجمان يفسر الاجراءان العمليان على أنهما طريقان مختلفان لقياس كمية واحدة . نفس الكمية التي يشار اليها بإصابة على أنها الطول فحيث إن مطلب الاتساق بالنسبة لهذين الاجراءين يجرى الاخلال به فإن أحد الحكمات يتعين التخلي عنه . ويمكن أن نستمر في استخدام مصطلح الطول ولكن مع تغيير إجرائي معدل . وهكذا يمكن تعديل النتائج الأمبريقية المتضاربة إما بالتخلي عن قانون من القوانين المقبولة تجريبيا أو أو بتعديل التفسير الاجرائي للمصطلح وبالاضافة الى ذلك — وهذا اعتراض أشد خطورة بكثير — أنه لن العسير في واقع الأمر من المستحيل الالتزام بقاعدة برودجمان التزاما شديدا . اذ كلما قامت بالتضحية بطائفة من القوانين

أو المبادىء النظرية فى مجال البحث أصبحت تصوراتها متصلة بعضها ببعض وبالتصورات المتداولة فيلا بطرق شتى . وغالبا ما يزودنا هذا الارتباط بمحكات إجرائية تطبيقية جديدة تماما . ومن ثم إن القوانين التى تربط بين مقاومة سلك معدنى وبين درجة حرارته تسمح بإقامة ترمومتر مقاومة . والقانون الذى يربط بين درجة حرارة غاز ضغط معين وحجمه هو الأساس الذى يقوم عليه ترمومتر الغاز . والتأثير الكهروى الحرارى هو الذى يسمح بإنشاء جهاز اقياس درجة الحرارة يطلق عليه أسم الترمومتر الكهروى والباروميتر البصرى يحدد درجة حرارة الأجسام الساخنة بقياس مدا الإشعاع المنبعث عنها . وبالمثل تقدم القوانين والمبادىء النظرية طرقا متباينة لقياس المسافات ومن ثم إن التناقص المشروع للضغط الباروميترى من الارتفاع هو الأساس الذى تقوم عليه أجهزة قياس الارتفاع الباروميترى فى الطائرات . وكتيجة لقياس هذه المسافات تحت الماء بتحديد الزمن الذى تستغرقه الإشارات الصوتية وتقاس المسافات الفلكية الصغيرة بحساب المثلثات البصرية أو بإشارات الراداز وتستنتج المسافات الخاصة بمجموعات النجوم الكرية ومجموعات المجرات بواسطة القوانين من فترة الظهور والسنا الظاهر لنجوم معينة فى تلك المجموعات .

وقياس المسافات الصغيرة جدا قد ينطوى على إستخدام وافتراض نظرية الميكروسكوبات البصرية والميكروسكوبات الألكترونية ومناهج الإجراءات الطيفية ومناهج أشعة إكس وغيرها كثير .

والقاعدة التى اقترحها برديجان قد تضطرنا إلى تمييز المضروب للمناظرة من مفاهيم درجة الحرارة ومفاهيم الطول . والقوائم أبعد أن تكون تامة .

لأنه باستخدام بارومترين فى تركيبين مختلفين يمكن الشيء فى قياس الارتفاعات أو باستخدام مجهرين مختلفين فى تحديد طول الموكتريا يتعين النظر إليهما على أنهما يقومان بتحديد نوعين مختلفين من الطول أو مفهومين من مفاهيمه بحيث تختلف التفاصيل الاجرائية إلى حد ما . ومن ثم إن القاعدة الاجرائية موضع المناقشة قد تضطرنا إلى إقرار طائفة من مفاهيم الطول ودرجات الحرارة وغيرها من المفاهيم العلمية التى لا يمكن التحكم فيها إجرائيا ولا نهاية لها نظريا . قد يقضى هذا على أحد الأغراض الرئيسية وهو التوصل إلى تفسير موحد متسق أعنى بذلك تفسيرا بسيطا موحدا متسقا للظواهر الامبريقية . إن الاتساق العلمى يتطلب إقامة روابط شتى بواسطة القوانين أو المبادىء النظرية بين الأوجه المختلفة للعالم الامبريقى تلك الأوجه التى تتسم بالمفاهيم العلمية . إذ المفاهيم العلمية هى — عند المنظرى شبكة العلاقات الفعلية المتداخلة — تلك التى تشكل خيوطها القوانين والبناءات النظرية .

فالقوانين التى تشكل الأساس الذى تقوم عليه المفاهيم الترمومترية المختلفة تصور بعضا من الخيوط الاصطلاحية التى تربط مفهوم الحرارة بالمفاهيم الأخرى المعقودة وكلما تلاقت الخيوط أكثر كلما كان دورها النسقى أقوى . وأكثر من هذا إن البساطة بمعنى الاقتصاد فى المفاهيم هى أحد الملامح الهامة للنظرية العلمية الجيدة .

وتفصيلا نقول إن محتوى المفاهيم فى النسق المقتصد نظريا أقوى من ذلك النسق من المفاهيم فى نظرية أقل إقتصادا بالنسبة لموضوع البحث نفسه ومن ثم إن الاعتبارات الخاصة بالمحتوى النسقى تعارض بقوة الاكثار من المفاهيم. ذلك الذى تدعو إليه القاعدة القائلة بأن المحكات الاجرائية المختلفة تحدد

للفاهيم المختلفة وفى واقع الأمر لا نجد فى صياغة النظريات العلمية التمييز بين المفاهيم المختلفة للطول (على سبيل المثال) . فكل مفهوم يتميز بتعريفه الاجرائى الخاص به . وفضلا عن ذلك تصور النظرية الفزيائية مفهوما أساسيا واحدا من مفاهيم الطول وطرائق شتى أكثر أو أقل دقة لقياس الأطوال فى الظروف المختلفة . وغالبا ما تبين الاعتبارات النظرية نطاق تطبيق منهج القياس ودرجة دقته . وفضلا عن ذلك إن تطوير نسق القوانين والنظريات غالبا ما يؤدى إلى تعديل المحكات الاجرائية التى تطبق أساسا على بعض المفاهيم الرئيسية . وعلى سبيل المثال إن تحديدا إجرائيا للطول يتعين عليه أن يتخذ وحدة للقياس من بين أشياء أخرى . والطريق المعيارى للقيام بهذا العمل هو أن نعين المسافة بين علامتين منقوشتين على قضيب معدنى معين باعتبار أنها معرفة للوحدة . ولكن القوانين الفزيائية والمبادىء النظرية تبين أن المسافة بين العلامتين تتغير بتغير درجة حرارة القضيب فى ظل أية مؤثرات قد تؤثر عليه . ولكى نضمن معيارا مطردا للطول لابد من شروط تضاف إلى التعريف الميدئى . فالمتر على سبيل المثال يعرف بواسطة المسافة بين علامتين منقوشتين على المتر المعيارى الدولى . قضيب مصنوع من سبيكة من البلاتين والريديوم ذات مقطع غريب متقاطع على شكل الحرف X وتمثل العلامتين بالمواضعة التعريفية أنهما تتخذان مسافة متر واحد عندما يكون القضيب فى درجة حرارة انصهار ويكون مؤيدا بطريقة متناظرة بواسطة محورين إسطوانيين متعامدين على طوله بزاويتين قائمتين وعلى بعد جانبى يبلغ ٥٧١ مترا فى مستوى أفقى . والمقطع المتقاطع الغريب يجنب انضمان أعلى درجة من شدة صلابة القضيب . والتحديد المتصل بطريقة تأييده مستوحى من النول القائل

بأن انحراف ان يعدل المسافة بين العلامتين إلا تعديلا طفيفا . ويبين التحليل النظرى الوضع المفترض للمحورين أى الوضع الأمثل بمعنى أن التغيرات الطفيفة فى موضعهما لن تؤثر على المسافة بين العلامتين حتا[1] .

لنتناول مثالا آخر : إن أحد المحكات الأمريكية الأولية الأكثر أهمية لقياس الزمن زودتنا به الاضطرابات البادية فى الحركات الظاهرة للشمس والنجوم الثوابت . فالزمن الذى يمضى بين ظهورين متتاليين لجرم من الأجرام السماوية فى نفس الوضع الظاهر (ولنمثل للتالى الشمس عندما تكون فى موضع سمت الرأس) يميز وحدة زمن . لقد عرفت الوحدات الزمنية الصغيرة إجرائيا بواسطة الأزولة الشمسية، الساعات الرملية، الساعات المائية ، وأخيراً بواسطة الساعات البندولية . والملاحظ أنه فى هذه المرحلة لامعنى للسؤال عما إذا كان يومان شمسيان مختلفان أو رفاصان لبندول معين هما فى الحقيقة من ديمومة زمنية متساوية . تذكرنا المدرسة الإجرائية بأنه فى هذه المرحلة تستخدم المحكات السابقة لتعريف الديمومة المتساوية . إن السؤال عما إذا كانت الفترات الزمانية التى تعرف بواسطة المحكات متساوية يجد إجابة لا معنى لها بواسطة المواضعة التعريفية . ولكى نقرر تساويهما لسنا بحاجة لإقامة قضية ذات واقع أمبريقى قد نخطىء بصددها ولكن كما تصاغ وتغير القوانين والنظريات الفيزيائية المتضمنة مفهوم الزمان تؤدى أيضا إلى تعديل المحكات الإجرائية الأولية . ومن ثم تنطوى الميكانيكا

---

(١) ثمة بيان بالتفاصيل والاعتبارات النظرية الكامنة يمكن أن تجده فى كتابه «ورمان فيفر سـ الكلية، الطولية، الزمان (بالتيمور — مريلاند، كتب بنجوين سنة ١٩٦١ الفصل الثانى.

الكلاسيكية على مفهوم أن الفترة التي يستغرقها البندول تتوقف على حجمه. وتتضمن نظرية مركزية الشمس التي تفسر الحركات الظاهرية للأجرام السماوية بالدوران المحوري (التمايدي) اليومي للأرض ودورانها السنوي حول الشمس مع نظرية نيوتن: ان الأيام الشمسية المختلفة ليست ذات ديمومة زمنية متساوية وإن دارت الأرض بمعدل ثابت لا يتغير . ولكن احتكاك المد والجزر والعوامل المماثلة يبرر افتراض أن الدوران اليومي للأرض تتناقص عجلته ببطء شديد ذلك الافتراض الذي تؤيده مقارنة الزمن المقدر لحدوث كسوف شمس معين منذ القدم مع الأزمنة التي يجري حسابها استرداديا من المعطيات الفلكية الحاضرة . ومن ثم فإن الإجراءات التي نستخدم أصلا لقياس الزمن توشك أن تتناول على أساس أنها تقدم مقاييس صحيحة تقريبا . وفي نهاية الأمر تقبل على الأساس النظري أساسا جديدة مخالفة كالساعات الهلورية (الكوارتز) والساعات الذرية باعتبار أنها تزود بمقاييس للزمن أكثر دقة (ضبطا) ولكن كيف يمكن أن تبين القوانين والنظريات عدم الدقة في المحكات الإجرائية التي تصاغ فيها الحدود الأساسية ؟ تلك المحكات لا بد من افتراضها قبلا واستخدامها في اختبار القوانين والنظريات موضع التساؤل . ويمكن مقارنة العملية ببناء جسر من الجسور فوق نهر من الأنهار بوضعه أولا على عوامات أو دعامات مؤقتة ثابتة في قاع النهر . وعندئذ نستخدم الجسر كوصف أساسي لتحسين وتعديل الأساسات . وبعد ذلك لتسوية وتوسعة البناء العلوي من أجل إقامة نظام كلي سليم من الناحية البنائية يقوم على أسس جديدة بشكل مطرد. قد تؤسس القوانين العلمية والنظريات على المعطيات التي نحصل عليها بواسطة

المحكات الإجرائية المتخذة ابتداءاً . ولكنها لن توافق تلك المعطيات (البيانات) بالضبط . إن اعتبارات أخرى بما فى ذلك الاعتبارات الخاصة بالبساطة المنهجية (النسقية) تلعب دوراً هاماً فى اقتراض الفروض العلمية ، ولما كانت القوانين أو المبادىء النظرية المقبولة على هذا النحو مأخوذة على الأقل من الناحية التجريبية للتعبير عن العلاقات بين المفاهيم التى تتشكل فيها فليس غريباً أن ينظر إلى المحكات الإجرائية الأولية على أنها تتقدم فحسب السمات التقريبية لتلك المفاهيم .

ومن ثم ليس المحتوى الأمبريقى متمكناً فى محكات التطبيق الواضحة التى تؤكد عليها المدرسة الإجرائية . هو المطلب الوحيد المنشود للمفاهيم العلمية . فالمحتوى النسقى مطلب آخر لا يمكن الاستغناء عنه لدرجة أن التفسير الأمبريقى للتطورات النظرية قد يتغير من أجل القوة النسقية للشبكة النظرية . ذلك أنه فى البحث العلمى تمضى صياغة المفاهيم والنظريات معاً .

٧ — ٤ الأسئلة عديمة المعنى إجرائيا :

إن واحدة من المشكلات المثيرة التى يناقشها بردجمان لإيضاح الاستخدام الخرج للمعايير الإجرائية تتعلق بإمكانية حدوث تغير غير متطور فى الميزان المطلق لقياس الطول . فليس ممكناً أن تتغير المسافات تغيراً مطرداً فى الكون بحيث تتضاعف كل ٢٤ ساعة[1] . هذه الظاهرة لا يمكن أن تقوم بواسطة الدليل من حيث أن المقصيات المستخدمة فى التحديد العملى

(١) هذه الصياغة أكثر تعقيداً بقليل من صياغة بردجمان (فى صفحة ٢٨ من كتابه منطق الفيزياء الحديثة ، ولكن لا تتضمن اى تغير فى الخاط الملاسة .

للأطوال قد تستطيل بنفس المعدل (النسبة) والذلك يعلق برودجمان على ذلك بقوله إن السؤال لا محل له . فوفقا لحكم المعايير الإجرائية لن يكون ثمة تمدد كونى على هذا النحو . والدعوى القائلة بأنه قد يحدث رغما عن ذلك — غير معروفة لنا ولن تفهمها أبداً — إنها ببساطة ليست بذات مدلول إجرائى فضلا عن أنه ليس ثمة نتائج تحيل الاختبار بواسطة إجراءات القياس .

على أن هذا التفهيم يلزم تعديله إذا ما أخذنا فى الاعتبار أنه فى الفيزياء لا يستخدم مفهوم الطول منفرداً ولكن التدوال فى القوانين والنظريات تربطه بالمفاهيم الأخرى لتباينه . وإذا كان فرض التمدد الكونى مرتبطا بمثل هذه المبادىء الفيزيائية الأخرى التى تستخدم كفروض مساعدة (انظر الفصل الثالث) . فإن فى واقع الأمر ينتج لزومات قابلة للاختبار من الناحية الإجرائية ومن ثم لا محل له . وعلى سبيل المثال إذا كان الفرض صادقا كان الزمن الذى تستغرقه الإشارة الصوتية لعمل رحلة الذهاب والعودة بين ضفتين على الشاطئين المتقابلين لبحيرة من البحيرات يتضاعف كل ٢٤ ساعة وهذا من الممكن أن يختبر . ولكن لنفرض أننا قد عدلنا الفرض بإضافة الآخر القائل بأن سرعة الإشارات الصوتية والكهرومغناطيسية تتزايد بنفس المعدل لكل المسافات بالضبط . إذن الفرض الجديد تبقى له لزومات اختبارية .

وعلى سبيل المثال : إذا افترضنا أن التمدد الكونى لا يؤثر على ناتج الطاقة الخاصة من نجم مثل الشمس فإن بريقها لا بد وأن يتناقص إلى مقدار الربع من قيمته الأولية خلال فترة الأربع وعشرين ساعة حيث يتضاعف

سطحها أربع مرات خلال ذلك الوقت . ومن ثم فإن الحقيقة القائلة بأن القرص مأخوذا وحده لا يقدم إمكانية لاختبار إجرائى ليست سببا كافيا لإطراح القرص باعتبار أنه يخلو من المحتوى الإمبريقى أو باعتبار أنه لا معنى له من الناحية العلمية وبالأحرى يجب أن ننظر إلى أية قضية من خلال السياق النسقى للفروض والقوانين الأخرى حيث يراد لها أن تقوم بوظيفتها وأن تفحص اللزومات الاختبارية التى قد تنشأ عندئذ . هذا الإجراء (المسلك) يصف كل الفروض التى قد تقترح من بين غيرها من الفروض بأنها ليست بذات معنى . وتستبعد الفروض الخاصة بالقوى الحيوية والنزوعات الطبيعية الكونية والتى نوقشت قبلا .

٧ — ٥ طابع القضايا التفسيرية :

إن نظرنا للمذهب الإجرائى كان مدفوعاً بالفكرة القائلة بأن إذا أريد لنظرية من النظريات أن تقبل الانطباق على الظواهر الأمبريقية لكان لزاما أن تفسر الألفاظ المميزة لقضاياها تفسيراً مقبولا بواسطة المفردات المعرفة قبلا ، وقد بينت مناقشتنا أن التصور الإجرائى لمثل هذا التفسير يزودنا بمقترحات مساعدة وإن تطلب تعديلات موضع اعتبار وبصفة خاصة يتعين علينا أن نرفض الفكرة القائلة بأن المفهوم العلمى مرادف لمجموعة من العمليات لأنه أولا قد تكون هناك — وعادة ما تكون هناك — إمكانات بديلة عديدة للتطبيق بالنسبة لمصطلح من المصطلحات . وتكون هذه الإمكانات قائمة على مجموعة مختلفة من الإجراءات .

وثانياً : لكى نفهم معنى المصطلح العلمى ونستخدمه استخداما صحيحاً يتعين علينا أن نعرف أيضا دوره المنهجى (المنطقى) الذى تشير إليه المبادىء

النظرية التي تقوم فيها بأداء وظيفته والذي يربطه بغيره من المصطلحات النظرية. وثالثا لا يمكن اعتبار المصطلح العلمي مرادفا لمجموعة من العمليات بمعنى اتخاذ معناها الذي حددته تماما لأنه — كما رأينا — تقدم مجموعة واحدة من العمليات المختبرة محكات للتطبيق بالنسبة لمصطلح من المصطلحات في نطاق محدود من الشروط . ولذا فإن العمليات الإجرائية لاستخدام قضية قياس أو ترمومتر تزودنا فقط بتفسيرات جزئية للمصطلحين : درجة الحرارة والطول لأن كلا منهما يقبل الانطباق داخل نطاق محدود من الظروف فحسب بينما تأتي المحكات الإجرائية بأقل مما هو مطلوب في التعريف العام.

إن هناك ناحية أخرى تأتي فيها المحكات الإجرائية بما هو أكثر بكثير مما يتطلبه إنشاء التعريفات في الفهم المعتاد . فعادة ما يفهم التعريف الاشتراطي على أنه قضية تقدم مصطلحا مناسبا ، أو رمزاً مختصراً وذلك بتحديد معناه ببساطة ودون إضافة أية معلومات فعلية. ولكن هذين المعيارين الإجرائيين لمصطلح واحد تترتب عليهما لزومات أمبريقية تتجاوز نطاق التطبيق الخاص بهما كما هو الحال غالباً . ينتج هذا من ملاحظاتنا السابقة حول مطلب الاتساق بالنسبة للمحكات الإجرائية البديلة .

إذا اتخذت إجراءات اختبارية مختلفة كمحكات للتطبيق بالنسبة لمصطلح الواحد فإنه ينجم عن قضايا تلك المحكات أنه في حالة ما إذا كان الإجراء الاختباري قابلا للتطبيق أن يتخذ اللزوم الاختباري طابع التسليم الإمبريقي. القضية التي تناولناها قبلا والمغيرة من التساوي المدد لطول الملموس والمبصر في جميع الحالات حيث أمكن استخدام إجراءات القياس مثال على ذلك . والمثال الآخر هو القضية القائلة بأنه في حدود اعتبار الزئبق والكحول

سائلين تساوى من حيث العدد قراءات درجة الحرارة التي أظهرتهما الترمومترات الزئبقية والكحولية . هذه القضية تتمتع باشتراط أن الدوعين من الترمومترات يمكن أن يستخدما فى التحديد العملى لدرجات الحرارة . ولذلك القضايا التفسيرية التى تزودنا بمحكات التطبيق بالنسبة للمصطلحات العلمية كثيراً ما تربط الوظيفة الاصطلاحية للتعريف بالوظيفة الوصفية للتعميم الأمبريقى. ومع ذلك هناك ناحية أخرى عامة تختلف فيها القضايا التفسيرية عن التعريفات بالمعنى الذى تناولناه قبلا . فغالباً ما تستخدم للمصطلحات العلمية فى تعبيرات أو عبارات ذات صورة متميزة وعلى سبيل المثال مفهوم الصلابة بوصفه متميزاً باختبار الخدش مقصود به أن يستخدم فحسب فى تعبيرات من ذات الصورة. الجسم المعدنى م أشد صلابة من الجسم المعدنى م، وفى عبارات أخرى معرفة بمثل هذه التعبيرات . فى مثل هذه الحالات يكفى أن يكون لدينا تفسير لتلك التعبيرات المتميزة . يزودنا اختبار الخدش بمثل هذا التفسير الذى يحمل معنى أمبريقيا بأن م أكثر صلابة من م، وليس ذلك للمصطلح « صلابة » بذاته أو التعبيرات من قبيل المعدن م صلب أو صلابة المعدن م تكون كذا وكذا .. الخ - إن القضايا التى تحدد معنى سياق معين يتضمن حداً معيناً تحديداً تاماً تسمى التعريفات السياقية (الضمنية) تمييزاً لها عما يقابلها مما يسمى بالتعريفات الصريحة . مثال ذلك الحامض يتخذ نفس المعنى « الكتروليت تلزم عنه أيونات الأيدروجين » . وعلى سبيل المسألة نقول إن القضايا التفسيرية للنظرية العلمية عادة ما تزودنا بالتعبيرات السياقية (الضمنية) للمصطلحات النظرية . فالطارق المديدة لقياس الطول مثلا لا تفسر المصطلح « طول » بذاته عبارات من أمثال طول المسافة بين النقطة أ

والنقطة ب وطول الخط ط محكمات لقياس الزمن لا تصرح بمفهوم الزمن بوجه عام . قد تسمح سياقات خاصة وحاضرة بتفسير من التفسيرات التي تقوم أساسا الاختبار العلمي في حالة بعض المصطلحات الافتراضية مثل ذرة، الكترون ، فوتون . حقا من الممكن أن نقدم تعريفا افتراضيا للمصطلح « الكترون » أعني تعريفا يستخدم ألفاظا افتراضية أخرى (الكترون يعني جزئي أولي ذو كتلة سكون ٩,١٠٧ × ١٠ — ٢٨ جرام وشحنة ٤,٨٠٢ × ١٠ ستاتكولومب (وحدة قياس الكهرباء وسرعة دوران ذات وحدة شطرية واحدة). ولكن ماذا يمكن أن يشبه التعريف الإجرائي لهذا المصطلح ؟ إننا بالتأكيد لا نستطيع أن نتوقع إعطاء قواعد لتحديد ما إذا كانت اللفظة « الكترون » تصدق على شيء معين أي ما إذا كان ذلك الشيء الكترونيا . غير أن ما يمكن صياغته هو تفسيرات سياقية لأنواع معينة من القضايا تتضمن المصطلح « الكترون » . وذلك مثل هذه القضايا .

توجد الكترونات على سطح الكرة المعدنية المعزولة. الالكترونات تتطاير من هذا الالكترود (قطب كهربي) ذا المسار للتكاثف عرفة السحب يميز المسار الذي يتخذه الالكترون وما أشبه ذلك . وتصدق ملاحظات عادية على تصورات المجال الكهربي والمغناطيس يمكن أن تصاغ محكمات اجرائية للتأكد من بنية مثل هذه المجالات وقوتها في مجالات معينة. ومثل هذه المحكمات تشير إلى مسار الاختبار ومسارات الجزيئات المتحركة في المجال ومسريان التيار في الأسلاك المتحركة عبر المجال. وهكذا . ولكن مثل هذه الاختبارات تكون في متناول أيدينا فقط بالنسبة لأنواع من الشروط خاصة معينة من الناحية التجريبية . وذلك كالمجال المتجانس في مساحة كبيرة بدرجة

كافية أو الاقتدار على مسافات معينة أو ما أشبه ذلك. فالقضية المعبرة عن شرط من شروط المجال ممكن نظريا وإن يكن على درجة من التعقيد (قد ينطوى على تغيرات نوية فى المسافات التصيرة) قد لا يترتب عليها لزومات يمكن اختبارها إجرائيا. قد يكون واضحا الآن أن المصطلحات الخاصة بنظرية من النظريات العلمية لا يمكن التقرر إليها باعتبار الواحد منها قد عدد محدود من المحكات الاجرائية الخاصة أو بوجه عام من القضايا التفسيرية المقترنة به لأن القضايا التفسيرية من المعتقد أنها تحدد الطرق التى يمكن بها اختبار القضايا التى تتضمن المصطلح الذى يجرى تفسيره. أى أنها عندما ترتبط بمثل هذه القضايا لابد وأن يترتب عليها لزومات اختبارية معينة فى الفاظ متداولة قبلا. وهذا فإن التفسير الاجرائى بواسطة اختبار الخدش يسمح باستخلاص لزومات اختبارية من القضايا ذات الصورة م، أصلب من م، . والتفسير القائم على اختبار ورقة عباد الشمس يفعل نفس الشىء بالنسبة للقضايا ذات الصورة. السائل فى حامض .. الخ والآن إن الطرق المتنوعة التى يمكن بواسطتها (أو اللزومات الاختبارية) التى يمكن بواسطتها أن تختبر القضايا التى تحتوى على المصطلحات الخاصة بنظرية من النظريات العلمية تتحدد بواسطة المبادىء الحادية للنظريات. هذه المبادىء — كما لاحظنا فى الفصل السادس — تربط الكيانات والنظريات المتميزة الطابع بالظواهر التى يمكن أن تصفها المصطلحات الموضوعة قبلا:

وعلى هذا النحو تقترن المصطلحات المفترضة بالمصطلحات المفهومة قبلا. ولكن تلك المبادىء لا تحدد لمصطلح من المصطلحات المفترضة عددا محددا من محكات التطبيق - لنتناول ثانية المصطلح الكترون. لاحظنا أنه ليست

كل قضية تحوى هذا المصطلح ذات لزومات اختيارية تحددها . ومع ذلك القضايا التي تتضمن المصطلح ذى اللزومات الاختيارية ذات تنوع غير محدود، والتنوع المتناظرلها من الاختيارات لا يمكن ـ بغير تعسف ـ اعتباره متقاسم بمجرد اثنين أو سبعة أو عشرين محكا من محكات التطبيق المختلفة بالنسبة للمصطلح « الكلورين » وذلك مفهوم المصطلحـــــات الخاصة بنظرية من النظريات التي يجرى تفسيرها على انفراد وبعدد محدود من المحكات الاجرائية لابد من اطراحه لصـــــالح مجموعة المبادىء الخفية التي لا تفسر المصطلحات المفترضة على انفراد، ولكن تزودنا بعدد غير محدود من محكات التطبيق لعدد غير محدود من اللزومات الاختيارية للقضايا التي تحوى واحد أو أكثر من المصطلحات المفترضة :

٨ — الرد النظرى

٨ ـ ١ قضية المذهب الحيوى الميكانيكى :

تناولنا قبلا المذهب الحيوى الجديد القائل بأن الخصائص المعينة للأنساق الحيـة ومن بينهـا القـدرة على التكيف والتنظيم الذاتى لا يمكن أن تفسر بالمبادىء الفيزيائية والكيميائية وتفسر بالرجوع إلى عوامل جديدة من نوع غير معروف فى العلوم الفيزيائية هو القوى الحيوية. وقد بين الفحص الدقيق أن مفهوم القوى الحيوية كما يستخدمه أصحاب المذهب الحيوى لا يمكن أن يتم تفسيرا لأية ظاهرة بيولوجية ومع ذلك لا تنخلص الأسباب التي أدت إلى هذه النتيجة آليا من الفكرة الأساسية فى المذهب الحيوى الجديد . تلك الفكرة القائلة بأن الأنساق والعمليات البيولوجية تختلف فى نواحى جوهرية عن الأنساق والعمليات الكيميائية الخالصة . تعارض هذه النظرة بما يسمى

دعوى المذهب الميكانيكى القائلة : بأن المركبات العضوية الحية ليست شيئا سوى أنساق فيزيائية كيميائية (وإن لم تكن أنساقا كيميائية خالصة كما قد يوحى مصطلح « المذهب الحيوى » فى وقته القديم) . ولقد كانت هذه التصورات المتعارضة موضوع حوار محتدم ساخن لاستطيع أن نتناوله هنا بالتفصيل . ولكن من الواضح أن القضية يمكن أن تناقش نقاشا مثمراً فقط إذا استطعنا أن نجعل معانى الدعاوى المتعارضة واضحة بدرجة كافية لبيان أى أنواع البرهان والبينة يمكن أن تكون له علاقة بالمشكلة وكيف للنقاش أن يهدأ ويستقر . إنها لمشكلة فلسفية متميزة بإيضاح معانى التصورات المتعارضة التى نتداولها الآن . فنتيجة تأملنا سيكون لها لزومات تتعلق بإمكانية استقرار القضية من الواضح أن النزاع يتعلق بمسألة ما إذا كانت المركبات العضوية الحية أنساقا فيزيائية كيميائية فحسب أو لم تكن . ولكن ماذا يعنى القول بكونها أنساقا توحى ملاحظاتنا الأولية بأننا قد نفسر المذهب الميكانيكى على أساس أنه يقدم هذه الدعوى المزدوجة (م) :

إن كل خصائص المركبات العضوية الحية هى خصائص فيزيائية كيميائية يمكن أن توصف بلغة الطبيعة والكيمياء (م) . كل أوجه السلوك للمركبات العضوية الحية يمكن تفسيرها بواسطة القوانين والنظريات الفيزيائية الكيميائية .

أما بخصوص القضية الأولى من هاتين القضيتين المتغايرتين فمن الواضح أنه على أية حال يتطلب وصف الظواهر البيولوجية استخدام المصطلحات البيولوجية الخاصة التى لا ترتبط قاموس المفردات الفيزيائية والكيميائية لا المصطلحات الفيزيائية الكيميائية فحسب . فهى القضية القائلة بأنه فى المرحلة الأولى من مراحل أقسام

الخلية يحدث تقلص الكروموسومات في نواة الخلية المنقسمة . وكذلك القضية القائلة بأن بيضة الأوز المخصبة عندما تنقسم فقسا صحيحا تفرخ فرخ أوز، تتضمن القضية م أن الكيانات والبنايات البيولوجية المشار إليها هنا فرخ أوز ، بيض أوز، خلايا، نواته، كروموسومات، إخصاب ، انقسام خلية يمكن أن تتحدد خصائصها بمصطلحات فيزيائية كيميائية. وأكثر التفسيرات استخداما هو أن المصطلحات البيولوجية المذكورة فرخ أوز ، خلية ..الخ يمكن تعريفهـــا بمعاونة المفردات المأخوذة من قاموس مفردات الفيزياء والكيمياء. لنمكن أشار تعالى هذه الترجمة الخاصة م باعتبارها م ، وبالمثل إذا كانت جميع الظواهر البيولوجية هكذا وبوجه خاص كل الاطرادات المعبر عنها بواسطة القوانين البيولوجية يراد لها أن تفسر بواسطة المبادىء الفيزيائية الكيميائية نعني أن تتخلص القوانين البيولوجية من المصطلحات والمبادىء النظرية للفيزياء والكيمياء. القضية ـ دعنا نسميها م ـ القائلة بأن هذه بالضرورة الحالة قد ينظر إليها باعتبارها المعنى الخاص لـ م . ويتصل بذلك القول بأن القضيتين م ، م تعبران عما يسمى غالبا قضية ردالبيولوجيا إلى الفيزياء والكيمياء . وتتعلق هذه القضية بالمفاهيم والقوانين الخاصة بالمباحث موضع الاهتمام . فرد مفهوم مبحث واحد إلى تلك المفـــاهيم الخاصة بآخر تنسر على أنها قابلية الاول للتعريف بلغة الآخر . فرد القوانين يفسر بالمماثلة على أنه اشتقاقها ولذلك يمكن أن يقال للمذهب الميكانيكي أنه تقرير رد البيولوجيا إلى الفيزياء والكيمياء. وانكار هـــذه الدعوى يشار إليه أحيانا على أنه قضية الحكم الذاتي البيولوجيا أوالمفاهيم والمبادىء البيولوجية. ولذلك يؤكد المذهب الحيوي الجديد السلطة الذاتية للبيولوجيا

ويكمل هذه الدعوى بمذهبه فى القوى الحيوية . ولنتناول الآن القضايا الميكانيكية بشىء من التفصيل .

٨ — ٢ رد المصطلحات :

لا تعنى القضية م٢ المتعلقة بتعريف المصطلحات البيولوجية بتقرير إمكانية تحديد المعانى الكيميائية للمصطلحات البيولوجية بتعريفات اصطلاحية تعسفية. فهى تسلم بأن المصطلحات فى المعجم البيولوجى لها معان فنية محددة. وتدعى أن محتواها يمكن التعبير عنه بواسطة المفاهيم الفيزيائية والكيميائية. تثبت القضية إذن إمكانية تقديم ما أطلقنا عليه فى الفصل السابع «التعريفات الوصفية» لمفاهيم البيولوجية بلغة فيزيائية كيميائية ولكن التعريفات قيد البحث لا تكاد تتوقع كونها تعريفات تحليلية لأنه من الواضح أن تكذيب الدعوى القائلة بأن كل مصطلح بيولوجى — على سبيل المثال — بيضة أوزة، شبكية العين انقسام الخلية، فيروس، هرمون ، يوجد له تعبير بلغة الفيزيائية الكيميائية وله نفس المعنى الذى يمكن عمه أن يقال للفظ «قرين» أن له معنى الزوج أو الزوجة أو المرادف له. إنه لمن اليسير أن نسمى مصطلحا بيولوجيا واحدا محدد المرادف فيزيائيا كيميائيا. ومن الصعب أن يحتمل المذهب الميكانيكى هذا التفسير لدعواه . ولكن التعريف الوصفى قد يفهم بمعنى أقل تعقيدا بحيث لا يتطلب أن يكون للمعرف نفس المعنى أو المضمون كالمعرف . ولكن نفس الباحث يحدد للمعرف فى هذه الحالة الشروط التى تكون مستوفاة كما هو واقع فى كل تلك الحالات حيث يصدق المعرف. المثال التقليدى هو تعريف الانسان بأنه حيوان ذو ساقين لا يقرر أن للفظة « إنسان » لها نفس المعنى مثل تعبير حيوان ذو ساقين ، ولكن نفس الباحث . فلفظة « إنسان » تصدق

على كل تلك الأشياء التي لها ساقان فحسب وكون الشيء ذا ساقين هو على السواء شرط ضروري وكاف لكونه انسانا .

قد يشار إلى القضايا على أنها تعريفات ماصدقية يمكن التعبير عنها في الصورة .

له نفس الماصدق مثل

إن التعريفات التي يحددها أصحاب المذهب الميكانيكي لتوضيح وتأييد دعواه المتعلقة بالمفاهيم البيولوجية هي من هذا النمط الماصدقي . فهي تعبر عن الشروط الفيزيائية الكيميائية الضرورية والكافية لأن تصدق على المصطلحات البيولوجية . ولذلك هرق الأغلب نتائج البحث الفيزيائي الحيوي والكيميائي الحيوي الشائق فيتضح هذا بتحديد خصائص المواد وذلك كالبناء المستيرون . والكوليسترول بلغة البنية الجزيئية . ذلك الانجاز الذي يسمح بتعريف المصطلحات البيولوجية بواسطة المصطلحات الكيميائية الخالصة وحدها . ولكن مثل هذه التعريفات لا تقصد التعبير عن معاني المصطلحات البيولوجية ، فالمعنى الأصلي لكلمة « بنسلين » على سبيل المثال قد يبين خصائص البنسلين بوصفه مادة مضادة للبكتريا ينتجها فطر عش الغراب (جنس البنيسليوم) ويعرف التستيرون أصلا بأنه هرمون الجنس الذكري الذي تفرزه الخصيتان . الخ . وتصل إلى تحديد خصائص هذه المواد بنيتها الجزيئية لا يحلل المعنى ولكن بالتحليل الكيميائي . وتؤسس النهجة كشفا كيميائيا حيويا لا كشفا منطقيا أو فلسفيا ، يبرهنه بالقوانين الأبيرية لا بقضايا الترادف . وفي واقع الأمر فقبول الخصائص الكيميائية كتعريفات جديدة للمصطلحات البيولوجية

بعضهن تحولا لا في المعنى والمضمون فحسب بل أيضا في المصدق لأن المحكات الكيميائية التي تصف مواد كالبلاستين أو الاستيرون بأنها مواد معينة لم تنتج بواسطة الأنساق العضوية ولكن ركبت في المعمل تركيبا.

وعلى أية حال أيا كان الأمر تتطلب إقامة مثل هذه التعريفات بحثا امبريقيا. ولذلك يجب أن نستنتج أن مسألة ما إذا كان المصطلح البيولوجي معرفا بواسطة المصطلحات الفيزيائية والكيميائية وحدها لا يمكن أن تستقر بمجرد تأمل معناها ولا بأي اجراء آخر غير امبريقي.

ولذا فان المدعوى م٣ لا يمكن إقامتها أو دحضها بناء على أسس قبلية أي بالاعتبارات التي يمكن تدبيرها قبلا أو بالاستقلال عن الخبرة الامبريقية.

٨ ــ ٣ رد القوانين :

نعود الآن إلى القضية الثانية م٣ في تفسيرها المذهب الميكانيكي تلك المدعوى التي تقرر أن القوانين والمبادىء النظرية الخاصة بعلم البيولوجيا يمكن اشتقاقها من تلك القوانين والمبادىء الخاصة بالفيزياء والكيمياء. من الواضح أن الاستنباطات المنطقية من القضايا المصوغة بلغة الفيزياء والكيمياء لن تنتج قوانين بيولوجية متميزة حيث يتعين على هذه القوانين أن تحتوي على حدود بيولوجية. والحصول على مثل هذه القوانين لن تحتاج إلى بعض المقومات الإضافية التي تعبر عن الارتباط بين السمات الكيميائية والبيولوجية. هذا الموقف المنطقي هو نفس الموقف في استخدام التفسير لنظرية من النظريات حيث تكون المبادىء الحدية مطلوبة بالاضافة إلى المبادىء المفترضة لاستخلاص النتائج التي يمكن التعبير عنها على وجه الحصر بمصطلحات مفترضة قبلا. ويتعين على المقدمات الاضافية المطلوبة لاستخلاص

القوانين البيولوجية من القوانين الفيزيوكيميـــائية أن تتضمن كلا من المصطلحات البيولوجية والمصطلحات الفيزيوكيميائية وأن تكون لها صفة القوانين التي تربط مظاهر فيزيوكيميائية لظاهرة من الظواهر بمظاهر بيولوجية معينة - والقضية الرابطة من هذا النوع قد تأخذ الصورة الخاصة للقوانين التي تناولناها هنا: تلك التي تقدم أساسا لتعريف ماصدق للمصطلحات البيولوجية. ومثل هذه القضية تفترض الواقع أن إثبات خصائص فيزيوكيميائية معينة - وعلى سبيل المثال كون مادة من المواد من كذا أو كذا من التركيب الجزئي هو على السواء ضروري وكاف لإثبات خاصة بيولوجية معينة (على سبيل المثال تستيرون) والقضايا الأخرى الرابطة قد تعبر عن شروط فيزيوكيميائية ضرورية ولكنها ليست شروطا كافية أو ضرورية لخاصية بيولوجية معينة. والتعميمات القائلة بأنه حيث توجد حياة فثمة يوجد أوكسجين وأي نسيج عصبي يحمل صدمات كهربية هي من النوع الأول . والقضية القائلة بأن الفراغ العصبي تابين (المتميز بينيته الجزيئية) يختلف النشاط العصبي ومن ثم يسبب الوفاة للإنسان هي قضية من النوع الثاني . والقضايا الرابطة من الأنماط الأخرى المتنوعة يمكن إدراكها أيضاً . وإحدى الصور البسيطة التي قد يأخذها استخلاص القانون البيولوجي من القوانين الفيزيوكيميائية يمكن أن توصف على النحو الصوري الآتي : ليكن ف ، ف تعبيرين يتضمنان حدودا فيزيوكيميائية ولكن القضية القائلة بأن (كل حالات ف هي حالات ف) قانون فيزيائيا كيميائيا - تطلق عليه ق ف - ولتكن القوانين الرابطة :

(كل حالات ب هي حالات ف ، وكل حالات ف هي حالات ب).

يقرر القانون الأول أن الشروط من النوع ب ضرورية لحدوث الحالة البيولوجية أو الشرط البيولوجي ب' ويقرر القانون الثاني أن الشروط الفيزيوكيميائية ف كافية للسمة البيولوجية ب. إذن يمكن أن يستنبط القانون البيولوجي الخالص متتاليا من القانون الفيزيوكيميائي ن ف إذا ارتباطه مع القوانين الرابطة . أعني كل حالات ب هي حالات ب أو (حيث توجد السمات البيولوجية ب توجد السمات البيولوجية ب) وبوجه عام إن المدى الذي تصل إليه القوانين البيولوجية تكون قابلة للتفسير بواسطة القوانين الفيزيوكيميائية تعتمد على مدى إقامة قوانين رابطة مناسبة . ولا يتقرر ذلك ببراهين قبلية : يمكن أن نجد الإجابة بواسطة البحث البيولوجي والبحث البيوفيزيائي . قد يبدو جليا أن النتائج التي يمكن استنباطها منطقيا من مجموعة من المقدمات لا يمكن أن تحتوي على أية مصطلحات جديدة لا تكون واردة في المقدمات . ولكن ليس الأمر كذلك فالقضية الفيزيائية القائلة بأنه « عندما يسخن الغاز تحت ضغط ثابت فإنه يتمدد» تتضمن متتاليا «عندما يسخن الغاز تحت ضغط ثابت يتمدد أو يستحيل إلى سرب من الناموس » . وعلى هذا النحو تكون القضايا البيولوجية مستنبطة من القضايا الفيزيائية وحدها . ولكن المقدمة الفيزيائية تسمح باستنباط القضايا القائلة بأنه « عند تسخين الغاز تحت ضغط ثابت يتمدد أو لا يستحيل إلى سرب من الناموس » . وعند تسخين غاز من الغازات تحت ضغط ثابت يتمدد أو يستحيل إلى أرنب وهكذا . وعامة إن أية قضية بيولوجية يمكن استنباطها من القانون الفيزيائي لها هذه الخاصية

إذا استبدلت المصطلحات البيولوجية الخاصة الواردة فيها بمسمياتها أو بأية مصطلحات أخرى ، إن النتيجة التي نحصل عليها على هذا النحو يمكن استنباطها على السواء من القانون الفيزيائي . وبهذا المعنى يحقق القانون الفيزيائي أن يقدم تفسيرا لأية ظاهرة بيولوجية خاصة .

٨ — ٤ المذهب الميكانيكي الجديد :

إن النظريات الفيزيائية والكيميائية والقوانين الرابطة المتداولة حاليا لا تكفي لرد المفاهيم والقوانين في علم الأحياء إلى تلك المفاهيم والقوانين الفيزيائية والكيميائية . ولكن البحث في الميدان يتقدم تقدما سريعا ويوسع باطراد من آفاق التفسير الفيزيو كيميائي للظواهر البيولوجية . ولذلك تفسر المذهب الميكانيكي على أنه النظرة القائلة بأنه من خلال البحث العلمي ترد البيولوجيا في نهاية الأمر إلى الفيزياء والكيمياء . ولكن هذه الصياغة تستدعي كلمة تحذير . ففي مناقشتنا افترضنا تمييزاً واضحاً بين حدود الفيزياء والكيمياء من ناحية والحدود البيولوجية النوعية من ناحية أخرى . وفي الواقع إذا قدم إلينا أي مصطلح علمي متداول من المحتمل أن لا نجد صعوبة في أن نقرر بصورة حدسية ما إذا كان منتميا أو غير منتم إلى الواحد أو الآخر من المفردات اللغوية . ولكن من العسير وضع مقاييس عامة واضحة يمكن بواسطتها لأي من المصطلحات العلمية المتداولة الآن ومستقبلا أن يحدد تحديداً لا التباس فيه بانتمائه إلى مجموعة من المفردات الخاصة بمبحث معين وقد يستحيل تقديم مثل هذه المقاييس لأنه من خلال البحث المستقل يصبح الخط الفاصل بين البيولوجيا والفيزياء والكيمياء مطموسا شأنه في ذلك شأن ما صار إليه في الوقت الحالي الخط الفاصل بين

الفزياء والكيمياء . فالنظريات المستقلة قد توضع أيضاً في أنواع مستحدثة من المصطلحات تقوم بوظيفتها في النظريات الشاملة التي تقدم تفسيراً لكل الظواهر المعروفة الآن بالبيولوجية تلغيرها من الظواهر المعروفة الآن بالفزيائية والكيميائية. وقد لا يعود الانقسام إلى مصطلحات بيولوجية ومصطلحات فزيائية كيميائية ذا دلالة في القابلية للانطبـــاق بالنسبة لمجموعة المفردات اللغوية لمثل هذه النظرية الشاملة . وفكرة رد البيولوجيا إلى الفزياء والكيمياء تفقد في نهاية الأمر معناها . غير أن مثل هذا التقدم النظري لم يتم بعد . وفي نفس الوقت ربما كان أفضل تفسير للمذهب الميكانيكي هو اعتباره قاعدة موجهة أو مبدأ موجهاً لبحث أجرى من اعتباره نظرية أو نظرية خاصة بجامع العمليات البيولوجية . وتفهم على هذا النحو بفرض على العالم الدأب في البحث عن النظريات الفزيوكيميائية الأساسيـة للظواهر البيولوجية بدلاً من أن يسلم نفسه للنظرة القائلة بأن التصورات والمبادىء الخاصة بالفزياء والكيمياء لا تقوى على إعطاء تفسير كفء لظواهر الحياة والالتزام بهذه القاعدة ثبت نجاحه باتساع في البحث الفيزيائي والبحث البيوكيميائي . هذه القاعدة لا يمكن أن تجاريهـــا نظرة المذهب الحيوي للحياة .

٨ — رد العلوم السلوكية :

لقد أثيرت مسألة القابلية للرد أيضاً بالنسبة لمباحث علمية غير علم الأحياء . فهي ذات أهمية خاصة في علم النفس حيث أن لها علاقة مباشرة بالمشكلة النفسية الفيزيقية الشهيرة أعني مسألة العلاقة بين العقل والجسم . وتمسك وجهة نظر ردية فيما يتعلق بعلم النفس — إن شئنا القول — بأن كل الظواهر

السيكولوجية أساسا ظواهر بيولوجية أو فزيائية كيميائية فى طابعها أو بتحديد أكثر إن القوانين والمصطلحات الخاصة لعلم النفس يمكن أن ترد إلى تلك المصطلحات والقوانين الخاصة بعلم الأحياء والكيمياء والفزياء. ويفهم الرد هنا بمعنى محدد قبلا وتصدق ملاحظاتنا العامة على الموضوع أيضا فى علم النفس. ومن ثم إن التعريف الردى للمصطلحات السيكولوجى يتطلب تعيين الشروط البيولوجية والفزيو كيميائية الضرورية والكافية لحدوث حالة خاصة أو عملية عقلية (وذلك كالذكاء، الجوع، الهلوسة، الأحلام) التى يقوم المصطلح بتمامها ويتطلب رد القوانين السيكولوجية مبادىء رابطة ملائمة تتضمن مصطلحات سيكولوجية فضلا عن المصطلحات البيولوجية والفزيو كيميائية. والبعض من مثل هذه المبادىء الرابطة التى تعبر عن الشروط الكافية والضرورية لحالات سيكولوجية معينة متوافرة فى الواقع، فحرمان فرد من الطعام أو الشراب أو الراحة كاف لحدوث الجوع والعطش والتعب. وتناول عقاقير معينة ربما كان كافيا لحدوث الهلوسة ووجود ارتباطات عصبية معينة ضرورى لحدوث إحساسات معينة وبالنسبة للادراك البصرى وإمداد المخ بالأوكسجين المناسب ضرورى للنشاط العقلى فى واقع الأمر الوعى أو الشعور. وتتجلى فى السلوك العـــام الملاحظ لفرد بعض المؤشرات البيولوجية والفزيائية الهـــامة بالنسبة للحالات والأحداث السيكولوجية. وقد يفهم مثل هذا السلوك على أنه يشتمل على المظاهر البادية التى يمكن أن تلاحظ مباشرة كحركات الجسم أو تعبيرات الوجه والاحمرار خجلا والتقوعات اللفظية وأداء واجبات معينة (كما فى الاختبارات السيكولوجية) والاستجابات الدقيقة كالتغيرات فى ضغط الدم وضربات

القلب وسلوك البشرة وكيمياء الدم ومن ثم يشمل التعب في التعبيرات اللفظية (أنا أشعر بالتعب ... إلخ) ونقصان معدل الجودة في أداء الواجبات التأثير، التغيرات الفسيولوجية وثمة عمليات مؤثرة وانفعالية تكون مصحوبة بتغيرات في المقاومة الظاهرية كما تقيسها كشافات الكذب، والمهارة، والقيم التي يتمسك بها فرد من الأفراد تعبر عن نفسها بالطريقة التي يستجيبها عند تعرضه لاختبارات معينة، والمعتقدات تعبر عن نفسها في التعبيرات اللفظية التي قد تصدر عنه وأيضاً في الطريقة التي يعمل بها. وعلى سبيل المثال إن اعتقاد شائع هو أن الطريق مغلق قد يعبر عن نفسه في دوراته وانعطافاته. وتستخدم الأنواع المميزة من السلوك الصريح (الملاحظ عيانا) والتي تتجلى في مواقف الاستجابة للتنبيهات أو الاختبارات لموضوع من الموضوعات في حالة سيكولوجية معينة أدمغ خاصية سيكولوجية كمحكات اجرائية لاثبات الحالة أو الخاصية السيكولوجية موضع البحث على نطاق واسع . فبالنسبة للذكاء أو الاستعطاف قد يكون الموقف الاختباري في عرض الموضوع باستخبارات مناسبة وتكون الاستجابات في الاجابات التي تترتب على الموضوع . وتبدو دافعية الجوع لدى حيوان من الحيوانات في ملامح سلوكية كافراز اللعاب وقوة الصدمة الكهربية التي يأخذها الحيوان للوصول إلى الطعام أو كمية الطعام التي يستهلكها . وإلى المدى الذي يبلغه وصف التنبيهات والاستجابات بلغة المصطلحات البيولوجية والفزيوكيميائية يمكن أن يقال إن المحكات الناتجة تقدم التعيين المباشر لمعاني التعبيرات السيكولوجية بلغة المفردات البيولوجية والكيميائية والفزيائية . وعلى الرغم من أنه غالبا ما يشار إليها كتعريفات إجرائية إلا أنها لاتعدو بالفعل الشروط الضرورية الكافية

للمصطلحات السيكولوجية. الموقف المطلق مشابه لذلك الموقف الذى صادفناه فى تناولنا لعلاقة المصطلحات البيولوجية بمفردات الفزياء والكيمياء .

إن المدرسة السلوكية من مدارس الفكر ذات التأثير فى علم النفس. تلك المدرسة التى لها فى كل صورها المختلفة توجيه رئيسى أساس تسعى لرد مجال القول بصدد الظواهر السيكولوجية إلى مجال القول بصدد الظواهر السلوكية . تتمسك إحدى المدارس السلوكية المهتمة بتأمين القابلية الموضوعية لاختبار الفروض والنظريات السيكولوجية بأن المصطلحات السيكولوجية لا بد وأن تكون لها محكات للتطبيق موضوعة بدقة المصطلحات السلوكية ومحددة تحديداً واضحاً. ولا بد للفروض والنظريات السيكولوجية من لزومات اختبارية تتعلق بالسلوك الذى يلاحظ على وجه العموم . وترفض هذه المدرسة من مدارس الفكر كل اعتماد على مناهج مثل الاستبطان الذى يمكن استخدامه بواسطة الفرد ذاته فى استكشاف ظاهرى لحالته العقلى ولاتقبل كمعطيات سيكولوجية أيا من الظواهر السيكولوجية الخاصة كالاحساسات والآلام والآمال والمخاوف. تلك التى يقال إن المناهج الاستبطانية تقوم بالكشف عنها وبينما يتفق السلوكيون فى إصرارهم على المحكات السلوكية الموضوعية للخصائص والحالات والأحداث السيكولوجية يختلفون فى مسألة ما اذا كانت الظواهر السيكولوجية متميزة عن الظواهر السيكولوجية المناظرة لها أولم تكن . تلك الظواهر الشديدة الخفاء والتعقيد غالبا وما إذا كانت الأخيرة تجليا لها فحسب. وكذلك ما إذا كانت للظواهر السيكولوجية متفقة بمعنى من المعانى الواضحة مع خواص ، حالات ، حادثات سلوكية معقدة . وتتمسك المدرسة السلوكية الحديثة ذات التأثير فى التحاليل التفاضلى للمفاهيم السيكولوجية

بأن المصطلحات السيكولوجية وإن كانت تشير عيانا إلى حالات وعمليات عقلية إلا أنها تستخدم كوسيلة للكلام عن مظاهر سلوكية متشابكة بوجه خاص عن ميول أو استعدادات السلوك بطرائق مميزة فى مواقف معينة وتأسيسا على ذلك إن قولنا عن شخص أنه ذكى هو قولنا إنه يميل لأن يعمل أو أن لديه استعدادا للعمل بشكل متميز أى بطريقة نصفها عادة بأنها تصرف ذكى فى كل الظروف . وقولنا ان شخصا ما يتكلم الروسية لا يعنى بالطبع أنه ينطق التعبيرات الروسية دوما وتكه قادر على نوع معين من السلوك يبدو فى مواقف معينة وأن ذلك يعتبر بوجه عام مميزا للشخص الذى يفهم ويتكلم الروسية .

الاعتقاد بأن قيمنا مدينة موقعـــة بالموسيقى ، أمينة ، عميلة ، ترى أشياء معينة ولها مطالب خاصة لا يحول دون النظر إليها بطريقة واحدة والتصرف على هذا النحو .

تلك المدرسة السلوكية بهذه الصورة تحسم الظهور الخير لمشكلة العلاقة بين العقل والجسم . فليس ثمة مبرر للبحث عن الشيح فى الماكينة[1] لأن الكائنات والعمليات العقلية تتجاوز الواجهة التوزائية .

لنتناول مماثلة من المماثلات . نقول عن الساعة التى تضبط الوقت جيداً انها على درجة عالية من الدقة نسبة الدقة العالية للساعة تماثل قولنا انهما

---

(١) هذه العبارة صاغها جيلبرت رايل فى كتابه المعنى « مفهوم العقل » الذى يقدم بالتفصيل مفهوما للظواهر السيكولوجية والنظريات السيكولوجية التى هى سلوكية بالمعنى الذى ذكرناه باختصار لندن هاتشنسون ١٩٤٩ .

تميل لضبط الوقت جيداً . وبذلك لا معنى للسؤال عن الطريقة التي بها تؤثر تلك القوة اللامادية الدقة على ميكانيكية الساعة ولا معنى للسؤال عما يحدث للدقة عندما تتوقف الساعة عن سيرها . وبناءا على هذه الصورة من صور المدرسة السلوكية لا معنى للسؤال عن كيفية تأثير الحوادث أو الخصائص العقلية على سلوك الكائن العضوى . هذا المفهوم الذى أسهم فى توضيح دور المفاهيم السيكولوجية من الخلق أنه ردى فى مضماره . أنه يعرض التصورات فى علم النفس على أنها تقدم طريقة للكلام عن الأنماط الخفية للسلوك فعالة ومناسبة ، إلا أن البراهين المؤيدة لا تقرر أن كل التصورات فى علم النفس تقبل التعريف بلغة التصورات غير السيكولوجية من النوع المطلوب لوصف السلوك الصريح والاستعدادات السلوكية وهذا على الأقل لسببين :

أولاً : من المشكوك فيه أن الأنواع المختلفة من المواقف التى يستطيع فيها شخص ما أن يتصرف بذكاء (على سبيل المثال) والأنواع الخاصة من التصرف والتى توصف بالذكاء ، تلـــك المواقف يمكن حصرها فى تعريفات صريحة واضحة تماما . وثانيا : يبدو أن الظروف التى فى ظلها يمكن للذكاء أو الشجاعة أو الضغينة أن تبدو فى السلوك الحيانى لا يمكن أن تتقرر بدرجة كافية بلغة المصطلح السلوكى الخالص الذى يتضمن مصطلحات بيولوجية كيميائية وفزيائية فضلا عن مصطلحات غير فنية من تعبيرات لغتنا اليومية كهز الرأس ، أو بسط اليد ، المجادل ، العبوس ، الضحك . يبدو أن للمصطلحات السيكولوجية مقابلة كذلك لقسم أنواع الأنماط السلوكية والاستعدادات والقدرات السلوكية التى من المفترض أن تشير إليها ألفاظ مثل ، متعب ، ذكى ، يعرف الروسية لأن مسألة ما إذا كان

السلوك المباني لشخص من الأشخاص في موقف معين يتصف بكونه ذكيا شجاعا ، متهورا ، كيسا ، فظا . لا تتوقف على ماذا تكون حقائق الموقف. بل على ما يعرف الشخص أو يعتقد بصدد الموقف الذي يجد نفسه فيه .

فالرجل الذي يسير بغير احتمال نحو دغل من الأدغال حيث يربض أسد جائع لا يتصرف بشجاعة إذا لم يعتقد ومن ثم لا يعرف أن هناك أسدا في الدغل وبالمثل ما اذا كان سلوك شخص في موقف معين يتصف بكونه سلوكا ذكيا يتوقف على ما يعتقده بصدد الموقف والأغراض التي يريد تحقيقها بتصرفه - ومن ثم يبدو أنه كي نسم أنماط السلوك الميول القدرات التي تشير إليها المصطلحات السيكولوجية لا نحتاج فحسب إلى معجم مفردات سلوكية ولكن لمصطلحات سيكولوجية أيضا . هذه المسألة لا تثبت بالطبع أن رد المصطلحات السيكولوجية إلى معجم المفردات السلوكية مستحيل ولكنها تذكرنا بأن إمكانية مثل هذا الرد لا يؤسسها نوع التحليل الذي تناولناه وثمة مبحث آخر من المباحث التي يظن أن علم النفس قد يرد إليها في نهاية الأمر هو علم وظائف الاعضاء وخاصة علم وظائف الجهاز العصبي ولكن مرة أخرى إن رد علم النفس إليها رد تام بالمعنى الذي حددناه قبلا ليس ببعيد عن النظر .

وتثار المسائل الخاصة بالقابلية للرد أيضا بصدد العلوم الاجتماعية وخاصة في ارتباطها مع المذهب الفردي المنهجي [1] الذي يبقي دعواه أن توصف وتحلل وتفسر كل الظواهر الاجتماعية بلغة مواقف الأشخاص الفردية

---

(١) ثمة مناقشة جليلة لهذا المذهب يمكن أن توجد في كتابه ارفستاجن «البنية العلم من ص ٥٣٥ — ٥٤٦ .

المتضمنة فيها . وبالاشارة إلى القوانين والنظريات المهتمة بالسلوك الفردى وصف موقف الشخص من الأشخاص لابد وأن يأخذ فى الاعتبار دوافعه ومعتقداته فضلا عن حالته النفسية والعوامل البيولوجية والسكوسيولوجية والفزيائية المتنوعة فى بيئته . وذلك قد ينظر المذهب الفردى المنهجى على أنه يتضمن قابلية القاعيم والقوانين الخاصة بالعلوم الاجتماعية (بمعنى واسع يتضمن علم النفس الجماعات ، نظرية السلوك الاقتصادى وما أشبه) إلى ثلاث القاعيم الخاصة بعلم النفس الفردى الأحياء ، الكيمياء ، الفزياء . والمشكلات التى تثيرها هذه الدعوى تقع خارج نطاق هذا الكتاب . إنها تنتمى لفلسفة العلوم الاجتماعية . وقد جاء ذكرها هنا ببساطة كمزيد من الايضاح لمشكلة القابلية للرد النظرى وكمثال للصعاب المنطقية والمنهجية الكثيرة بين العلوم الطبيعية والعلوم الاجتماعية .

قائمة المراجع

تتضمن القائمة الواردة بأسفل بعض الأعمال المختارة إلا أن معظمها يزود باضافات موسعة للتراث فى هذا المجال .

(أ) مختارات :

١ — دانتو وموريتيسر : فلسفة العلم — نيويورك — كتب مريديان سنة ١٩٦٠ .

٢ — فيجل وبرودبك : قراءات فى فلسفة العلم — نيويورك سنة ١٩٥٣

٣ — مادن : بنية الفكر العلمى — بوسطن — شركة هوتن مفلن سنة ١٩٦٠ .

٤ — فيتر : قراءات فى فلسفة العلم — نيويورك — أبتاء شارلز سكريبرز سنة ١٩٥٣ .

(ب) أعمال فردية :

٥ — كامبل : ما العلم — نيويورك — شذرات دوفر سنة ١٩٥٢ . رواية مختصرة للقوانين والنظريات والتفسير والقياس .

٦ — كارناب : الأسس الفلسفية للفيزيقا — طبعة مارتن جاردنر — نيويورك لندن — الكتب الأساسية سنة ١٩٦٦ .

مقدمة ممتازة تحيط بمدى واسع من الموضوعات

في فلسفة الفيزيقا لواحد من أشهر الفلاسفة وفلاسفة العلم المعاصرين .

٧ — كوز : فلسفة العلم — برنستون — شركة دى فان نورستاد سنة ١٩٦٥ مناقشة أولية للأوجه المنطقية والمنهجية والفلسفية للتنظير العلمى .

٨ — جرونبوم : المشكلات الفلسفية للمكان والزمان — نيويورك — الفرد نوف سنة١٩٦٣ — عمل أساسى دقيق ينصب على بنية المكان والزمان فى ضوء النظرية الرياضية والفيزيقية المعاصرة.

٩ — هانسون : أنماط الاكتشاف — كيمبردج — لندن — مطبعة الجامعة سنة ١٩٥٨ . دراسة مقترحة لأسس ووظائف النظريات العلمية بالإشارة إلى النظرية الكلاسيكية والمعاصرة للجزئيات .

١٠ — هيل : أوجه التفسير العلمى ومقالات أخرى فى فلسفة العلم — نيويورك — الطبعة الحرة سنة ١٩٦٥. يتضمن العديد من المقالات عن مفهوم التصور والتفسير فى العلوم الطبيعية والاجتماعية والتاريخ .

١١ — ناجل : بنية العلم — نيويورك — هاركورت بريس وارلد سنة ١٩٦١ . يقدم هذا العمل الرائع

بحثا مستفيضا وتحليلا وافيا لمدى واسع من المشكلات المنهجية والفلسفية المتعلقة بالقوانين وأسـاليب التفسير في العلوم الطبيعية والاجتماعية والتاريخ .

١٢ — بوبر : منطق الكشف العلمي — لندن هاتشنسون وشركاه نيويورك — الكتب الأساسية سنة ١٩٥٩ عمل رائع متميز يتناول على وجه الخصوص البنية المنطقية والاختبارية للنظريات العلمية بدرجة متقدمة إلى حد ما .

١٣ — ريشنباخ : فلسفة المكان والزمان — نيويورك — منشورات دوفر سنة ١٩٥٨ . استقصاء فني دقيق لطبيعة المكان والزمان في ضوء نظرية النسبية العامة والخاصة .

١٤ — شوفلر : تشريح البحث العلمي — نيويورك — الترد نوف سنة ١٩٦٣ . دراسة تحليلية متقدمة لتصورات التفسيرات ، البنية الأمبريقية ، التأييد .

١٥ — تولمن : فلسفة العلم — لندن — مكتبة جامعة هاتشنسون سنة ١٩٥٣ . كتاب أولي يتناول ما يختص بطبيعة القوانين والنظريات والحتمية العلمية .

(ه) أعمال هايزنبرج في العلوم الطبيعية :

المعرفة المحدودة بالعلم وتاريخه أمر مرغوب فيه لدراسة المشكلات في فلسفة العلم : مثل هذه المعرفة أمر لا يمكن الاستغناء عنه في الدراسات المتقدمة في هذا المجال الكتابان التاليان يتقدمان وصفا مختصرا للعلم الفيزيقي وليس مجرد تسميات مع التأكيد على الأفكار والمناهج الأساسية لتطورها التاريخي :

١٦ — هولتون وروار : أسس العلم الفيزيائي المعاصر — شركة أديسون ويزلي ماساشوستس سنة ١٩٥٨ .

١٧ — دوبرز : الفيزياء العقل الباحث — برنستون — مطبعة جامعة برانستون سنة ١٩٦٠ .

التعليق والنقد

يقدم المؤلف منذ البداية تصنيفا ثنائيا جديدا للعلوم مخالفا لذلك التصنيف الثلاثي المتعارف عليه (مجموعة العلوم الرياضية والطبيعية والانسانية) . يقسم العلوم إلى مجموعتين فحسب هما :

مجموعة العلوم الامبريقية ومجموعة العلوم اللامبريقية Empirical and Presumption يرى أن الفارق بين المجموعتين يعود إلى البيئة الامبريقية ـ تقديمها شرط ضروري في المجموعة الأولى . إذ هي الحك لقبولها أو رفضها . وليس الأمر كذلك في المجموعة الثانية يضم المؤلف في المجموعة الأولى العلوم الطبيعية والاجتماعية ويقصر المجموعة الثانية على المنطق والرياضة حيث لاتصبح ثمة حاجة لبيئة امبريقية . وكان للفارق بين علوم المجموعتين فارق بين علم تطبيقي وعلم تجريدي بحت .

إن الامبريقية [1] في الفهم الحديث مذهب في الفلسفة يقصر المعرفة على المدركات الحسية وحدها إذ العقل كاللوحة البيضاء والمدركات الحسية تطبع على هذه اللوحة ماتشاء ، المذهب قديم قدم الفلسفة . ولكنه عاد إلى الظهور عند جون لوك (١٧٠٤) [2] وجون ديوي (١٩٥٢) الامبريقية أيضا مذهب

---

(١) أحمد زكي : مواقف حاسمة في تاريخ العالم ص ٩٦ طبعة القاهرة بدون تاريخ .

(٢) Titus (Harold) : Living issues in philosophy p. 278 4th ed : Delhi 1968.

فالطب مؤداه أن يحسن الطبيب ملاحظة مايرى من ظواهر الصحة والمرض وأن يجمع كل مايستطيع عن ذلك . إن الطب لايمال بالتفكير النظرى . إن الطبيب الامبريقى هو الذى يأخذ الطب بالمشاهدة لا بالدراسة والتجربة . إن الامبريقية فى مقابـــل التجربة فهى تعنى مايكتسب من مشاهدات وملاحظات. أما التجريبية فهى التى تنظم عندما لامتحان شئ مايخرج من فروض العلم ونظريته . ولكن ماهو الفارق بين القضايا الامبريقية والقضايا التجريبية؟ إن العلاقة بين هذين [1] المعنيين هى علاقة العام بالخاص . فالقضايا الامبريقية أعم من القضايا التجريبية . القضايا التجريبية فئة من القضايا الامبريقية . كل قضية تجريبية هى قضية امبريقية وليس العكس صحيحا . إن القضية التجريبية هى القضية التى تشير التغيرات فيها إلى أشياء تشاهد مباشرة أو على نحو شبه مباشر . فقانون الانكسار مثلا قانون تجريبى لأنه يبحث عن علاقة ثابتة بين زاويتين معينتين هما زاويتا السقوط والانكسار يمكن قياس كل منهما قياسا مباشرا وكذلك الحال فى قانون بويل (١٦٩١) يبحث فى علاقة ثابتة بين حجم الغاز وضغطه ويمكن قياسهما على نحو مباشر. أما القضايا الامبريقية فليست بالضرورة كذلك . والمثال على ذلك قانون الجاذبية القائل بأن هناك قوة جاذبية بين أجزاء المادة تتوقف على كتلة هذه

---

(1) Jorgensen, Jorden. The development of logical empiricism. Chicago : u. of Chicago press 1951 (International Encyclopedia of unified Science Vol. II No. 9).

الأجزاء والمسافة الواقعة بينها . إن هذا القانون يحوى مفهوم الكتلة والمسافة والقوة. الكتلة والمسافة يمكن قياسها مباشرة. أما القوة فشيء لا يمكن أن نقيسه على نحو مباشر . إن هذه القضية الامبريقية تتصل بالتجربة على نحو غير مباشر . إنها لا تنفصل عن التجربة كلية فهي تقبل ضمن قضايا العلم بناء على اتفاقها مع التجربة . إن بالامكان استنباط قضايا تجريبية من قضايا امبريقية تتحقق من صدقها على نحو مباشر عن طريق التجربة إن[1] المؤلف يضع الاهداف الأساسية للبحث العلمي موضع الاعتبار ويناقش طرق تحقيق هذه الأهداف وكيف السبيل إلى تحصيل المعرفة العلمية وكيف يفسر العلم الوقائع الامبريقية . وفي هذا الصدد تلزم التفرقة بين مفهومي[2] مناهج البحث ونظرية المعرفة لاشتراكهما في مناقشة سبل تحصيل المعرفة وحدودها. البحث في المناهج يتخذ الطريقة التي يسلكها العلماء للسير في بحوثهم موضوعها له طرق البحث تختلف باختلاف موضوعات البحث أما نظرية المعرفة فتبحث في طبيعة المعرفة ومصادرها وحدودها ونقدها .

بعد هذه الاشارة يبدأ المؤلف[3] حديثه عن البحث العلمي بتحديد معنيين

---

(1) Hempel (carl) : philosophy of natural Science p. 2

(٢) هوى (بول) : المنطق وفلسفة العلوم ج ١ ص ٤٧ ، ترجمة القاهرة سنة ١٩٦٦ — الترجمة العربية

(3) Hempel (carl) : philosophy of natural Science p. 3

الاختراع والاختبار مستعينا بمثال من تاريخ العلم يأخذه من الدراسة التي أجراها الطبيب المجري اجناز سيملويز في مستشفى فيينا العام خلال السنوات التي امتدت من سنة ١٨٤٤ إلى سنة ١٨٤٨ لمرض التفاس .

لاحظ سيملويز أن النساء اللائي كن يضعن مواليدهن في القسم الأول يصبن بهذا المرض المميت. وقد تراوح معدل الوفاة بين ٢ر٨٪ ، ٨ر٦٪ ، ٤ر١٩٪ خلال سنوات البحث في حين أن معدل الوفاة لنفس السنوات في القسم الثاني تراوح بين ٣ر٢٪ ، ٢٪ ، ٧ر٢٪ .

يصف سيملويز في كتابه الذي ألفه أخيراً عن أسباب حمى النفاس وطرق الوقاية منها جهوده لحل هذه المشكلة التي استعصت على الحل لفترة طويلة . ذكر سيملويز أنه اختبر الظنون الشائعة عن فروق في الرعاية أو العدوى بين المرضى في القسمين ولم يجد ذلك صحيحاً . واختبر كذلك الرأي القائل بالتغيرات الجوية والتأثيرات الوبائية ولم تتضح صحته لعدم تفشي المرض خارج المستشفى ولأنه كان وقفاً على القسم الأول وحده دون القسم الثاني لم يدخر سيملويز جهداً في اختبار الظنون التي بدت معقولة أو غير معقولة في ذلك الحين . ومع ذلك ما كان يتأدى إلى نتائج سلبية . وفي سنة ١٨٤٧ حدثت حادثة عارضة قدمت الحل للمشكلة . فقد أصيب زميله كولتشكا بجرح غائر في إصبعه من مبضع طالب كان يجري عليه اختباراً تشريحياً ظهرت عليه أثناءه الأعراض المرضية التي لاحظها سيملويز في ضحايا حمى النفاس وبالفعل أدت المادة السامة التي أدخلها مبضع الطالب في مجرى دم

كوتشكا إلى وفاته . إن ضحايا حمى النفاس ماتوا بسبب هذا النوع من تسمم الدم . إن الأطباء وطلبة الطب كانوا يحملون هذه المادة السامة لاتقالهم من حجرة التشريح مباشرة إلى عنابر الولادة . إن التقاء على هذه المادة السامة يؤدى لا محالة إلى تقليل معدل الوفاة . وهذا ما حدث بالفعل . إذ أصدر أموراً إلى الهيئة الطبية يتضمن ضرورة غسل أيديهم بمحلول الجير المنقى بالكلور قبل القيام بفحوصهم الطبية . أسفر هذا الأمر عن نتائج إيجابية . إن اختبار الفرض من الفروض يكون أحياناً بإجراء مباشر وأحياناً بإجراء غير مباشر[1] إذا ما أظهرت التجربة بطلان اللزوم الاختبارى لزم إطراح الفرض . كذب النتيجة دليل على كذب إحدى المقدمات . وصدق النتيجة ليس دليلاً على صدق الفرض[2] . الكذب يصعد من النتائج الى المقدمات ، والصادق ينزل من المقدمات إلى النتائج . هذا المثال الذى ساقه المؤلف يكشف عن الارتباط القائم بين تاريخ العلم وفلسفة العلم فهذان النوعان من المسائل التاريخية والفلسفية مرتبطان أوثق الارتباط . وكثيراً ما نستشهد على صدق قضايانا المنطقية والفلسفية بأمور تاريخية . ويسوق المؤلف مثالاً آخر من تاريخ العلم كان معروفاً قبل جاليليو (١٦٤٢) إن الاضحكة السامة لا ترفع الماء لأكثر من ٣٤ قدماً لم ينجح جاليليو فى تقديم تفسير مقنع لهذه

---

(1) Hempel (carl) : philosophy of natural Sciences p. 10

(2) Popper (Karl) ; The open Society and its enemy p. 247 London Routledge 1945.

الظاهرة . من بعده حاول تلميذه تورشيلي[1] (١٦٤٧) ذلك التفسير الفرض أن الأرض محاطة ببحر من الهواء وأن الهواء يمارس ضغطا ع سطح البحر . لكي يتحقق تورشيلي من صحة هذا الفرض أجرى التجربة على عمود من الزئبق طوله أقل من $\frac{1}{2}$ ٣ قدماً (حيث أن كثافة الزئبق ق كثافة الماء ١٤ مرة تقريباً) مستخدما في ذلك البارومتر الزئبقي . وتحقق تورشيلي من صحة ما زعم وأيده بعد ذلك تجارب باسكال (١٦٦٢) وبريه (١٦٤٨). إن المشكلة من المشكلات تضعها في صورة فرض من الفروض تختبر صحته عن طريق التجريد. يشاءل المؤلف[2] عن كيفية التوصل إلى الفروض المناسبة كإجابات تجريبية . يناقش المؤلف في هذا الصدد طبيعة الاستدلال الاستقرائي والاستدلال الاستنباطي محاولا من خلال هذه المناقشة التوصل إلى إجابة لسؤاله يضعها في معنى واحد هو الاختراع. الاختراع في نظره وليد الخيال المبدع وإذا كانت مراحل البحث الاستقرائية:

١ — ملاحظة وتدوينا للوقائع . ٢ — تحليلا وتصنيفا للوقائع .

٣ — استخلاصا للتعميمات منها . ٤ — اختبارا للتعميمات .

فإن المؤلف يتساءل عن أنصب أجزاء المنهج العلمي أي دور الفرض في هذه المراحل الأربع .

---

(١) موى (بول) : المنطق وفلسفة العلوم ص ١٧٩

أحمد زكي : دراسات جامعة في تاريخ العلم ص ١١٧

(2) Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science p. 12

في المرحلة الأولى متلاحل يتطلب الأمر فرضاً موجهاً كافي جمع المعطيات الشاهدات والتجارب ، وإذا لم يكن الأمر كذلك فهل بالامكان جمع وقائع اللامتناهية العدد !

يرى المؤلف أن المطلوب هو جمع الوقائع المتماسية للإجابات التجريبية ن المشكلة موضع البحث . تلك الإجابات يصورها الباحث في صورة ن أو تخمين أو فرض . إن الباحث يحاول بعد ذلك التأكد من صدقه أو كذبه بالنظر في التجارب التي أجراها والتي يمكن أن يجريها بعد ذلك . ن هذا الفرض الذي يرد على ذهن الباحث قد لا يتصوره إلا بعد إجراء لتجارب وإن لم يكن ذلك ضرورياً في كل الأحوال .

إن ورود الفرض على ذهن الباحث بعد إجراء التجارب لا يعني أن تجربة سابقة على الفرض سبباً منطقياً أو معرفياً . فالتجارب التي أجراها باحث قبل تصور الفرض كانت قد أملاها عليه ووجهه في إملائها فرض سابق . إننا في أي مرحلة[1] من مراحل البحث العلمي يكون في أذهاننا رض يوجهنا في تجاربنا في هذه المرحلة . وهذا الفرض قد لا نصرح به قد لا نكون على وعي تام به ، ولكنه موجود دائما وأثره موجود دائما يا نقوم به من تجارب وليس معنى سبق الفرض أنه باق في أذهاننا إلى هاية البحث . فنحن نعدل هذه الفروض فواجبنا أن نعدلها في ضوء ما يستجد

---

(١) بوبر (كارل) : منطق المنهب العلمي ص ١٦٣ من الترجمة العربية طبعة الإسكندرية

من تجـــارب . ولـكن وجود للفروض أولا ضرورى كى نستطيع أن نصف هذه التجارب بصفة العلمية لأن التجارب التى لا توجهها فروض لا يصح أن نسميها تجارب علمية .

يصل المؤلف[1] إلى رأى يقول إن الانتقال من المعطى إلى النظرية يحتاج إلى خيال مبدع . فالفروض والنظريـات لا تستخلص من الوقـائع الملاحظة ولـكن تخترع لتفسيرها . وهذا الاختراع وليد العبقرية وخاصة إذا تضمن انفصالا جذريا من ضروب التفكير السائدة . والمثال على ذلك النظرية النسبية والنظرية الكمية . إن المكتشفات العلمية لم تكن وليدة قاعدة علمية ومثالنا على ذلك الصيغة الرياضية لبنية جزىء البنزين فالعالم الكيميائى كيكولية (١٨٩٥) وقوانين حركات الكواكب والأفلاك لكبلر. تحصيل الدرجة العلمية — فى نظر المؤلف — يتم عن طريق منهج الفروض كاجابات تجريبية لمشكلة قيد البحث ثم إخضاع هذه الفروض للاختبار كثيرا ما تونعم الفروض فى صورة قضايا شرطية (لزومية) تفيد اللزومات الاختبـــــارية لفرض من الفروض. إنه فى ظل فروض معينة تحدث نتائج معينة . إن إحداث تغير معين فى المتغير المستقل يتبعه لا محالة تغير فى المتغير التابع . الـكثير من الفروض العلمية يعبر عنه بألفاظ كمية وهنا يستخدم التجريب experimentation كمنهج للاكتشاف لتحديد الصورة الرياضية

---

(1) Hempel (Carl) Philosophy of natural Science p. 17.

الخاصة بتبعية المتغير التابع للمتغير المستقل . إن الاحتفاظ بإثبات العوامل المؤثرة على الظاهرة قيد البحث عدا واحدا منها يصبح ذا معنى في حالة استخدام التجريب منهجا للاكتشاف. يناقش المؤلف[1] العلاقة بين الفرض وقضاياه الازومية . من الممكن أن نستخلص من الفرض قضايا لزومية اختبارية . إن لدينا فرضا عاما وفرضا أقل عموما ، أي لدينا قضايا كلية وقضايا متوسطة وقضايا جزئية. عادة ما يبدأ اختبار[2] التحقق من الاتساق من قضاياه الجزئية. ومع ذلك صدق هذه القضايا ليس دليلا على صدق القضايا الكلية والمتوسطة التي يبدأ منها التحقق. أما صدق القضايا الكلية والمتوسطة فيؤدي حتما إلى صدق القضايا الجزئية وكذب القضايا الجزئية دليل على كذب القضايا الكلية والمتوسطة .

يتساءل المؤلف[3] عما إذا كانت هناك اختبارات حاسمة تفصل بين الفروض المتناقضة كما هو الحال في الفرضين : الموجي والجسيمي الخاصين بطبيعة الضوء ؟ يذكر المؤلف أن ثمة محاولات أجراها فوكيه (١٩٠٥) وليفارد (١٩٠٣) لاتخاذ قرار بين التصورين المتعارضين . ولكن التجربة الحاسمة لا يمكن أن تدحض أحد الفرضين وتبقي على الآخر . إنها قد ترجح أحد الفرضين باعتباره لا يفي بالمطلوب وقد تمد الآخر تأييداً بدرجة أكبر

---

(1) Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 19.

(٢) هوبر (كارل) : عقم المذهب التاريخي ص ١٦٠ .

(3) Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 22.

أو أقل . ونتيجة لذلك تمارس تأثيراً حاسماً على اتجاه التنظير والتجريب التاليين . وهكذا استقر في الأذهان أن التجربة الحاسمة مستحيلة في العلم . وإن كانت تجربة فوكيه وليبشارد حاسمة بدرجة أقل . هذا ما يراه العلم الحديث خلافاً لبيكون[1] الذي رأى أن الشاهد الفاصل نوع حاسم من التجريب يتيح لنا أن نختار بين فرضين لأننا قد تصورنا التجربة وأجريناها بحيث إذا صح أحد الفرضين أصبحت فيزيقا مختلفة عنها كل الاختلاف إذا صح الفرض الآخر بل تصبح مضادة لها .

إن الفرض المقبول علمياً هو ذلك الفرض الذي نستطيع أن نستدل على صدقه . والاستدلال على صدق الفرض من الفروض يكون عن طريق البيانات المستقلة التي تشهد بصدقه . أما الفرض الميتافيزيقي Adhochypothesis فهو ذلك الفرض الذي لم تقم عليه بينة مستقلة ولا تشهد بصدقه بينة مستقلة فهو فرض مصطنع يزيد من كمية معلوماتنا جاء ليخرجنا من إشكال معين وانظر على ذلك النتيجة السلبية لتجربة ميشلسون ومورلي (١٨٨١ـ ١٨٨٧) وهما العالمان الأمريكيان اللذان قاما بتجربة لتعيين سرعة جريان الأرض في الأثير بحساب مقدار ما تتأثر به سرعة الضوء من سرعة الأرض . أسفرت التجربة عن نتيجة قاطعة بأن سرعة الأرض ليس لها تأثير على سرعة الضوء خلافاً لما كان منتظراً من إجراء التجربة . وهنا حاول بعض العلماء إنقاذ

---

(١) جون (بول) : المنطق وفلسفة العلوم ص ١٨٧

فرض الأثير بمحاولة تفسير هذه النتيجة السلبية بأن الأجسام تنكمش في اتجاه حركة الأرض ومعنى هذا أن الجهاز المستخدم في التجربة هو الذي انكمش في اتجاه حركة الأرض وهو اتجاه أحد الشعاعين الضوئيين. وبسبب هذا الانكماش وصل الشعاعان الضوئيان في وقت واحد تقريبا . يعرف هذا الفرض باسم فرض فيتز جيرالد[1] . وقد اعترض عليه المنطقي الفرنسي هنري بوانكاريه (١٩١٢) بقوله إن هذا الفرض ليس لهما يؤيده غير النتيجة السلبية لتجربة ميشلسون ومورلي ولو لم تكن هذه النتيجة السلبية لما كانت بنا حاجة إلى القول بهذا الفرض . ومعنى هذا أن فرض الانكماش فرض عبثي جاء ليفسر ظاهرة أو واقعة بعينها وليس له ما يؤيده سواها . يقدم المؤلف[2] مثالا آخر من تاريخ العلم لفرض عبثي هو الفرض المساعد القائل بأن كره الطبيعة للفراغ يتناقص مع زيادة الارتفاع . وكذلك الفرض القائل بأن الزئبق في البارومتر كان قائما في مكانه بواسطة «الخيل السري» خيط غير مرئي يعلق بواسطته . هذان الفرضان جاءا لإنقاذ الفرض الأصلي القائل بأن الطبيعة تكره الفراغ . هذا الفرض عدده بيتة بيريه في تجربته التي أجراها أعلى جبل پاي دي دوم أي من ارتفاع ٤٨٠٠ قدم فوق سطح البحر .

يذكر المؤلف أنه ليس ممكنا أن نرسم خطا فاصلا بين الفروض

---

(١) هوى (پول) : المنطق وفلسفة العلوم ٢١٦

(2) Hempl (Carl) : Philosophy of natural Science P. 38.

والنظريات التي تقبل الاختبار وتلك التي لا تقبله . ولكن القوة التفسيرية للفروض والنظريات وما يترتب عليها من بيانات هي التي تفصل بين الفروض العلمية والفروض غير العلمية . إن المحتوى الامبريقي هام في الفرض العلمي إذ يجعله قابلا للاختبار من حيث المبدأ وبحيث تترتب لزومات اختبارية معينة. وذلك لأن الفرض يختبر عن طريق اللزومات الاختبارية عنه . إن النتائج إذا اتفقت مع الفرض لم تكن دليلا على صدقه . إنما تأييداً له بدرجة من الدرجات قد تزيد أو تنقص بزيادة الشواهد الإيجابية ونقصانها . ومع ذلك إن شاهداً معارضا واحدا يكذب الفرض أو النظرية . إن تأييد الفرض لا يعتمد على كم البينة فحسب بل على تنوعها: كلما كان التنوع أعظم كلما كان التأييد أكبر . ولذلك تكرار التجربة يفيد في درجات التأييد . إن تنوع البينة يساعد على إيجاد الشاهد المعارض وقابلية النظرية للتكذيب هي التي تمنحها صفة العلمية . إننا في الاختبار[1] العلمي نحاول دائما تحقيق الظروف التي يمكن أن تكذب فيها النظرية . أي أن أتباع الاختبار تقوم بمحاولات صادقة لتكذيب النظرية المقترحة . وقد يبدو في هذا ما يخالف طبيعة العلم . إذ يقال أن غاية العلم هي تأييد النظريات . ولذلك يرى كارل بوبر أن محاولاتنا لتكذيب الفروض والنظريات لا تتفق مع الغاية التي يهدف إليها العلم . فنحن بواسطة التكذيب نحذف أي تعقيد القضايا الكاذبة

---

(١) بوبر (كارل) منطق المذهب التاريخي ص١٦٣

أى غير الصالحة ونسميها القضايا التى تثبت على محك الاختبار . وهذه وحدها التى ينبغى أن يهتم بها العلم .

يرى بوبر[1] أن القضايا العلمية لايجب وصفها بأنها القضايا التى يمكن تأييدها بل القضايا التى يمكن تكذيبها . وذلك لأن أية نظرية نختارها يمكن القول بأن التجربة تؤيدها على نحو من الأنحاء ولكن ليس هذا دليلا كافيا لاختيارها من النظريات العلمية . وذلك لأننـــا نستطيع أن نختيل نظريات تفسر كل ما يحدث أيا كان ما يحدث . ولكن النظرية التى تفسر كل شىء لاتفسر شيئا .

إن من المرغوب فيه بالنسبة للفروض العلمية أن تؤيدها بينات جديدة ووقائع لم تكن معروفة قبلا حتى ما نسميه البينات المستقلة . إن البينة دليل على صدق الفرض أو النظرية . والاستقلال يعنى استقلالا عن النظريات الجارية أو المعارف المتحصلة . وذلك كظاهرة المد الجزر بالنسبة لنظرية نيوتن فى الجاذبية إنها بينة مستقلة . إنهـــا الظاهرة التى تفسرها نظرية الجاذبية ولم تكن تقصد إلى تفسيرها ولم تفسرها نظريا جاليليو وكبلر فى سقوط الأجسام وحركات الكواكب والأجرام السماوية . وهذا مايجعل القوة التفسيرية لنظرية من النظريات الجديدة أكبر من القوة التفسيرية للنظريات السابقة .

---

(1) Popper (Karl) : The Logic of Scientific discovery P. 142.

إن التأييد لفرض من الفروض أو نظرية من النظريات قد لا يكون وقفا على قرائنه الاختبارية بل قد يستند على فروض ونظريات أكثر شمولا أي قوانها التفسيرية أكبر . وذلك كقانون سقوط الأجسام القائل بأن الجسم اذا سقط من أعلى دون أن يعوقه عائق لمدة ثانية واحدة فإنه يقطع مسافة قدرها ١٦ قدما وإذا سقط لمدة ٢ ثانية فانه يقطع مسافة قدرها ٦٤ قدما وإذا سقط لمدة ٣ ثوان فإنه يقطع مسافة قدرها ١٤٤ قدما

إن بنية هذا القانون ليست وقفا على اختبار المسافة التي يقطعها الجسم في فترة زمنية معينة لأنه لم تجر تجارب فوق سطح القمر وانما يتأيد القانون نظريا لأنه ينتج استنباطيا من قوانين نيوتن في الحركة والجاذبية. ولذلك يرى المؤلف[1] أن الفرض من الفروض إذا كان متفقا بنتائجه مع المعارف القائمة كان أفضل مما لو تعارض معها . وهذا لا يعني حماية النظريات المقبولة من الدحض إذا توافرت بينات مخالفة لها . فالعلم لا يهتم بالدفـــاع عن تصورات أثيرة ضد بينات مخالفة . إن الفرض المؤسس تأسيسا جيداً يطرح إذا توافرت لدينا بدائل أكثر اقناعا وإرضاءا . فالفرض الجيد حقا والذي يصمد في كل الأحوال حسب المثال .

يناقش المؤلف قضية هامة لم تزل قيد البحث هي قضية البساطة[2] في الفروض العلمية إن الفرض الأبسط عموما أكثر قبولا من بين فرضين متنافسين .

---

(1) Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 39.
(2) Ibid : Philosophy of natural Science P. 40.

ولكن ماذا نعني بالبساطة ؟ هل الفرض الأبسط هو الفرض ذو المحتوى الامبريقي الأكبر أو الأكثر قابلية للاختبار ؟

يرى كارل بوبر[1] أن القضايا البسيطة تخبرنا بقدر أكثر لأن محتواها الامبريقي أكبر ولأن قابليتها للاختبار أفضل . إن الفرض الأبسط هو الأكثر استعدادا للتكذيب .

لا يوافق المؤلف[2] على هذا الرأي ويرى أن المحتوى الأكبر ليس بالتأكيد مرتبطا بالبساطة الأكثر. إن نظرية نيوتن في الجاذبية قد ينظر إليها على أنها أبسط من مجموعتين للقوانين التي لا علاقة لها بالنطاق المحدود الذي تتضمنه النظرية . ليس ميسورا تقرير محكات واضحة للبساطة تبرر الأفضلية المعطاة للفروض الأبسط .

لقد شغلت هذه المسألة فكر المناطقة والفلاسفة في السنوات الأخيرة وتم احراز بعض النتائج ولكن لم يتم التوصل بعد إلى قرار حاسم. ومع ذلك من الملاحظ أن بعض الفروض تحوز الاجماع على أنها الأكثر بساطة . إن مسألة تبرير البساطة مسألة معقدة . إذ ما الذي يدعونا إلى اتباع مبدأ البساطة ولماذا يكون الفرض الأبسط أكثر قبولا عما عداه ؟

إن العلم[3] يتجه نحو التبسيط أي نحو ضم النظريات بعضها إلى بعض في

---

(1) Popper (Karl) : The logic of Scientific discovery P. 142.
(2) Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 44.
(3) Titus (Harold) : Living issues in Philosophy P. 89.

عدد أقل فأقل من النظريات . وفى هذا الاتجاه تبسيط وتعميم فى نفس الوقت . فقد توصل ماكسويل (١٨٧٩) إلى نظرية موحدة تفسر ظواهر الضوء والكهرباء والمغناطيسية . وكان أينشتين يأمل فى العثور على نظرية تجمع بين نظرية ماكسويل من ناحية ونظريته النسبية من ناحية أخرى وأطلق على هذه النظرية اسم المجال الموحد . وقد قام اينشتين بمحاولات فى هذا المجال لم تكن موفقة فى أول الأمر ثم نشرت له بعد وفاته محاولات مازالت موضع نظر العلماء .

يتساءل المؤلف[1] عما إذا كان ممكنا التعبير عن الثقة فى فرض من الفروض بلغة كمية ؟

يجيب المؤلف[2] بأن النتائج التى تفضى إليها الفروض غالبا ما يعبر عنها بصيغة احتمالية . ولكن هل التصور الكمى يبقى بالمبادىء الأساسية لنظرية الاحتمالات ؟ إن الثقة فى الفرض قد تكون معددا حقيقيا ليس بأقل من الصفر ولا أكثر من الواحد ، وما بينهما احتمال من الاحتمالات . إن احتمالية الفرض بالنسبة إلى المعلومات المتاحة يمكن التعبير عنها كميـــا بلغة الاحتمال .

إن الغاية من وضع الفروض هى تفسير ظواهر العالم الفيزيقى للتحكم فى سيرها فى الحاضر والتنبؤ بوقوعها فى المستقبل . ولذلك كثيرا ما نجد فى

---

(1) Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 44.

(2) Ibid : Philosophy of natural Science P. 45.

العلوم الطبيعية تساؤلات بكيف ولماذا كيف حدث الحادثة ولماذا كانت على هذا النحو . اذن التفسير غايته أن يشرح كيفية ولماذا حدثت أشياء معينة . يحتوى التفسير[1] على نوعين من القضايا أى يتركب من مجموعتين من القضايا المجموعة الأولى تتألف من قضايا كلية والثانية من قضايا مخصوصة تسمى الشروط الأولية . ومن هاتين المجموعتين من القضايا تستنتج قضية مخصوصة تسميها النتيجة . فاذا رمزنا للقضايا الكلية بالرمز « ك » وللقضايا المخصوصة بالرمز « ش » وللنتيجة بالرمز « ن » كانت صورة التفسير العلمى الذى يبين علة الحادث الذى نسأل عنه هى « ك ش ن »

فى هذه الحالة تسمى « ن » موضوع التفسير أى الشىء الذى نطلب تفسيره explicandum أى الشىء المفسر ويقابلها كلمة explicans أى الشىء المفسر اذا كانت القضية المخصوصة « ن » تصف حادثا معلوما نطلب تفسيره فمعنى ذلك أننا نطلب معرفة القضايا « ك » أو القضايا « ش » أو القضايا « ك ش » معا . إن التفسير من التفسيرات يمكن النظر إليه باعتباره برهانا استنباطيا نتيجته القضية المفسرة ومقدماته القضايا المفسرة . إننا فى حالة التفسير نسلم بالنتيجة ونطلب قضايا المقدمات . إننا قد ينبغى أن نكتشف نظرية جديدة أى مجموعة من القوانين للقضايا الكلية . إن التفسير يتطلب الوفاء بأمرين هما : قابلية الفرض للتفسير وقابليته للاختبار .

---

(١) بوبر (كارل) : هم للتعب التاريخى ص ١٦١

يرى المؤلف[1] أن القوانين عادة ما تصاغ في صورة قضايا كلية ولكن ذلك لا يعني أن القضايا الكلية يمكن النظر إليها بوصفها قوانين . فكثيرا ما توضع التعميمات العرضية في صورة القضايا الكلية ومع ذلك ليست قوانين بأي حال من الأحوال .

والسؤال[2] الآن ما الذي يميز القوانين الأساسية من التعميمات العرضية

يذكر المؤلف[3] أن الجدال مازال دائرا بخصوص هذه القضية. ومع ذلك يستخدم القانون كأساس لتفسير من التفسيرات حيث لا يمكن أن يستخدم التعميم العرضي . ويستخدم القانون كذلك لتأييد القضايا الشرطية المخالفة للواقع بصرف النظر عن إمكانية حدوثها . وليس التعميم كذلك .

يرى المؤلف[4] أن القوانين ليست جميعها استنباطية بقينية كما هو الحال في العلوم الرياضية. فهناك أيضا القوانين الاحتمالية حيث لا تتضمن القضايا المفسرة explicans القضايا المفسرة explicandum. فمن الممكن أن تكون القضايا الأولى صادقة والقضايا الأخيرة كاذبة. إن القضايا الأولى تتضمن القضايا الأخيرة بيقين عملي أو باحتمالية عالية خلافا للقوانين الاستنباطية حيث تتضمن المقدمات النتائج . صدق الأولى يؤدي إلى صدق الأخير حتما .

---

(1) Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 54.
(2) Rudner (Richard) : Philosophy of Social Science p. 52.
(3) Ibid : Philosophy of Social Science p. 54.
(4) Hempel (Carl) Philosophy of natural Science P. 59

الاحتمال المنطقي هو علاقة منطقية كمية بين قضايا معينة . إن البينة هي التي تجعل الفرض مؤيدا أو محتملا أما الاحتمال الاحصائي فهو علاقة كمية بين أنواع معينة من المفردات . ثمة نوع من الحاصل النتائج ونوع معين من التجربة العشوائية يمثل التكرار النسبي الذي يميل النتيجة إلى الحدوث في حالة تكرار التجربة ما للتصورين من خصائص مشتركة هو خصائصهما الرياضية . فكلاهما يستوفي البادىء الأساسية لنظرية الاحتمالات الرياضية حيث القيم العددية لكلا الاحتمالين مداها من الصفر إلى الواحد وحيث احتمال حدوث نتيجة من النتائج هو مجموعة الاحتمالات المتجيبة مأخوذة على افرادها . إن النتيجة تتوقع عن طريق التكرار النسبي كما تكرر إجراء التجربة . يمكن اختبار الفروض العلمية في صورة القضايا الاحتمالية بفحص التكرارات النسبية العلوية المدى للنتائج التي تعنى بها . تأييد هذه الفروض يمكن في الاتفاق بين الاحتمال الفرضي والتكرار الملاحظ . إن الفرض الاحتمالي لا يتضمن أية لزومات اختيارية ولذلك القرب من النتيجة الافتراضية لا يؤيد الفرض ولا البعد عنهـــا يبطله . ومع ذلك تزداد درجة الاحتمال الاختيارية وتقل بزيادة عدد الشواهد وقلتها . إن الفروض الاحتمالية تقبل وترفض على أساس البينة الاحصائية وحدها ومع ذلك يلزم تحديد

(١) انحرافات التكرارات الملاحظة عن الاحتمال الذي يقرره الفرض . تلك الانحرافات يمكن أن تتخذ أساسا لرفض الفرض

(ب) مدى الاتفاق بين التكرارات الملاحظة والاحتمال الافتراضي يمكن أن يتخذ أساسا لقبول الفرض. ومع ذلك ليس ميسورا تحديد هذين المطلبين على وجه الدقة لأن ذلك يتوقف على سياق البحث والأهداف المنشودة منه. فاطراح الفرض بالرغم من كونه صادقا وقبوله بالرغم من كونه كاذبا يؤدى إلى نتائج بالغة الأهمية من الناحية العملية.

يقدم المؤلف[1] مثالا لذلك معمل جيد لتعليم الأطفال. يترتب على طراح الفرض رغم كونه صادقا انلاف المعمل أو تعديله أو التوقف عن الاستمرار فى تصنيعه.

ثمة مشكلات معقدة فى ذلك السياق يتناولها الرياضيون فى نظرياتهم الاحصائية والرياضية التى تمت فى السنوات الأخيرة كنظرية الاختيارات والقرارات الاحصائية على أساس النظرية الرياضية للاحتمالات والاحصاءات.

لا يرى المؤلف[2] فارقا بين القوانين الاستنباطية والقوانين الاحتمالية من حيث قوتها التفسيرية والتنبؤية فالاثنان يتضمنان قضايا شرطية افتراضية مخالفة للواقع. الأولى تقوم بعمل تصنيف استنباطى تحت قوانين ذات صورة كلية والأخيرة تقوم بعمل تصنيف استقرائى تحت قوانين ذات صورة احتمالية

---

(1) Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science p. 76

(2) Ibid : Philosophy of natural Science P. 70.

لا يجد المؤلف[1] فارقا بين القوانين والنظريات فالنظريات تقدم عندما تكشف دراسة مجموعة من الظواهر عن نسق من الاطرادات يمكن التعبير عنها فى صورة قوانين امبريقية - إن العلاقات بين الظواهر هى التى نسميها قوانين أو نظريات . إن تفسير الاطراد من الاطرادات هو فهم للظاهرة موضع البحث . إن الظاهرة من الظواهر تحكمها قوانين بواسطتها تفسر النظرية الاطراد القائم أو تتنبأ باطراد جديد . ولا يختلف التفسير[2] عن التنبؤ إذا الصورة المنطقية لكليهما تكاد تكون واحدة . والاختلاف الوحيد بينهما هو اختلاف موقفنا نحن من هـــذه الصورة المنطقية فالتنبؤ ربط الأسباب بمسبباتها فى المستقبل بناءاً على ارتباطها فى الماضى . ومعناه أن يحدد الباحث حدوث الظاهرة فى المستقبل فى تأكد وثقة طبقاً لحدوثها فى الماضى . إن التنبؤ العلمى يحتوى على نفس المقدمات التى يتكون منها التفسير . إننا فى حالة التنبؤ نطبق نظرية علمية معلومة لنا من قبل . إننا فى حالة التنبؤ نفترض الفضايا « ك » ثم نحقق بالفعل القضايا « ش » كى نتبين ما إذا كانت النتيجة التى نتنبأ بها مطابقة للنتيجة المتحققة بالفعل. يقدم المؤلف نماذج ممثلة من الفيزيقا النظرى والكوزمولوجى لبناء الكون ونظرية نيوتن وهايجنز فى طبيعة الضوء .

إن صياغة النظرية من النظريات تتطلب ما نسميه المبادىء الداخلية

---

(١) Hitti (Carl) : Philosophy of natural Suiense P. 71.

(٢) هيتى (كارل) علم المذهب الطبيعى ص ٦٣ من الترجمة العربية طبعة الإسكندرية

والمبادىء الحدودية[1] . فالمبادىء الداخلية هى مجموعة القوانين والمبادىء النظرية التى تستعين بها النظرية . والمبادىء الحدودية تكشف عن الروابط بين الظاهرة من الظواهر والقوانين التى تحكم سيرها فى الحاضر وتنبأ به فى المستقبل . المثال على ذلك قانون جراهام لانتشار الغازات .

تتضمن المبادىء النظرية السمة العشوائية للحركات الجزيئية والقوانين الداخلية التى تحكمها وتتضمن المبادىء الحدودية الفرض القائل بأن معدل الانتشار — وهو خاصية لغاز ميكروسكوبية منظورة — تتناسب مع متوسط سرعة الجزيئات . وكذلك قانون بويل للعلاقة بين حجم الغاز وضغطه يتضمن نفس المبادىء النظرية الحدودية .

إن المبادىء الحدودية[2] تربط أحيانا بين ماهو مفترض نظريا وما يمكن ملاحظته أو قياسه بدرجة مباشرة . وليس الأمر كذلك فى كل الأحوال . والمثال على ذلك نموذج بوهر (١٩٦١) لذرة الأيدروجين المؤلفة من نواة موجبة وألكترون من حولها فى سلسلة من المدارات المتكنة يربط هذا الانموذج بين الافتراضات النظرية والأطوال الموجية التى لا يمكن قياسها على نحو مباشر . إن المبادىء الحدودية هى التى تحدد للنظريات قوتها التفسيرية وقابليتها للاختبار وهما المطلبان اللذان يستوفيهما تفسير أية ظاهرة من الظواهر .

---

(1) Hempel (Carl): Philosophy of natural Science P. 72.
(2) Ibid : Philosophy of Social Science p. 72.

إن المبادىء الحدودية تساعد على الانتقال من مصطلحات مفترضة قبلا إلى مصطلحات قائمة فعلا وبذلك تتوفر للمبادىء الداخلية القضايا اللزومية التي تختبر وبذلك يستوفى مطلب القابلية للاختبار .

إن النظرية الجيدة[1] في مجال البحث العلمي هي التي تقدم تفسيرا متسقا لظواهر متباينة وتقدم الاطرادات الامبريقية المختلفة كتجليات لمجموعة واحدة مشتركة من القوانين الأساسية . وذلك ما فعله نظرية نيوتن في الجاذبية ونظرية أينشتين في النسبية .

عادة ما تبين النظرية من النظريات أن مجال التطبيق محدود . فالنظرية النيوتونية تكشف عن أن قوانين كبلر لحركات الكواكب تصدق على نحو تقريبي . إن القانون[2] الأول من قوانين كبلر القائل بأن فلك كل سيار قطع ناقص الشمس في إحدى بؤرتيه . إن هذا القانون يقول بأن الكواكب السيارة تتحرك في مدارات إهليلجية . فهل يمكن التسليم بهذا القانون إذا كما نقبل النظرية النيوتونية ؟ الجواب على ذلك يجب أن يكون بالسلب وذلك أن نظرية نيوتن تقضي بوجود تجاذب لا بين الكواكب السيارة التي يتحتم أن تسير في مدارات إهليلجية بتأثير انجذابها نحو الشمس، ولكن بين الكواكب بعضها والبعض مما يؤدي إلى خروج الكواكب

---

(1) Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 75.

(٢) هوى (بول) : المنطق وفلسفة العلوم ص ٢٠٠

السيارة أحيانا عن مدارها الإهليلجي شيئاً ما ثم تعود إليه . ومثل هذا الخروج على قوانين كبلر هو ما يعرف في علم الفلك باسم الاضطرابات .

إذن من وجهة النظر النيوتونية لا يمكن القول بأن قوانين كبلر صادقة على وجه الدقة ومعنى ذلك أن هنالك تناقضا بالمعنى الدقيق بين نظرية نيوتن ونظرية كبلر (١٦٣٠) ومثل هذا يصدق على العلاقة بين قوانين جاليليو وكبلر ونيوتن[1] . وكذلك توجد هذه العلاقة عينها بين نظرية نيوتن ونظرية أينشتين .

إن المعادلات الرياضية التي نخرج بها من نظرية أينشتين تختلف عن المعادلات الرياضية التي نخرج بها من نظرية نيوتن . ومعنى هذا أن هنالك تناقضا بين نظريتي نيوتن وأينشتين . إن الفارق بين النظريتين ليس فارقا كبيراً . إنما هو فارق بسيط قد يعذر الكشف عنه تجريبيـــاً في بعض الحالات . فمثلا الفارق بين نظريتي أينشتين ونيوتن لا يتبين إلا إذا كانت تجاربنا تتعلق بأشياء تقترب سرعتها من سرعة الضوء . أما في حالة السرعات الصغيرة لا نستطيع أن نكشف بواسطة التجربة عن الفارق بين وجهتي النظر ومعنى هذا أننا من الناحية العملية نستطيع تطبيق نظرية من النظريات السابقة في بعض الحالات . ولكن من الناحية المنطقية[2] لا بد من القول

---

(١) بودن (بول) : الأطلق وفلسفة العلوم ص ٣٠٠

(٢) بوبر (كارل) : بؤس المذهب التاريخي ص ١٦١

بوجود تناقض لا مخرج لنا منه . إن وجود هذا الفارق بين نظرية سابقة ونظرية لاحقة يعتبر بينة مستقلة على صدق النظرية اللاحقة .

يرى المؤلف[1] أنه لا يكفي أن يقف التفسير عند حد الملاحظ . بل ينبغي أن يتجاوزه إلى ما لا يلاحظ . وهذا ما فعلته العلوم الطبيعية إذ لم تقف عند حد الظواهر الاميريقية المألوفة بل تجاوزتها إلى ما يكمن وراءها وخلفها من بنيات وقوى وعمليات كامنة باعتبار أنها المكونات الحقيقية للعالم تلك التي ينبغي تفسيرها . يذكر المؤلف أن بعض العلماء والفلاسفة أنكروا وجود الكيانات المفترضة واعتبروها مجرد خيالات مخترعة ببراعة كافية لتقديم تفسيرات وتنبؤات مريحة بسيطة من الناحية الصورية لما هو ملاحظ ومشاهد .

يعرض المؤلف[2] لوجهة نظر المفكرين في قولهم إن النظرية الجديدة تحتاج إلى تصورات جديدة معرفة تعريفا واضحا . وهذا أمر يصعب بلوغه في كثير من الأحيان . إن المبادىء لمثل هذه النظرية ليست قضايا تترتب عليها نتائج اختبارية ومن ثم ليست صادقة أو كاذبة ولذلك كثيرا ما تليأ مثل هذه النظريات إلى جهاز رمزي لصياغة الاستدلالات واستنتاج النتائج التي كثيرا ما تكون رمزية هي الأخرى . ولكن إذا لم يتوفر التعريف التام لمعاني المصطلحات هل يكفي التحديد الجزئي للمعنى ؟

---

(1) Hempl (Carl) : Philosophy of natural Science P. 80.

(2) Hempel (carl) : philosophy of natural Science p. 81

في نطاق هذه الحدود يمكن استخدام المصطلح بشكل دقيق وموضوعي وبذلك لا يصبح الافتقار إلى التعريفات التامة مبرراً لتصور الكيانات المفترضة . وكذلك عندما تقوم نظريتان متنافستان بتفسير فئة من الظواهر يلزم أن نسلم بوجود الكيانات المفترضة في النظرية المقابلة إذا سلمنا بوجودها في إحداهما وإن لم يصرح منطوق النظرية بذلك . وذلك كالنظرية الجسيمية لنيوتن والموجية للايجنز . إذا كانت إحداهما تسلم بوجود الأثير وهو ما لا يمكن ملاحظته أو قياسه لزم التسليم بوجوده في النظرية الأخرى المقابلة . ومع ذلك إن للنظريتين البصريتين قضايا لزومية يمكن اختبارها بواسطتها إن تجربة حاسمة كتلك التي أجراها فوكيه وليتارد لم تؤد إلى طرح إحدى النظريتين والإبقاء على الأخرى .

يهدف البحث[1] العلمي إلى تقديم تفسير متسق ومنهجي للوقائع في خبرتنا الحسية ومن ثم لا بد وأن تشير افتراضاتها التفسيرية إلى كيانات لها على الأقل وقائع بالقوة . والفروض والنظريات التي تذهب إلى أبعد من ذلك أي إلى ما وراء خبرتنا لا تمثل وقائع العالم الفيزيقي .

يرى المؤلف[2] أن التسليم على هذا النحو يحصر نفسه في نطاق الواقع . وبذلك يصعب التوصل إلى قوانين تفسيرية عامة ودقيقة فتلك القوانين تصاغ كيما يلائم الكيانات المفترضة . ويمكن أن تختبر وتؤيد كفروض

(1) Ruader (Richard) : Philosophy of Social Science p. 68.
(2) Hempel (Carl) Philosophy of natural Science p. 82.

موضوعة لتفسير أشياء العالم الفيزيقي . إن من التعسف رفض الكيانات النظرية باعتبارها خيالية. إن تحديد طابع شيء من الأشياء يحتسب بما وراء الأشياء الملاحظة وعندئذ يكون من التعسف تجريد الأشياء من صفاتها . إنه يتعين علينا قبول أشياء تلاحظ ميكروسكوبيا . ولذلك قسمة الأشياء إلى فيزيائية وافعية وكيانات نظرية خيالية أمر متعسف إلى حد كبير .

يعرض المؤلف[1] لوجهة نظر قائلة بأن التفسيرات العلمية تزد غير المألوف من الظواهر إلى المألوف من القوانين والنظريات.وقد يكون ذلك صحيحا في بعض الأحيان وذلك كالمماثلات القائمة بين انتشار الموجات الصوتية وانتشار الموجات المائية. يرى المؤلف أن هذا الرأي يتضمن القول بأن المألوف من الظواهر ليس بحاجة إلى التفسير العلمي . وليس ذلك صحيحا . فالعلم يسعى لتفسير الظواهر المألوفة ولكن ذلك لا يعني أن العلم يهدف إلى عدم الاتفاق مع القوانين والنظريات المتعارف عليها. أصدق الأمثلة على ذلك النظرية النسبية لأينشتين ورد المألوف إليها ونظرية الكوانتم وإقلاعها عن التصور العلمي . ومع ذلك أحيانا مايرد المألوف إلى غير المألوف وأحيانا مايرد غير المألوف إلى المألوف . فهكذا التفسير العلمي دائما[2] .

يخصص المؤلف[3] فصلا من كتابه لصياغة التصورات . إن تحديد

---

(1) Ibid : Philosophy of natural Sciences d. 87.
(2) Rescher (Nicholas) : Philosophy of Social Sciences p. 47.
(3) Hempel (Carl) Philosophy of natural Sciences P. 85

للمصطلحات ومعانيها التي ترد لها يوليه المؤلف اهتمامه . وذلك لكي تصبح القضايا المستخدمة في نطاق البحث العلمي قابلة للتفسير والتنبؤ والإختبار . إن ثمة منهجا يتبع في تحديد المصطلحات ومعانيها . فالتعريف[1] الواحد يقدم لتحقيق غرض من الأغراض فقد يكون تقريرا أو وصفا للمعنى الجاري استخدامه . ومن ثم يقال لها التعريفات الواصفة أو المصورة descriptive or figurative وقد يكون تخصيصا لمعاني يضيفها عليها واضع التعريف وفي هذه الحالة فإما تكون المصطلحات او الرموز جديدة كل الجدة ولكنها جديدة في السياق الذي تقدم فيه ، ومن ثم يقال لها التعريفات الاصطلاحية Stipulative وأحيانا التعريفات الاسمية nominal أو اللفظية Verbal . تستخدم في مجال العلوم كاتفاقات أو مواضعات تعادل بين شيئين ربما كانا في الأصل غير متعادلين . التعريف الوصفي تعريف تحليلي يحدد مدى التطبيق أو للمصدق للمصطلح أكثر من تحديده لمعناه ومضمونه . فهو يجعل الذهن يدرك المعنى بواسطة انشاء يقوم به ابتداءا من عناصر معروفة قبلا . أما التعريف الاصطلاحي فهو مجرد اقتراح قد يقبل وقد يرفض ولذلك لايتصف بالصدق أو الكذب . إنما يتصف بكونه ملائما أو غير ملائم كما يرى هنري بوانكاريه . يحذر المؤلف من استخدام الدور في التعريف، فالتعريف الدائري هو الذي يظهر فيه المعرف definiendum في المعرف definiens . وبذلك لن يؤدي التعريف الغرض منه وهو شرح المعرف .

---

(1) Salmon W. , Logic p. 89.

يقسم المؤلف[1] المصطلحات المستخدمة فى النظريات العلمية إلى قسمين هما فئة المصطلحات المفترضة والمصطلحات المفترضة قبلا أى التعبية التفسيرية. ففى الرياضيات[2] مثلا تعين بوضوح فالحدود الأولية التى لاتقبل التعريف وتستخدم كأساس للتعريف أى تعريف ماعداها من الحدود داخل النسق الأكسيوماتى .

يشير المؤلف[3] فى هذا الصدد إلى التعريف المعجمى بقوله إن للعرف معنى سابقا على المعنى الذى يقدمه التعريف ولذلك يكون التعريف صادقا أو كاذبا تبعا لاتفاق التعريف مع هذا المعنى أو عدم اتفاقه . إن التعريف المعجمى يصدق أو يكذب بالنسبة للاستخدام الواقعى للفظة . فاذا استخدمت اللفظة بالمعنى المراد كانت صادقة وإلا كانت كاذبة

هناك نوع من التعريف يخصص له المؤلف[4] فصلا من فصول كتابه يسميه التعريف الاجرائى نسبة إلى المدرسة الاجرائية لمؤسسها برد جمان (١٩٦١) . إن الفكرة الرئيسية لهذه المدرسة تكمن فى أن معانى المصطلحات العلمية تتحدد بالاشارة إلى إجراءات اختبارية محددة تستخدم كمحك للاستخدام . إن التعريف الاجرائى لا يخرج عن كونه إجراءا معينا لتحديد

---

(1) Hempel (carl) : philosophy of natural Science p. 87

(2) Barker S. : Philosophy of mathematics p. 22.

(3) Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 88.

(4) Ibid : Philosophy of natural Science: P. 69.

القيمة العديدة لكلية معينة في حالة معينة . فهو أشبه بقواعد القياس .

تعبر المدرسة[1] الاجرائية على الحكمات الاجرائية تأمين قابلية الاختبار الموضوعية للقضايا العلمية وذلك بشترط اختبار هذه الحكمات اختباراً صحيحاً مما يجعل الفرض حقيقية قابلا للاختبار العلمي . فليس بالامكان ـ على سبيل المثال ـ اختبار الفرض القائل بأن الجذب الجاذبي يعزى إلى انجذاب طبيعي كامن لأنه لم تتوفر حكمات اجرائية لتصوير الانجذاب الطبيعي الكامن .

إن المدرسة الاجرائية كانت ذات أثر بالغ في العلوم الاجتماعية والذات في علم النفس حيث أمكن التحقق من كل تصور بالرجوع إلى التجربة كما حدث في اختبار رورشاخ لبقع الحبر وستانفورد بينه للذكاء حيث تتوقف نتائج الاختبارات على الاستجابات التي تبديها الموضوعات التي اختبرت .

إن نزعة الاجرائيين أنصار التحقيق التجريبي يمكن أن تعد تطوراً لنزعة الإمبريقية[2] التي تأخذ بأن كل معرفة لابد وأن يكون مصدرها الأصلي التجربة . ولكن مغالاة أنصار هذه النزعة أدت بهم إلى حجب الأوجه النظرية المنهجية للتصورات العلمية فالنظريات ترتبط بالتجارب بوجه عام ولكن لا يلزم أن يكون كل تصور تا بلا للتحقق التجريبي وأن يكون كل حكم قابلا للفحص . فالنظريات تصاغ في إطار نظري مجرد لا في إطار تجريبي

---

(1) Titus (Harold) : Living issues in Philosophy P. 266.

(2) Titus (Harold) Living issues in philosophy p. 270.

وبقدر ما يكون النظرية من نتائج وبقدر ما تتحقق بصددها التنبؤات لا يهمنا ما بداخلها من تصورات لا سبيل إلى اختبارها تجريبيا. وفي هذا الصدد يقول ايشتين[1] رداعلى برودجمان « لكي نستطيع النظر إلى سياق منطقي على أنه نظرية فيزيقية ليس من الضروري أن تكون جميع تصوراته خاضعة للتفسير والاختبار بطريقة تجريبية فالواقع أن هذا لم يحدث إطلاقا في أية نظرية ولا يمكن أبدا أن يحدث فاسكي يمكن في مستطاعنا النظر إلى نظرية على أنها فيزيقية يلزم أن تتضمن أو تشتمل على تأكيدات يمكن فحصها فحصا تجريبيا بوجه عام ».

يعتقد أنصار التحقيق التجريبي أن معاني المصطلحات العلمية تتحدد تحديدا تاما بتعريفاتها الاجرائية، اذ التصور في نظرهم مساو لاجراءاتهم. وبذلك يتحدد معنى المصطلح داخل نطاق العملية الاجرائية وحدها.

يرى المؤلف[2] أن أحد الأغراض الأساسية للعلم هو تحقيق التفسير الموحد المتسق لظواهر الامبريقية فالاتساق العلمي يتطلب إقامة علاقات بواسطة القوانين والنظريات بين الأوجه المختلفة لعالم الامبريقي، تلك الأوجه التي تتسم بالتصورات العلمية. تقوم تلك التصورات داخل سلسلة من العلاقات النسقية التي تصوغها القوانين والنظريات. إن البساطة بمعنى الاقتصاد في استخدام المصطلحات العلمية هو أحد السمات الهامة للنظرية العلمية الجيدة

---

(1) Tiles (Harold) : Living issues in Philosophy p. 327.

(2) Hempel (carl) : philosophy of natural Sciences p. 91

إن القاعدة الإجرائية تدعو إلى الاكثار من المصطلحات العلمية . والاعتبارات الخاصة بالمحتوى النسقي تعارض ذلك بشدة . فقد تؤسس القوانين والنظريات العلمية على المعطيات التي تحصل عليها بواسطة المحكات الاجرائية المتخذة أساسا ولكنها لن توافق تلك المعطيات . فالإعتبارات[1] الخاصة بالبساطة المنهجية (النسقية) تلعب دورها في اختيار الفروض العلمية . ومن ثم ينظر إلى القوانين والنظريات المقبولة على أساس المحكات الاجرائية وحدها على أنها تهتم فقط بالمحتوى الامبريقي . وليس هو المطلب الوحيد اذ للمحتوى النسقي مطلب آخر لا يقل عنه أهمية . فالتفسير الامبريقي للتصورات قد يتغير من أجل القوة النسقية لشبكة العلاقات النظرية التي تربط بين الظواهر والقوانين. إن القضية من القضايا ينظر إليها في السياق النسقي للفروض والنظريات حيث يراد لها أن تقوم بوظيفتها . أن نفحص اللزومات الاختبارية التي تنشأ في هذا الصدد وبذلك . نستطيع أن نميز الفروض ذات المعنى من تلك الفروض التي يقال إنها عديمة المعنى .

يرى المؤلف[2] أنه يتعين علينا أن نرفض الفكرة القائلة بأن المصطلح العلمي مرادف لمجموعة الاجراءات لأنه عادة ما تكون هناك محكات بديلة للتطبيق بالنسبة لمصطلح من المصطلحات وهذه المحكات قائمة على مجموعة من الإجراءات مختلفة . ولكي نفهم المعنى الذي يأخذه المصطلح ونستخدمه

---

(1) Hind : Philosophy of natural Science P. 93.

(2) Dempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 95.

استخداماً صحيحاً يتعين عليها أن تبين دوره المنهجي (النسقي) .

إن القضايا التفسيرية التي تزودنا بمحكات للتطبيق بالنسبة المصطلحات العلمية كثيراً ما تربط الوظيفة الاصطلاحية للتعريف بالوظيفة الوضعية للتسمية الاجرائية، فانه يصدر عن قضايا تلك المحكات أنه حيث تكون الاجراءات الاختبارية قابلة للتطبيق تنتج الاجراءات نفس النتائج .

إن المصطلحات الخاصة بنظرية من النظريات لا يمكن النظر إليها باعتبار أنها تتضمن عدداً محدوداً من المحكات الاجرائية أو القضايا التفسيرية . فالقضايا التفسيرية تحدد طرق اختيار القضايا التي تحوي المصطلح . تلك القضايا التي تنتج لزومات اختبارية أي قضايا تختبر . يرى المؤلف[1] أن اللزومات الاختبارية التي بواسطتها تختبر القضايا التي تتضمن المصطلحات الخاصة بنظرية من النظريات تحددها المبادىء الحدودية للنظرية. تلك المبادىء التي تربط بين النظرية والظواهر الامبريقية .

يناقش المؤلف[2] قضية رد علم البيولوجيا إلى علمي الفيزياء والكيمياء . تلك القضية التي يتبناها أصحاب المذهب الآلي . إنكار هذه الدعوى يشار إليه على أنه قضية الحكم الذاتي للبيولوجيا أي رد قضايا هذا العلم إلى تصورات ومبادىء العلم ذاته . فالمذهب الحيوي الجديد يؤكد سلطة البيان

---

(1) Ibid : Philosophy of natural Science p. 99.

(2) Ibid ; Philosophy of natural Science p. 101.

الذاتي Self evidence للبيولوجيا . ويعرض لذلك قوله بأن الخصائص المميزة للأنساق البيولوجية يمكن أن تفسر عن طريق القوى الطبيعية وحدها وذلك لاختلافها عن الأنساق الفيزيائية والكيميائية الخالصة تلك التي يدعيها أصحاب المذهب الآلي في نواحي جوهرية . إن التعريفات في مجال البيولوجيا تصبح تعريفات وصفية عند أصحاب المذهب الآلي وتحليلية عند أصحاب المذهب الحيوي الجديد التعريفات[1] الوصفية عامة تعريفات ماصدقية . أما التعريفات التحليلية فعادة ما تكون تعريفات مفهومية إن التعريف الوصفي لا يطلب أن يكون المعرف definiens نفس المضمون أو المعنى للمعرف definiendum وإنما نفس الماصدق . ولذلك يشترط لاستخلاص القوانين البيولوجية من القوانين الفيزيوكيميائية أن تكون ثمة رابطة تربط بين مظاهر فيزيوكيميائية للظاهرة من الظواهر بمظاهر بيولوجية معينة لنفس الظاهرة . القضية الرابطة قد تأخذ صورة القانون أو النظرية . يقرر مثل هذا القانون أن توافر سمات فيزيوكيميائية معينة شرط ضروري وكاف لتوافر خاصية بيولوجية معينة . قد تعبر القوانين عن شروط ضرورية وليست كافية وقد تعبر عن شروط كافية وليست ضرورية ولذلك تزم الجمع بين الأمرين .

يرى المؤلف[2] أن القوانين والنظريات الفيزيوكيميائية القائمة في الوقت

---

(1) Salmon w. : Logic : c p. 91.

(2) Hempel (Carl) : Philosophy of Natural Science p. 102

الحالي لا تستكفي رد مثيلاتها في علم البيولوجيا إليها . ومع ذلك لا زال البحث مستمراً والجدال دائراً بخصوص رد البيولوجيا إلى الفيزياء والكيمياء فأصحاب المذهب الآلي يرون أن المزيد من البحث العلمي يؤدي إلى تحقيق هذه الغاية .

يحذر المؤلف[1] من التفاؤل الذي يبديه أصحاب المذهب الآلي وفي رأيه أنه من خلال البحث المستقل قد يصبح الخط الفاصل بين البيولوجيا والفيزياء والكيمياء مطموساً شأنه في ذلك شأن ما صار إليه الخط الفاصل بين الفيزياء والكيمياء في الوقت الحالي .

قد تصاغ القوانين والنظريات المستحدثة في نوع مستحدث من المصطلحات بحيث تقوم المصطلحات بوظيفتها في النظريات الشاملة التي تقدم تفسيراً لكل الظواهر المسماة الآن بالبيولوجية وتلك المسماة بالفيزيائية والكيميائية . وبذلك تفقد فكرة رد البيولوجيا إلى الفيزياء والكيمياء معناها ولكن هذا المنجاح لم يتم إحرازه بعد .

لقد أثيرت أيضا مسألة القابلية للرد بالنسبة لعلم النفس وذلك لأن الظواهر السيكولوجية هي في الأساس ظواهر بيولوجية أو فزيائية كيميائية في طابعها فالمصطلحات والقوانين الخاصة بعلم النفس يمكن أن ترد إلى المصطلحات والقوانين الخاصة بعلوم الحياة والفزياء والكيمياء إن . رد المصطلح

---

(1) Ibid : Philosophy of Natural Science p. 103.

السيكولوجي إلى مصطلح في علم من العلوم الثلاثة المذكورة يتطلب تحديدا للشروط الضرورية والكافية لحدوث الحالات السيكولوجية التي يقوم المصطلح بتمثلها . وبالنسبة لعلم النفس تتوفر الروابط المميزة عن هذه الشروط في المؤشرات البيولوجية والفزيائية والكيميائية الهامة بالنسبة للحالات والأحداث السيكولوجية . ومع أنه يمكن النظر إلى هذه المؤشرات كتعريفات إجرائية إلا أنها لا تحدد هذه الشروط الضرورية والكافية .

وبالمثل تسعى المدرسة[1] السلوكية إلى رد مجال القول بصدد الظواهر السيكولوجية إلى مجال القول بصدد الظواهر السلوكية . ترى أن المصطلحات السيكولوجية لا بد وأن تتوفر لها محكات سلوكية تطبيقية وأن الفروض والنظريات السيكولوجية تختبر عن طريق المؤشرات الاختيارية المتعلقة بالسلوك الملاحظ عيانا . ولذلك ترفض منهج الاستبطان الذاتي ولا تقبل الظواهر السيكولوجية الخاصة كمعطيات سلوكية عامة .

إن المصطلحات السيكولوجية وإن كانت تشير جهارا إلى حالات سيكولوجية معينة — إلا أنه ينظر إليها كمظهر من مظاهر السلوك العام . ومع ذلك لم يكشف السلوكيون عن الارتباط القائم بين الحالات السيكولوجية والمظاهر السلوكية بوجه عام ولم يهتموا بالسؤال عن كيفية تأثير الحالات السيكولوجية على السلوك الكائن وأنماطه الخفية . إن المصطلح السلوكي الخالص قد يتضمن

---

(1) Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 105.

مصطلحات بيولوجية وفزيائية وكيميائية ولذلك يصعب التمييز من الحالات السيكولوجية بالمصطلح السلوكي وحده .

إن من الأفضل[1] رد المصطلحات السيكولوجية لمصطلحات بيولوجية بالأحرى. لأن ردها إلى مصطلحات سلوكية أمر ممكن كذلك .

يتساءل المؤلف[2] عن إمكانية رد علم النفس إلى علم وظائف الأعضاء وخاصة علم وظائف الجهاز العصبي. يرى المؤلف أن ذلك ليس ببعيد. وبالامكان كذلك رد العلوم الاجتماعية إلى مذهب الفردية المنهجية[3] بحث توصف وتحلل وتفسر الظواهر الاجتماعية بلغة مواقف الأشخاص الفردية وبالاشارة إلى القوانين والنظريات السلوكية. ولذلك ينظر إلى مذهب الفردية المنهجية على أنه يتضمن قابلية الرد للمصطلحات والقوانين الخاصة بالعلوم الاجتماعية إلى تلك المصطلحات الخاصة بعلم نفس الفرد وعلم الأحياء والفزياء والكيمياء. إن هذه المسألة تدخل في نسق فلسفة العلوم الاجتماعية أوردها المؤلف[4] كمثال للمجادلات المنطقية والمنهجية القائمة بين العلوم الطبيعية والاجتماعية أي في مجال العلوم الامبريقية . حقا التزم المؤلف بما ذكر في مقدمة كتابه من أنه يقدم الحجج لبعض الموضوعات الرئيسية في مناهج البحث المعاصرة

---

(1) Bunge (Richard) : Philosophy of Social Science p. 34.
(2) Hempel (Carl) Philosophy of natural Science p. 107.
(٣) هيمبل (كارل) : علم التاريخ النظري ص ١٦٠
(4) Hempel (Carl) Philosophy of natural Science P. 109

وفلسفة العلم الطبيعي تتناول بالفعل عددا محددا من الموضوعات التي لم تزل قيد البحث فسلط عليها أضواءا تارك للباحثين مهمة التعرف بأنفسهم على المجالات المشكلة في فلسفة العلم . ومع ذلك فجاءت معالجته لبعض من الموضوعات التي تناولها مستفيضة بما لا يدع مجالا لاضافة حقيقية من بعده. ولذلك صح أن نقول عن هذا البحث إنه متميز بالأصالة وأن مؤلفه من أهم المشتغلين بفلسفة العلوم من الأحياء. ومع ذلك لا يخلو البحث من صعوبات جمة حاولنا من أجلها.

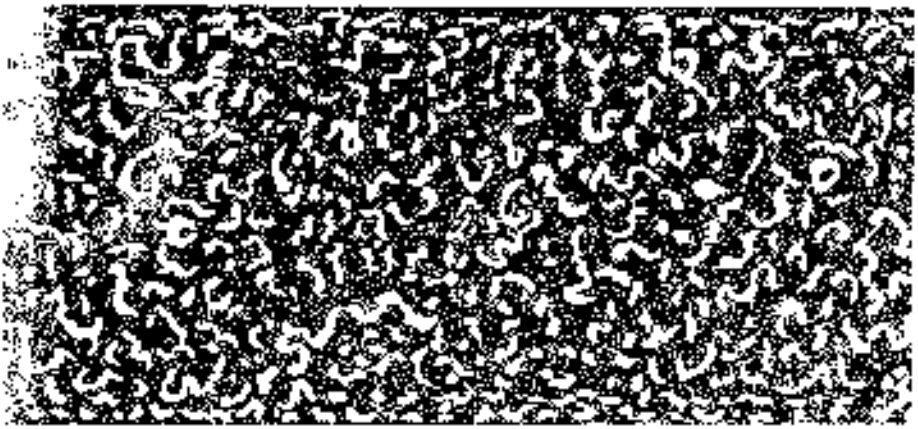
رقم الإيداع بدار الكتب
٤٦٥٢ / ١٩٧٦

مطبعة دار نشر الثقافة
٩٢١٠٢٦٥

PHILOSOPHY 91 The NATURAL SCIENCES

By

CARL HAMPEL



TRANSLATED INTO ARABIC WITH NOTES

By

Dr. JALAL MOUSA

Lecturer Of Philosophy

Faculty Of Arts - Al-Minia

Bibliotheca Alexandrina
0040657

DAR AL KITAB AL MASRI
P.O. BOX 1156 CAIRO

DAR AL KITAB AL LUBNANI
P.O. BOX 3176 BEIRUT