

المنطق وفلسفة العلوم

تأليف
بول موي

ترجمة
الدكتور فؤاد حسن زكريا

الناشر
دار نهضة مصر
١٨ شارع كامت صدقة بالعباسية - القاهرة

الفصل الأول

المنطق وعلم النفس

علم النفس هو العلم الوصفى للظواهر النفسية ، وهو يفحصها من جهة نضامها وتنوعها .

في المنطق انتقاء وتقدير : فهو يتعلق بدراسة الفهم وحده . أعنى بدراسة النفس بقدر ما تعرف وتتصور . وهو يحكم على اتجاهات الفهم وعملياته بناء على فكرتي الصواب والخطأ .

والنزعة النفسية تنكر وجود المنطق بوصفه علما قائما بذاته . وهذه النزعة كما تتمثل لدى بروتاجوراس ، ولدغلي « مونتنى » ، ولدى هيوم ، وفي النزعتين الانسانية والبرجماتية الحديثتين ، تفسر التفكير البشرى ، والفهم البشرى ، عن طريق الطبيعة البشرية . ولكن من البين أن هذه النزعة النفسية تنتهى إلى الشك ، وتقضى على كل قيمة للحقيقة ، بل تقضى في النهاية على نفسها .

إذن فهناك علم للمنطق ، وهو العلم المعيارى للصواب ، مثما أن علم الجمال والأخلاق هما العلمان المعياريان للجمال والخير . والقصود بالعلم المعيارى ذلك العلم الذى يبرهن على أحكام تقويمية وينقدها .

١ — علم النفس ، وصف الظواهر الذهنية من حيث نضامها وتنوعها:

إن علم النفس هو دراسة الظواهر الذهنية ، وهو يتناولها في « تيار الشعور » الذى تندمج فيه . وفي ذلك التيار ترتبط هذه

الظواهر بعضها ببعض ، بحيث يكون « السياق » الذى تندمج فيه كل منها هو مجموع الظواهر الأخرى ، وبحيث يضى عليها هذا المجموع دلالتها ولونها الخاص : فالإيمان الدينى عند العالم غير عند الجاهل ، وهو عند الرزين غيره عند المتحمس . وفضلا عن ذلك فإن الحالة الشعورية الخاصة ترتبط « بالقصد » الذى يوجه النيار بأسره : فالفكرة الواحدة ، والكلام الواحد ، قد يكون هازلا أو جادا وقد يفيد الاستفهام أو الشك أو التأكيد ، وأخيراً ، فإن الحالة الشعورية تتباين فى الشدة ، تبعاً للمستوى الذى تحتله فى ذلك التيار : فنكون مثلاً شاردة أو منتبهة .

اختلاف أحوال الحكم والاستدلال : من الأحكام ما لا يعدو أن يكون استجابة انفعالية : كالتشجيع ، أو السباب ، أو مجرد التعجب . بل إنه قد ينحصر فى مجرد حركة : فالمبارز الذى يدفع بحسامه إلى جزء تركه دفاع خصمه مكتشفاً ، يعمل وفقاً لنوع من الحكم غير الكلامى يتحقق عن طريق العضلات . وفى مستوى آخر ، يصبح الحكم تقديراً تعبر عنه كلمات جادة : كالنصيحة أو الأمر أو الحكمة . ومن هذا يتضح لنا أن الحكم فعل ذهنى ، يرتبط بالشخص بأكملة ، ويستطيع أن يعبر عنه تعبيراً متفاوت عمقا ووفقاً لمقاصد متباينة .

والاستدلال تختلف مقاصده : فقد يكون مغالطة تعمل عمداً على خداع من توجه إليه . وقد يكون دفة هو دعم اعتقاد سابق فى نظر نفس الشخص الذى يصوغ هذا الاستدلال . وقد يكون القصد منه بثاعتقاد معين فى نفوس الآخرين ، بل إنه فى هذه الحالة الأخيرة قد يختلف اختلافاً بيناً إن كان القصد منه هو « الإقناع » ، عنه إذا كان هدفه هو « الحض » : فالإقناع معناه منع كل استنتاج مغاير لذلك الذى ينتهى إليه الاستدلال ، بينما يعنى الحض توجيه الآخر كلية فى اتجاه نعتقد أنه هو أصدق الاتجاهات أو أنفعها .

وبالإجمال ، فأهم الخصائص المميزة لعلم النفس هى أنه يكشف عما فى الأحوال والأفعال النفسية من تضامن وتباين .

٢ - وجهة النظر المنطقية انتقائية وتقديرية :

أما المنطق ، فإنه ينظر إلى المحتوى النفسى نظرة انتقائية وتقديرية .
أما أنه ينظر إلى ذلك المحتوى نظرة انتقائية ، فذلك لأنه لا يستبقى من
الفعل ذهنى إلا ما يسمو منه إلى أعلى مستويات العقل ، وما كان
القصده منه بلوغ الحقيقة . وهكذا كان المنطق لا يتخذ له موضوعا إلا
من الأحكام الجادة الواعية ، التى تهدف إلى مطابقة انواقع .
والاستدلال ينبغى أن يخلو من كل نية للخداع ، وألا يكون له هدف
سوى الإقناع : فالخص ذاته عملية لا تخلو من الشوائب ، إذ تهدف ،
كما يقول باسكال إلى « الاستبداد » بشخص الآخرين .

وأما أنه ينظر إليه نظرة تقديرية ، فذلك لأنه يصفى على الفعل
الذهنى « قدراً » أو « قيمة » كما يقولون . وبينما يكتفى علم
النفس بالوصف والربط ، فإن المنطق يقوم ، ويميز الحكم أو الاستدلال
الصحيح أو الصائب من الباطل أو المخطئ .

٣ - تجربة الخطأ هى أصل المنطق :

فى مبدأ الحياة النفسية يكون الحكم تلقائياً على غرار الحياة
نفسها . فالحياة إنما هى عملية تأكيد ، إذ هى أن يقوم المرء باستجابة
تحفظ له كيانه وتنمية . وكل استجابة تعادل الحكم : فمد الذراع
نحو شئ ، يعنى تأكيد حقيقة ذلك الشئ ، والجزم بشئ عن خصائصه
وعن شكله وبعده . ومن جهة أخرى يقم المجتمع نفسه فى الوجود
الذهنى للفرد : فهو إذ يلقي الفرد اللغة ، « والخلل الطيبة » ،
والعادات المستحبة ، والدين ، والفنون العملية ، يملئ عليه أحكاما
جاهزة ، ليس على الفرد إلا أن يرددها ، ثم يتفهمها رويدا رويدا ،
ويحيلها إلى أحكام صادرة عنه . وهكذا يكون للفرد عالم ذهنى كامل
هو الانعكاس النفسى لحياته الحيوانية ولحياته الاجتماعية ، وهو
يرتضى هذا العالم فى البداية دون اعتراض .

لكنه يصادف دون ذلك عقبات . فالطبيعة تتبدى له أكثر تعقيداً

وغموضاً مما ظنه في البداية ، والإنسان يخدعه ، واللغة تحيره ، وهو يصطدم بأشياء متناقضة وأشخاص يناقضونه ، ويفطن إلى أنه قد « خُذع » . فتجربة الخطأ تجربة خصبة ، بمعنى أنها تؤدي به إلى التساؤل عن سببها ، والبحث عن الطرق التي تمكنه من أن يتجنب في المستقبل ما تجلبه عليه مواجهتها من أضرار . وإذا أدرك أنه قد أساء الحكم ، انتهى إلى أن يتساءل : كيف يحكم ؟ وعندئذ ، يبدأ المنطق . ومن المشاهد ، في تاريخ الإنسانية الغربية ، أن المنطق قد ظهر في اللحظة التي كان الفلاسفة فيها قد ملوا تلك المذاهب التي يواجه كل منها الآخر ويناقضه مثلما يتقابل ، بصفة رمزية ، وجه هرقليطس الباكي ووجه ديمقريطس الضاحك — وملوا كذلك تلك الألعاب الخفية التي يلجأ إليها السفسطائيون في لغتهم ، فشرعوا في دراسة العقل ، ليعلموا كيف يحسن المرء التفكير .

٤ — الفهم ، وهو الوظيفة المثالية للحقيقة :

يقول الفيلسوف اليوناني أنكساجوراس (١) : « في البدء كان كل شيء مختلطاً ، ثم أتى العقل nous فميز كل الأشياء ليعيد تنظيمها . » ونحن لا ننكر أن مذهب هذا الفيلسوف اليوناني كان يشوبه شيء من الروح الأسطورية ، غير أن هذه العبارة تتضمن وصفاً بارعاً للعمل الذي يبشره العقل على نفسه بغية القضاء على الاضطراب الذهني ، والتخلص من الخطأ الذي هو في حقيقته خلط . ولذا لما نقل إلينا أرسطو هذه الفكرة التي كشفها أنكساجوراس ، أضاف إليها هذا الدحيح الرائع للفيلسوف : « لقد كان بيدو ، وسط السابقين عليه ، كرجل صائم وسط أناس سكارى يتحدثون كيفما اتفق » .

(١) أنكساجوراس هو إيريني من كلازومين Glazomène ، كان يقوم بالتدريس في أثينا ، في القرن الخامس ق م ، وكان من بين تلاميذه بيريكلز وسقراط .

وهكذا عرف أنكساجوراس « النوس rous » وأطلق عليه اسم العقل .

فعلى أى شئ يطلق هذا الاسم ؟ إن العقل ليس ، على وجه الدقة ، وظيفة نفسية كسائر الوظائف ، أعنى وظيفة تنفى بمقتضيات مرحلة مصددة من مراحل النشاط العصبى : فهو ، على وجه الدقة ، ليس قبولا سلبيا ولا استجابة . وهو لا يشبه الإحساس أو الانفعال من جهة ، ولا الرغبة من جهة أخرى : ذلك لأنه يسمو على مرتبة الإحساس ويجعل منه مجرد علامة تدل على الواقع . وهو يتحرر من الانفعال المشوب ، الذى يثيره البدن ، والذى يعكس صفو الحكم الواضح ، ومن الرغبة التى لا تستهدف بلوغ الحقيقة .

إن العقل هو كشف الذات للحقيقة . وهو الذات نفسها ، بالقدر الذى تعلو به على أفعالها الذهنية التلقائية ، وتحاول الوصول إلى الحقيقة ، برغم مايعترضها من عقبات خارجية وداخلية . وهو يفترض التطهر والتحرر من المنافع ومن الميول والأهواء . وأخيرا ، يفترض منهجا فى المعرفة يتسامى بالذات على نفسها ، ويمكنها من الوصول إلى الحقيقة .

• — « أنا أفكر ، إذن أنا موجود » :

كلنا نعلم أن هذه العبارة تلخص الكشف العظيم الذى توصل إليه « ديكارت » (١) . وعلينا ألا ننظر إلى هذه الجملة على أنها استدلال ، بل على أنها فعل شعورى رفيع ، دعانا « ديكارت » به إلى إدراك ما نكونه حقيقة ، أى إدراك أننا عقول . فقد يتوهم المرء أنه يوجد على نحو ما توجد الأجسام ، أعنى أنه لا يعدو أن يكون شيئا يشغل هيزا فى المكان ، أو يظن أنه يوجد على نحو ما توجد الحيوانات ، أعنى أنه يمثل الغذاء ، ويكتسب مكانة تحت الشمس عن طريق نشاطه .

(١) ذكرت هذه العبارة لأول مرة فى كتاب « المسال فى المنهج » عام

١٦٣٧ ص ٨٥ نشرة جيليمسون المدرسية فى مكتبة « فران » Vrin

غير أن هذا كله لا يساوى شيئاً إن لم نشعر به عن وعى ، وإن لم « نعلمه » ، بحيث أنه لا وجود للمرء إذا لم « يعلم » أنه موجود . على أن « علم » المرء هذا ليس مجرد « إحساسه » بوجوده بل هو ، كما يقول أنكساجوراس « تنظيم » إحساساته ، أعنى بناء إدراكه الحسى عن طريق نشاط ذهنى يعلو على الإدراك الحسى ، وهو بناء المرء لذاته وشخصه عن طريق نشاط ذهنى أسمى من الانفعالات والرغبات .

٦. — المنطق ، علم العقل :

فالمنطق هو ذاته دراسة هذا النشاط ذهنى . وهو الشعور بهذا الشعور ، فهو ، بمعنى ما ، شعور من الدرجة الثانية . وهنا قد يتساءل المرء : ألن يكون المنطق فى هذه الحالة نوعاً من علم النفس ؟ ونجيب نحن عن هذا السؤال بالنفى ، فنذكر القارىء بما قلناه عن المنطق فى الفقرة (٢) من أنه انتقائى وتقديرى . وسوف نرى فيما يبعد أن هذا يوجب على المنطق أن يتبع منهجاً مخالفاً كل المخالفة لمنهج علم النفس . ولكن الحقيقة أن المنطق يأتى فى أعقاب علم النفس ، وهو امتداد له ، كما توجد بين المنطق وعلم النفس ارتباطات وثيقة عديدة .

٧. — النزعة النفسية ، التى تنكر استقلال المنطق :

ونستطيع أن نتبين مدى وثوق هذه الارتباطات ، إذا أدركنا أن هناك تياراً فلسفياً تقليدياً كاملاً يؤكد أصحابه أن المنطق لا يوجد مستقلاً عن علم النفس .

الطبيعة الانسانية والعقل الانسانى : يرى ممثلو هذا التيار الفكرى التقليدى أن العقل الانسانى ، والذهن الانسانى ، والنشاط العقلى الذى به يفكر الإنسان ، (Cogitat) على حد تعبير ديكارت) هو مجرد نتاج ، ومجرد تعبير عن « الطبيعة البشرية » ، أى عن مجموع الوظائف الذهنية الناتجة عن الطبيعة الحيوانية للإنسان ، وعن

التأثيرات الاجتماعية التي يخضع لها • فالإنسان ، كما يقول علماء الحيوان ، هو مخلوق عارف *Homo sapiens* ، أى هو حالة خاصة من حالات « جنس الأناسى » « *genre hominien* » ونوع من القردة يحيا في مجتمع ، وينتج ، عن طريق استعداد خاص في جسمه ، تلك الحقيقة التي يطلق عليها في اللغة اللاتينية اسم *sapientia* ، أى الوعي ، والعلم ، وذلك الجو أو العالم غير المحسوس من الأفكار والنظم التي تصيف طبيعة مصطنعة إلى الطبيعة الأصلية •

فالنزعة النفسية تنحصر في رفض التفرقة بين العارف *sapiens* وبين المخلوق البشرى *homo* ، وأقدم ممثلى هذا الاتجاه هم بعض فسفطائى اليونان • فبروتاجوراس ، من أديرا (حوالى ٤٤٠ ق م) . يقول : « إن الإنسان مقياس الأشياء جميعا » وهذا معناه أنه ليس ثمة حقيقة مستقلة عن الإنسان وعن طبيعته وميوله ، ومن ثم فالعالم الذى يشيده الإنسان في العلم ، ليس إلا انعكاسا للطبيعة البشرية •

هوفتى Montaigne : ليس من هدفنا أن نقص تاريخ النزعة النفسية كاملا متصلا ، لكن علينا مع ذلك أن ننبيه إلى أن « هونتى » ينتمى إلى هذا النمط الفكرى نفسه • فعندما أراد هونتى ، في الفصل المشهور من الرسائل *Essais* المسمى « دفاع عن ريمون سييو » « Raymond Sebond » (١) أن « يدخل الإنسان ويضمه » إلى السجن ، وأن يقهره ويحصره داخل حاجز الشرطة هذا ، فانه كان يريد التعبير بذلك عن رفضه أن يعترف للإنسان بفضل يميزه عن الحيوان ، أو أن يجعل لمقله نوعا من المكانة الإلهية الخارقة للطبيعة •

ديفيد هيوم David Hume : وتعود الفكرة ذاتها إلى الظهور في مدرسة فلسفية هي المدرسة الانجليزية في القرن الثامن عشر ، وهي المدرسة التي نعتقد أن ديفيد هيوم خير ممثلها • والرسالة الفلسفية

« الضخمة التي ألفها هيوم تسمى « رسالة في الطبيعة البشرية » (١) ، وهي تسمية لها دلالتها ، فهي تعني أن العقل البشري لا ينفصل في نظر المؤلف عن الطبيعة البشرية ، بل أن العقل هو ، على نحو ما ، مصدر عن الطبيعة وثمره لها ، وأن الإنسان يفكر بطبيعته كلها ويكشف عنها في تفكيره ، إن جاز هذا التعبير . وفي ذلك يقول هيوم « من البديهي أن كل العلوم ترتبط بالطبيعة البشرية ارتباطا يتفاوت وثوقا ، وأنه مهما بدا أن بعض هذه العلوم تبعد عن هذه الطبيعة فإنها تعود دائما إليها بطريق أو باخر » . تلك هي النقطة الأساسية في النزعة النفسية ، وهي في اعتقادنا نقطة ضعفها في الوقت نفسه : « فحتى الرياضيات ، والفلسفة الطبيعية (علم الطبيعة) والدين الطبيعي ، تتوقف جميعها إلى حد معين على علم الإنسان ، ما دامت مرتبطة بالمعرفة البشرية ، وما دامت قوى الإنسان وملكاته هي التي تحكم عليها » (٢) . ونقول إن هذه هي بقطة ضعف ذلك المذهب — وتلك فكرة سنعود إليها فيما بعد — لأنه إذا كان العلم والميتافيزيقا يرتبطان بالطبيعة البشرية ارتباطا وثيقا ، فانهما لن يكونا سوى أمور إنسانية ، وإنسانية فحسب . ولئن تكون لهما قيمة شاملة ، أعنى لن يكونا « صحيحين » . فمذهب الشك هو النتيجة الطبيعية للنزعة النفسية . وفيه — فضلا عن ذلك — حثفها ، إذ أن علم النفس لن يعود عندئذ « أصح » من الرياضة .

النزعة الانسانية الانجليزية : يطلق اسم « النزعة الإنسانية » على مذهب انجليزي حديث ، دعا إليه الأستاذ شيلر F. C. S. Schiller

(١) ظهر هذا الكتاب في ١٧٢٩ — ١٧٤٠ .

David Hume : Œuvres philosophiques choisies, traduites de l'anglais par Maxime David (Alcan). T.II. Traité de la nature humaine. De l'entendement p. 3.

من أكسفورد (١) (والتسمية معقولة إلى حد ما) •

وهو يقول عنها « إن النزعة الإنسانية تفسر ببساطة الفكرة القائلة-
إن المشكلة الفلسفية تتعلق بالكائنات الإنسانية التي تحاول فهم عالم.
التجربة الإنسانية مستعينة في ذلك بموارد العقل الإنساني » • وبعبارة-
أخرى ينبغي أن نفحص كل المشكلات الفلسفية واضعين نصب أعيننا
أنها مشكلات إنسانية ، ومحاولين بوجه خاص أن نحلها مكتفين بما
لدى الطبيعة البشرية من وسائل • ويزعم « شيلر » أن الوسائل التي
يستخدمها الإنسان للوصول إلى الحقيقة لا يمكن أن تنفصل عن سياقها
النفسي ، وعن كل ما تحتويه نفس من يستخدمها • « فالمفاهيم-
المنطقية الأساسية ، مثل معنى الضرورة ، واليقين ، والتباهة ،
والحقيقة ، هي في الأصل أوصاف لعمليات ، وهذه العمليات ظواهر
نفسية • فهذه المفاهيم ترتبط أوثق الارتباط بمشاعر نفسية خاصة •
وهو يقول أيضا « إن العمليات المنطقية الأساسية ، كعملية التصور
أو التمييز ، أو التعرف على هوية الشيء ، أو الحكم ، أو الاستنباط ،
تتطوّر جميعها على مظاهر نفسية ، ولا يمكن أن تتم عن طريق التفكير
المجرد وحده » (٢) •

البرجماتية عند بيرس ووليم جيمس : علينا ، قبل أن نوجه النقد
إلى هذا المذهب ، أن نعرض نظرية أنجلو أمريكية عظيمة الشبه به ،
وكان لها دوى كبير في أواخر القرن التاسع عشر ومستهل القرن
العشرين •

(١) ينبغي أن نحصّر الخلط بين F. C. S. Schiller ، الإنجليزي ، الذي
ظهرت مؤلفاته الرئيسية حوالي ١٩٠٠ ، وبين Jean Frédéric Schiller
الأساني (١٧٥٦ - ١٨٠٥) صديق جيمس ، ومؤلف « ناسري
استقراوت » وغيرها • كما ينبغي عدم الخلط بين النزعة الإنسانية الإنجليزية
في القرن التاسع عشر ، وبين النزعة الإنسانية الأوروبية في عصر النهضة ؛
إن لم تكن الأخيرة معانفة للمنطق أو للنزعة المنطقية ، بل كانت معادية
للامور العدمية المنطوق عن المصنوع الواسطي •

F. C. S. Schiller : Etudes sur L'humanisme. (٢)

Traduction Jankélévitch (Alcan), 1908, p. 16, 107, 109.

لقد صيغت كلمة « البرجماتية » للمرة الأولى على يد « وليم جيمس » خلال عرضه لمذهب بيرس (Ch. S. Peirce) في سنة ١٨٩٨ وهو المذهب الذي كان جيمس يؤمن بقضاياها الأساسية • وهو يعرف البرجماتية بناء على ما أسماه « مبدأ بيرس » ، وهاك ترجمته (١) : لنفحص موضوع إحدى أفكارنا ، ولننتصور كل النتائج التي يمكن تخيلها ، والتي ننسبها إلى هذا الشيء ، ويمكن أن تكون لها أهمية عملية ما : ففي رأيي أن فكرتنا عن الشيء لا تعدو أن تكون مجموع الأفكار الخاصة بجميع هذه النتائج • وبعبارة أخرى ، ليس التصور العقلي لشيء إلا مجموع الاستعمالات التي ننتبأ بها له ونتوقعها منه •

فالإدراك الحسي لشيء ، مثلا ، هو تهيئة الحركات التي يؤثر بها المرء فيه ، فيمسك به مثلا ، أو ينقله ، أو يكتفى باستطلاع عن طريق اللمس أو الإبصار • والتذكر هو التهيؤ لإعادة تكوين الحركات التي تتلام والشيء المتذكر • والتخيل هو أن يسلك المرء أو يتكلم كما لو كان الشيء ماثلا أمامه •

وعلى مستوى أرفع من هذا ، نجد أن المعرفة العلمية هي الاستعداد للانتفاع بالشيء عمليا : فالقوانين العلمية هي إرشادات عملية عظيمة التركيز ، أو هي إرشادات يمكن استغلالها عمليا • مثال ذلك أن قانون « ماريوت » Mariotte • يحدد مقدار الضغط الذي يجب أن نباشره لكي نجعل لكتلة من الغاز ذات حجم معين ، تحت ضغط معين ، حجما آخر •

وكذلك الحال تماما في المذاهب الميتافيزيقية أو الدينية • فالعقيدة الدينية أو المذهب الميتافيزيقي هو فكرة خاصة عن الله ، وعن الأمور الخارقة للطبيعة • هذه الفكرة توضح ، على نحو ما ، ما يمكننا أن نجعله تجاه هذه الأمور ، أعني المسلك الذي ينبغي ، أو يمكن ، أن

(١) هذه هي ترجمة أندريه لا لاند في المعجم الفلسفي
«Vocabulaire philosophique».

يستخدمه المرء إزاءها • ولقد قال وليم جيمس (١) ، بشيء من السذاجة ،
إن الله « شيء يستخدمه المرء » ، إذ أن الابتغال إليه ، أو الاكتفاء
بجنبه أو تبجيله أو خشيته ، كل هذه طرق للسلوك تجاهه ، ومن ثم
كانت ، بمعنى ما ، طرقا يلجأ إليها الناس لاستخدامه من أجل
تحسين أحوالهم •

الحقيقة تعرف من طريق المنفعة • ففى رأى البرجماتيين « إذن
أن الحقيقى يرد إلى النافع • والحقيقى هو الذى ينطوى على أكبر
قدر من إمكانيات الاستخدام • فالإدراك الحسى مثلا يكون صحيحا
إذا مكننا من استخدام الشيء • ويكون باطلا إذا أدى ، أو أمكن أن
يؤدى ، إلى إخفاق فى الانتفاع به : فمثلا إدراك المجداف منكسرا فى
الماء هو إدراك حسى باطل ، لأنه يؤدى إلى إخفاق فى اللمس إذا
تتبعنا المجداف بيدنا تحت الماء متوقعين أن نراه منحنيا • والهلوسة
البصرية باطلة لأنها تدعو المرء إلى أن يتوقع أن يمس شيئا لا وجود
له حسب الواقع •

وكذلك الحال بالضبط فى الحقيقة العلمية • ولقد تحدث « هنرى
بوانكاريه Henri Poincaré » بطريقة برجماتية (وقد كان ذلك
تهورا منه ، إذ أن حديثه لا يطابق فكرته الحقيقية) حين قال فى مواضع
عدة من كتابه الأول « العلم والفرض » إن العلم لا يهدف إلى
الحقيقة — بالمعنى الشائع لهذه الكلمة — وإنما إلى اليسر فى العمل •
فمثلا « لا يمكن أن تكون إحدى الهندسات أصح من غيرها ، بل يمكن
فقط أن تكون أكثر يسرا منها • لأنها ... أبسط ... • ولأنها تتمشى إلى
حد معقول مع خصائص الأجسام الصلبة الطبيعية .. الخ » •
وبالمثل « كان كبرنك ... يقول : إنه لأكثر يسرا أن نفترض دوران
الأرض ، لأننا نعبر بهذه الطريقة عن قوانين الفلك بلغة أقل تعقيدا »

(١) يعرض المذهب البرجماتى فى مؤلفات جيمس المترجمة الى الفرنسية:
« Le pragmatisme » et « Philosophie de l'expérience »

وبالمثل تكون الفروض العامة للعلم — كالتنظرية الذرية — « نافعة » ،
وعلى هذا النحو يقال إنها صحيحة . . الخ (١) .

هاك إذن ما أراد « بوانكاريه » أن يقول : إن نظريات الهندسة ،
ونظريات علم الفلك وعلم الطبيعة ، ليس لها أن تطمح إلى التعبير عن
الحقيقة الواقعة ، وعن كنه الأشياء ، إذ من الممكن أن تعبر عن ذلك
أيضا نظريات أخرى مختلفة عنها كل الاختلاف . وستكون هذه
النظريات الأخرى على الدوام متفقة مع التجربة ، ولكن على نحو
أقل يسرا ، أى بطريقة أشد تعقيدا ، وأقل أرضاء للعقل .

نزعة رومانتيكية نفعية : وقد كتب مؤرخ معاصر للفلسفة ، هو
رينيه برتلو René Berthelot ، تاريخ المذهب البرجماني ، تحت
عنوان : نزعة رومانتيكية نفعية Un romantisme utilitaire (٢) ،
والحق أن المذهب البرجماني هو بالفعل نزعة رومانتيكية ، بمعنى أنه
يهدف إلى رد اعتبار الحساسية ، والعاطفة ، والشعور الجمالي
والديني ، في مقابل الاتجاه العقلي الجاف في العلم والمطلق . ذلك لأن
المشاعر تعبر عن حاجات ، فتكون المذاهب النظرية والوسائل العملية
التي تفي بها « نافعة » بهذا المعنى . فالمذهب الديني مثلا يكون « نافعا »
لأنه يفي بمقتضيات الحاجة إلى الإيمان ، ويرضى أمنية نصبو إليها .
أما عن استخدام الصفة « نفعية » فتتضح صحته إذا سلمنا بأن
لدى الإنسان عديدا من الحاجات الأخرى خلاف الحاجة إلى الشرب
والأكل وسلامة البدن ، فيجب علينا أن نطلق كلمة « النافع » على كل
ما يفي بهذه الحاجات المتباينة إلى حد كبير . ولنذكر أن « رينان »
كان يعرف الدين مقتبسا كلمة الإنجيل « ليس بالخبز وحده يحيا
الإنسان » .

لهذا السبب نرى أن جيمس هوو الداعية الأكبر للمذهب البرجماني ،

(١)

La Science et l'hypothèse. (Flammarion 1920) p. 67, 141, 193.

(٢) في ثلاثة أجزاء . مكتبة السكان ١٩٢٢ .

قد أهدى كتابه في « المذهب البرجماتي » إلى « ذكرى جون ستوارت مل ، الذي كان أول من أرشدني إلى انساع أفق البرجمانية ، والذي أميل إلى الاعتقاد أنه لو كان اليوم بيننا ، لكان على رأس دعاة هذا المذهب » . ومن المعروف عن مل أنه صاحب الأخلاق النفعية . فالبرجمانية إذن من مذاهب المنفعة العامة ، منقولة من المجال الأخلاقي إلى المجال الميتافيزيقي .

فماذا يكون موقفنا من النزعة النفسية ؟ في رأينا أنها مذهب مفلس ، وأنها مدفوعة إلى إنكار فكرة الحقيقة ، وأنها تنتهي إلى الشك

٨ - النزعة النفسية ، مذهب شك :

سوف ينصب نقدنا أساسا على مسألتين :

١ - الامتداد غير المشروع لفكرة المنفعة ٢ - العلاقة المعكوسة بين الحقيقي والنافع .

نقد المذهب البرجماتي : ١ - كان « جيمس » والبرجماتيون يفتخرون « باتساع أفقهم » . ولكن الحق أن هذه الروح اللفضاضة تبلغ حدا يؤدي إلى القضاء على كل معنى لكلمة « النافع » عندما كانوا يعرفون الحقيقة عن طريق المنفعة . فالنافع في اللغة المتداولة هو ما بغى بحاجة « حيوية » . غير أن البرجماتيين قد أضفوا على كلمة « الحاجة » معاني بلغت من الكثرة حدا لم تعد معه تدل على شيء ، حتى ولا كلمة « النافع » ذاتها . فهناك حاجات ترمى إلى حفظ الحياة والعمل على استمرارها . ولكن من الممكن أن نطلق اسم « الحاجة » على ما يعبر عن أكثر الميول الوجدانية تنوعا : فالمرء في حاجة إلى أن يكون مضطرا ، محبوبا ، كما أنه في حاجة إلى أن يحب ، وإلى أن يرى من يحبهم سعداء ، والغيورون والحقودون في حاجة إلى أن يروا الآخرين تعساء وأقل سعادة منهم ، والمرء في حاجة إلى الإيمان بوجود الله وخلود النفس وهلم جرا ... وينبغي أن نضيف إلى الحاجات العاطفية الحاجات العقلية : كالحاجة إلى المعرفة وإني الفهم ، أو بمعنى أدق ، إلى التعبير عن الظواهر محتمة بصيغة بسيطة . ولا شك أن

« بوانكاريه » إنما كان يشير إلى ضرورة بساطة الصيغة العقلية عندما كان يتحدث عن « اليسر » باعتبار أنه خليفة الحقيقة أو بديل عنها .
إن « حاجات » الإنسان و « المنافع » التي تناظرها تبلغ من التنوع حدا يجعل كل تعريف للحقيقة بالمنفعة ينتهي آخر الأمر إلى ألا يوضح من طبيعتها أى شئ .

لقد آمن « كبرنك » بحركة الأرض لأنه من الأكثر يسرا أن نفترض أن الأرض تتحرك . ولكن إذا لم يعرف معنى كلمة اليسر على نحو أدق ، فهلا يسوغ للمرء أن يقول بمعنى آخر إنه كان « أكثر يسرا له » أن يعترف بأنها لا تتحرك ، تجنباً لكل عناء ؟

٢ - لا جدال في أن الحقيقي نافع على نحو ما . ولكن هذا لا يستتبع القول بأن المنفعة هي أساس لتعريف الحقيقة . فالحقيقي نافع لأنه حقيقي ، قبل أى اعتبار للمنفعة . ولقد قال تشسترتن Chesterton ما يشبه الكلمات الآتية تقريبا : « إن المذهب البرجماتي يعرف الحقيقة بأنها ما يفى بالحاجة . غير أن أول ما نحتاج إليه عندما نبحث عن الحقيقة هو ألا نكون برجمائين » . وكان يعنى بذلك أن القاعدة الأساسية التي نضعها عندما نُسغل أنفسنا بالكشف عن الحقيقة ، هي أن نصرف النظر عن كل اعتبار للمنفعة . ولو تطرق الشك إلى نفوسنا ، وآمنا بشئ لأننا في حاجة إلى هذا الإيمان ، لفقد الإيمان إذن كل قيمة له . ومرة ثانية نقول إن الحقيقي نافع لأنه حقيقي ، وليس حقيقيا لأنه نافع .

ولنتصور الحالة العقلية لمريض يقول لطبيبه « لا نقل لى سوى ما احتاج إلى تصديقه » . ألن يكون قوله هذا توسلا إليه أن يكذب ؟

وهكذا ينتهي الأمر بالمذهب البرجماتي إلى أن يكون « نظرية الأكذوبة الحيوية » التي تقوم على أساس من نزعة الشك .

نقد النزعة الإنسانية : ترهو النزعة الإنسانية بأنها تأتي بسيكولوجية للعقل . غير أن هذه السيكلوجية باطلة . حقا إنها تجيد وصف « العمليات » التي نكوّن بها أحكامنا ، وتقول بحق إن الأحكام لا يمكن فصلها عن السياق العقلي وعن الجو الداخلي ، وعن المقاصد

التي توجهها • ولكن عندما يحكم المرء بحق ، ألا يكون ثمة قصد
يسيطر على كل شيء ، ويوجه النفس بأسرها ، وأعنى به قصد إيجاد
الحكم ، والتفكير طبقاً للحقيقة ؟ هذا القصد هو الذى تتجاهله النزعة
الإنسانية ، لأنها تخلط بينه وبين قصد آخر أيا كان ، كقصد اللهو أو
الكذب ، أو الإيذاء •

إن سيكولوجية العقل تدرس قصدا واحدا بالذات ، وهو « قصد
الموضوعية » • فإن أبى مذهب أن يميز هذا القصد عن كل ما عداه ،
كان معنى ذلك أنه يأبى أن يفسى على الحقيقة قيمة فريدة كبرى ،
وعندئذ فلا وجود للحقيقة ولا وجود لشيء ما ، بل لا وجود لعلم النفس ،
ما دام علم النفس الصحيح لا ينطوى عندئذ على شيء أكثر مما ينطوى
عليه علم النفس الباطل •

بروتاجوراس : ومن الطبيعى أن نقع فى هذه الحالة مرة أخرى
فيما وقع فيه بروتاجوراس حين قال « إن الإنسان مقياس الأشياء
جميعا » • ولذا كتب شيلر يقول : « ينبغى لنا أن نعود مرة أخرى إلى
ما فعله بروتاجوراس ، فننخذ الأحكام الفردية لأشخاص مفردين
نقطة بدء لنا • » لكن ليس لنا أن ننسى أن « بروتاجوراس » هو
هو أحد زعماء ومؤسسى تلك النزعة السفسطائية التى حاولت ، فى
عصر أفلاطون ، أن تخلط الحق بالباطل لكي تتصيد فى الماء العكر
ما هو زائف ومريح ، وتشيد صرح الخطابة على أنقاض الفلسفة •

ولقد لاحظ أفلاطون فى «ثييتاتوس» (Théétete) (٢) أننا إذا سلمنا
بمبدأ « بروتاجوراس » ، لكان معنى ذلك التسليم بأن حجج المجنون
تعاادل فى صدقها حجج العاقل ، وأن أخط الحيوانات شأنها له رأى عن
الكون لا يقل حصافة عن رأى الإنسان الحكيم •

(١) المرجع المذكور من قبل : ص ٨٩ •

(٢) ١٥٧ (أ) - ١٦٢ (١) •

الذاتية والداخلية : كل مظاهر الخلط هذه ترجع إلى خطأ أساسى ،
يختصر فى الخلط بين الذاتية والداخلية . فالحكم حقيقة داخلية ، وهو
نتاج للنشاط المستقل للكائن الفكر . ونحن نقول « المستقل » ، فنحن
لا نعى بهذه الكلمة حقيقة لا ترتبط بشئ ، بل نعى حقيقة لها قوانينها
انخاصة . فقوانين الفكر لا تطبق عليها المادة ، وإلا لما كان الفكر
سوى تعبير عن البدن ، كما لا تطبق عليها الجماعة ، إذ أن تفكير المرء
على النحر الذى يفكر به الجميع لا يوصل إلى الحقيقة . ومع ذلك ،
فالفكر يخضع لقوانين ، وسوف نرى كنه هذه القوانين فيما بعد .

غير أن الحكم إذا كان داخليا فليس معنى ذلك أنه يصبح ذاتيا لهذا
السبب . فالذاتية هى الارتباط الوثيق للحكم بفردية الذات ،
و « بالأننا » . حقا إن الذات تقول : أنا أفكر ، ولكن هل المقصود هنا
هو فرديتها ، وأناها ؟ لقد لاحظ بعضهم — بحق — أن ديكارت عندما
قال « أنا أفكر إذن أنا موجود Cogito, ergo sum » لم يكن يعنى
« إذن أنا موجود بوصفى ديكارت ergo sum Cartesius »
إذ لو كان الأمر كذلك ، لأمكنه أن يستخلص من هذا الاستدلال ذاته
الصفات : رجل ... الخ بل لأمكنه أن يستخلص منه : مولود فى
١٥٩٦ فى لاهى بمقاطعة التورين ... الخ ، وربما استخلص منه :
مصريه أن يموت فى استكهلم . غير أن هذا كله محال . فما كان فى
وسعه أن يستخلص منه إلا : أنا شئ مفكر « sum res cogitans »
غلا يتبقى من الذاتية فى الوعى لعقلى شئ .
وإذن ، فالحكم قد يكون فعلا داخليا دون أن يكون فعلا ذاتيا .

١ - المنطق ، وقد رد إليه اعتباره ضد النزعة النفسية :

إذن ، فعلى الرغم مما يعتقده دعاة النزعة النفسية ، يوجد علم
خاص بحقيقة عمليات العقل — وهذا العلم هو المنطق . وقد بدأ الناس
يميزونه من علم النفس الذى هو علم الأعمال العقلية ، أيا كانت ،
منظورا إليها من حيث واقعيتها (أعنى من حيث أنها توجد بالفعل)
لا من حيث قيمتها (أى من حيث أن لها قيمة) .

حجج الرياضة : تضرب لنا الأحكام الرياضية مثلاً رائعاً • فلنأمل حكماً غاية في البساطة ، مثل $٢ + ٢$ تساوى ٤ • فإذا نحن تأملناه من وجهة النظر النفسية وجدنا فيه جواً فردياً كاملاً : فربما كان صادراً عن فعل جرت به العادة ، أو عن تذكر ، يسترجع فيه المرء ذكرى تكشفه لتلك الحقيقة عندما عد على أصابعه حين كان طفلاً ، وما يحيط بهذا الكشف من حنين وجداني تبعته هذه الذكرى التي ترجع إلى الماضي ، أو عودة انفعال مؤلم (غضب المدرس عندئذ نظراً للبطء المفرط في القيام بعملية هينة كهذه) ثم انفعال السرور الطفيف ، الذي يبعثه الأداء الحالي لفعل عقلى اعتيادى حين يرضى المرء كل الرضا ، الخ • فإذا انتقينا عملية أصعب من هذه بكثير ، كاستخراج الجذر التربيعى ، أو حساب التكامل ، فإن التحليل النفساني يكشف لنا بلا شك عن شعور بالجهد ، وبتكرار التعود ، والأخطاء التي صححت ، أو التي تنبذ المهمة إذا لم يفلح المرء في التغلب عليها ، الخ •

ذاك ما يقدمه إلينا التحليل النفساني • غير أن في الأمر شيئاً آخر : هو حقيقة القضية • فهذه القضية يمكن البرهنة عليها • فما الذي نفعله كي نبرهن عليها ؟ وما نلبرهنه ؟ وكيف يبرر ذلك النوع من الضمان ، ومن الطمأنينة الظافرة التي يبعثها البرهان ؟ إن لهذه الأسئلة علماً خاصاً يجيب عنها •

على أن هذا العلم ليس هو الحساب ، إذ أن الحساب يبرهن ، ولكنه لا يعبأ بتبيان ماهية البرهنة • كما أنه لا يعبأ بأن يبين السبب في تأكد المرء من النتيجة عندما يبرهن عليها •

اليقين والانتباه : ذلك لأن المنطق هو ، على نحو آخر ، « علم اليقين » • واليقين حالة نفسية ، ولكن مضمونها يتجاوز نطاق علم النفس • فيقين المرء معناه أنه يشعر بأنه قد وصل إلى الحقيقة ، وإلى الشيء كما يوجد في ذاته • أى أنه ، كما يقول مالبرانش ، شعور المرء بأنه « يفكر كما يفكر الله » • والواقع أن العقل بمعنياته الأساسية يتجاوز مجال علم النفس • ولقد أبدى مالبرانش ملاحظة عميقة حين

قال عن « الانتباه » إنه « صلاة طبيعية » : وكان يعنى بذلك أنه مجهود ويبدله اثره ليخرج عن ذاته ، وليتجاوز حدود شخصه ، ولكن لا بأن يسمو ، بل على العكس من ذلك ، بأن يتضع ويدل ، وينصرف عن ذاته ، وينتظر النعون والحل من مصدر أعلى منه . كما يفعل عندما يصلى . وبالمثل يمكننا القول بأن اليقين هو الشعور « الطبيعي » بمثل الله (فى النفس) ، أو هو ذلك الشعور بالأزلية الذى حدثنا عنه سبينوزا^(١) .

ولكن إذا كان ثمة أفعال للذهن هى من جهة ذاتية ، ومن جهة أخرى تدل على قصد موضوعى ، وهو القصد الذى ينبغى أن يتحقق من حين لآخر (وإن لم يكن فى وسعنا أبداً أن نقول إنه قد تحقق فى حالة معينة) فثمة علم للذهن يتجاوز نطاق علم النفس . هذا العلم ، كما قلنا من قبل ، هو المنطق . ولننقل مرة أخرى ، وعلى نحو آخر ، إلى الوعى الذهنى .

١٠ - المنطق ، « علم معيارى » للحقيقة :

بينما كان علم النفس ينظر إلى الظواهر النفسية ، كما قلنا ، فى وجودها المحض ، ودون أن يكون له من هدف سوى بيان مدى ترابطها أو تنوعها ، فإن المنطق ينظر إلى العقل باعتبار قيمته . فالتصورات العقلية تسمو فى مرتبتها على الوجود المحض وتمتاز عنه بأن لها « قيمة » .

والقيمة تطلق ، بصفة خاصة ، على الصفة التى تجعل أشياء معينة

(١) نحن نشعر ونحس أننا أزليون

Sentimus experimurque nos aeternos

ويشرح سبينوزا ذلك بقوله : « ان النفس تحس بالأشياء التى تتركها حين تعقل على نحو لا يقل عن احساسها بالأشياء التى تعيها ذاكرتها . والحق أن عيني النفس، اللتين ترى بهما الأشياء وتلاحظها ، هما البراهين بعينها » .

تستحق التقدير • وحكم القيمة هو الحكم الذى يعترف للأشياء بهذه الصفة • ومن أمثلته ، الحكم الذى يعلن جمال عمل فنى ، أو الطابع الأخلاقى لفعل ما • ولنلاحظ أن أحكام القيم قد تكون سلبية ، فنتفنى عن الشيء القيمة التى كان ينبغى أن تكون له ، والتى كان المرء يتوقع ان يجدها فيه •

العلوم المعيارية : الأخلاق وعلم الجمال والمنطق : والقيم تنتمى إلى ثلاثه انواع رئيسية : قيم الأخلاق ، والجمال ، والحقيقة ، وهى التى ترتبط بمعان ثلاثة هى : الخير والجمال والحق • وهذه المعانى الثلاثة موضوعات لثلاثة علوم يطلق عليها اسم « العلوم المعيارية » ، وذلك من أجل التعبير عن طبيعتها الخاص وعلاقتها بالقيمة ، وهى : الأخلاق التى تتخذ لها من الخير موضوعا ، وعلم الجمال ، وموضوعه انجمال ، والمنطق ، وموضوعه الحقيقة •

ويتميز العلم المعيارى عن العلم المألوف بأنه يتكون من أحكام قيم ، وبأنه يضع أسس هذه الأحكام بأن يستخلص ما يسمى بمعيارها (الخير ، الجميل ، الحق) • ومثل هذا العلم لا يكفى بوصف موضوعه وبيان القوانين التى تحدد طبيعته ، بل يميز فى موضوعه بين الأشكال الصالحة والأشكال غير الصالحة ، ويقرر نوعا من التدرج بين هذه الأشكال •

ومن المهم أن نلاحظ أن العلم المعيارى يصل إلى هدفه دون أن يستعد أسباب تفضيلاته من شيء آخر سوى الموضوع ذاته • فقد يحدث بالفعل أن تقوم علوم غير معيارية بعملية ترتيب الموضوعات التى تعنى ببحثها ترتيبا تدريجيا • غير أن ذلك يحدث دائما بناء على غاية خارجية : فعلم الطبيعة مثلا يميز بين الأشكال العليا والأشكال الدنيا للطاقة • مادام يتحدث عن « تدهور » للطاقة ، ولكن ذلك لا يكون إلا بالنسبة إلى حصيلة هذه الطاقة فى عمليات التحول ، وهذه الحصيلة لا قيمة لها إلا بالنسبة إلى غايات الصناعة • فالأحكام

المعيارية في علم الطبيعة لا تحدد على أساس اعتبارات فيزيقية ، بل على أساس اعتبارات لها صلة بالوسائل العملية ، أعني خارجة عن مجال علم الطبيعة بمعناه الصحيح . أما في الأخلاق ، فإن الحكم على الظواهر الأخلاقية مستمد من أسس جوهرية في الأخلاق ذاتها ، لأن الأخلاق تتطوى في ذاتها على عايتها . وبالمثل لا يحقق الشيء الجميل في علم الجمال ، غاية صناعية خارجة عن نطاق هذا العلم . وفي المنطق يكون الحق غاية في ذاته ونذاته . ففي العلوم المعيارية تبني أحكام القيم على أسس داخلية ، هي جزء لا يتجزأ من مجال العلم ذاته . فالمعيار شيء أصيل في العلم المعيارى ، وهو الذى يكون موضوعه الخاص .

التوازي التام بين العلوم المعيارية : لوحظت بين العلوم المعيارية الثلاثة أوجه شبه تلفت النظر (١) ، وتعين على فهم طبيعتها . فمثلا قبل أن يصبح كل منها علما حقيقيا يقتضى دراسة وتفكيراً ، كان له طابع اجتماعى تلقائى ، وكان يتسم بسمة القاعدة الآمرة الشائعة بين الناس . فالأخلاق كانت في مبدأ الأمر ، تراثا خارجيا ، هو « أخلاق آبائنا » بما فيها من طابع شبه دينى ، وبالمثل كان علم الجمال ينحصر في قواعد تقليدية بتوقيعية وموسيقية ، ترتبط هي الأخرى بالطبوس الدينية ، وكذلك كان المنطق ، الذى كان مرتبطا بالنحو في بدء الأمر ، وكان يفرض نفسه بوصفه مجموعة من القواعد التى هي أشبه بالشعائر الموروثة ، ومن الإجراءات اللفظية التنظيمية . وقد اتخذت هذه الأوامر الجماعية في الوعى الفردى صورة الحدس ، وصورة الحقوق الانفسى : فالحاسة الخلقية ، والضمير الأخلاقى التلقائى الذى يظن نفسه معصوما من الخطأ ، يناظره الفوق فى الفن ، والبداهة فى المنطق ، إذ أن البداهة نوع من تذوق الحقيقة . ومن الناس من يبدو عليهم أنهم قد فقدوا كل حاسة أخلاقية ، كذلك يتمثل لدى بعضهم — في

(١) André Lalande : Du parallélisme formel des sciences normatives . Revue métaphysique 1911. p. 527-532.

الظاهر على الأقل — فقدان الذوق الجمالى ، كما أن هناك ، من وجهة النظر المنطقية « عقولا زائفة » ، بل هناك من هم أدنى من ذلك ، أعنى المعتمدين والمجانين •

وستتيح لنا هذه الاعتبارات تحديد منهج ذلك العلم المعيارى الذى نحن بصدده هنا ، أعنى المنطق ، وتمكننا بوجه خاص من أن ندرك أن المنطق ينبغى له أن يتجه من الطابع التلقائى إلى الطابع القائم على التفكير •

١١ — المنطق علم وفن فى آن واحد :

هل هذا الانتقال من الطابع التلقائى إلى الطابع القائم على التفكير غاية فى ذاته ، أم أنه يمكن العقل من تحسين العمليات التى يقوم بها ، قبل كل علم ، من أجل بلوغ الحقيقة ؟

كان من المسائل التى أثارت الجدل بين المناطقة الأقدمين ومناطقة النعصور الوسطى معرفة ما إذا كان المنطق علما أم فنا : أعنى هل هو علم بمعنى أنه معرفة نظرية بحتة للتفكير الصحيح ، دون أى تطبيق عملى ، أم هو فن بمعنى أنه وسيلة عملية لإجادة التفكير • فلنقل إن المنطق علم وفن فى آن واحد ، إذ أنه يصف عمليات العقل ويحكم عليها ، ويضفى عليها قيمه تتفاوت فى مكانتها ، مما يؤدى به ضرورة إلى إصلاح هذه العمليات وتقويمها •

ولقد كان الاسم الحقيقى الذى أطلق على كتاب المنطق المعروف باسم منطق « بور رويال » (المنشور فى عام ١٦٦٢) هو « المنطق أو فن التفكير » • وهذا الكتاب يتصدره مقال عرض فيه مؤلفاه أرنو ونيكول Amauld et Nicole « الهدف من هذا المنطق الجديد » ، ويبدأ المقال بهذه الكلمات « ليس ثمة شئ أجدر بالتقدير من الحكم الفطرى الصادق ، ومن صواب نظرة العقل فى إدراكه للحقيقة والبطلان » • فهما إذن يحكمان بأن المنطق نافع فى اكتساب هذه الصفات • وبالمثل نشر ديكارت فى ١٦٣٧ « المقال فى المنهج ، من أجل إرشاد العقل والبحث عن الحقيقة فى العلوم » •

ومن المؤكد أنه لا ينبغي الغلو في تقدير القيمة العملية للمنطق .
فلنلاحظ أولاً أن المنطق ، لما كان يلى سيكولوجية الذهن في مرتبته ،
فإنه يفترض ثقافة سابقة واسعة ، كما يفترض معلومات عديدة .
وفضلاً عن ذلك ، فمن الجائز أن يكون الأعداء الحقيقيون للحقيقة في
العقل الإنساني ، هم الخمول والأهواء ، لا الافتقار إلى التجربة أو إلى
البراعة المنطقية .

ورغم ذلك ، فليس لنا أن نظن أن المنطق غير مجرد في الناحية
العملية ، وإنما ينبغي أن نقول إن فائدته سلبية على الخصوص . فهو
يكشف النقاب عن الاستدلالات الباطلة ، بل أنه يحذرنا من عدم
كفاية الاستدلالات التي تبدو في ظاهرها غير يقينية فحسب . وهو
لا يفيد في الكشف عن الحقيقة بقدر ما يفيد في توقي الخطأ ،
وبالتالي في تنمية ما يسمى بروح النقد . فهدف « ديكارت » مثلاً كان
سلبياً على وجه الخصوص : إذا كان يرمى إلى أن يقتلع من نفوس
معاصريه تعلقهم بالمنطق الشائع في العصر المدرسي .

الفصل الثاني

المنطق

- منهج المنطق هو التحليل النقدي القائم على التفكير . وينصب هذا التحليل أولا على اللغة ، فيميز فيها بين :
- ١ - الحدود التي تدل على معان كلية « مجردة » و « عامة » ، والتي يكون لها مفهوم وماصدق .
 - ٢ - القضايا ، التي تثبت (أو تنفى) علاقات بين الحدود ، والتي تعبر عن أحكام .
 - ٣ - الاستدلالات التي تستخلص نتيجة من عدد معين من المقدمات .

مقولات أرسطو و « كانت » هي الصور العامة للفكر في إعداد المعانى الكلية والأحكام . مبادئ « المنطق العام » (أى مبادئ الهوية والتناقض والثالث أو الوسط المرفوع) تسرى على كل فكر وكل لغة تزعم لنفسها الاتساق .

غير أن فلسفة العلوم تقدم إلى المنطق منهجا آخر أكثر خصوبة من هذا المنهج بلا شك ، وهو التحليل النظرى الذى ينصب على العلم عند نشأته ، ثم يتطور إلى بحث فى المناهج العلمية، ونقد لمعرفة العلمية (إبستمولوجيا) ونظرية للمعرفة (١) .

- ١ - الحقيقة ليس لها معيار :

إذا كان المنطق علما معياريا ، كانت الحقيقة « معيارا » أى قاعدة أو نموذجاً للكشف عن الحقائق أو التحقق من صدقها .

(١) مسوف تعرض لوجهة نظر المنطق الحديث فى الفصل الثانى عشر (القسم الثامن) .

ولكن هل هناك « معيار *critère* » للحقيقة ، أعنى علامة تتسم بها القضايا الصحيحة وتتميز بها من القضايا الباطلة ؟ وهل يتميز الصحيح من الباطل كما يتميز الأبيض من الأسود ؟ لقد تساءل الإغريق عن ذلك قائلين : هل يحمل الحكم الصحيح طابعا مميزا ، مماثلا للعلامة التي تطبع على أجساد العبيد ، وتمكن من التعرف عليهم إذا ما لاذوا بالفرار ؟

لقد حاول فلاسفة العصر اليونانى القديم أن يعرفوا معيار الحقيقة هذا ، غير أنهم عجزوا عن الوصول إليه ، بل لقد اضطروا إلى التسليم أخيرا بأن الفكرة ذاتها معتنقة • إذ لو وجد مثل هذا المعيار ، لما استطعنا أن نتصور إمكان وقوع الناس فى الخطأ ، وإمكان اختلاف الآراء حول الموضوع الواحد ، فى حين أنه لو كان ثمة حقيقة ، لكان من انجلي أن رأيا واحدا منها هو الصواب • ومن جهة أخرى ، فلا شيء يشبه الصواب ، من الوجهة العملية ، ولا شيء يبدو أشبه بالحقيقة بالمعنى الحرفى لهذا اصطلاح (فى الفرنسية *vraisemblable*) وهى كلمة مشتقة من الحقيقة) أكثر من البطلان • فمثلا : لا شيء أقرب إلى الواقع الفعلى من الحلم ، ومن المحال ، كما بين ديكارت فى « التأمل الأول » ، أن يعلم المرء علم اليقين بأنه ليس نائما أو أن يبرهن على ذلك برهانا قاطعا • وغضلا عن ذلك ، فمن أين يستمد معيار الحقيقة سلطته ؟ أهو يستمدها من معيار آخر ؟ وما مصدر هذا المعيار الآخر ؟ إن مصدره معياو آخر ، وهكذا إلى ما لا نهاية • والحق أن الشكك اليونانيين قد جمعوا حول هذا الموضوع الدليل تلو الدليل ، متحصدين بذلك « التوكيديين *dogmatiques* » (أى أولئك الذين يقولون بوجود معيار أو مقياس) أن يأتوا بدليل يثبت تأكيداتهم : أى أنهم كانوا يقولون للتوكيدى « برهن على برهانك » ، فيقمع التوكيدى فى حيرة لا مخرج منها ، إذ أنه : ١ — إما أن يقتصر على أن يؤكد فى تصف أن برهانه يصلح فى نظره هو ، وذلك ما كان الشكك يسمنه موقف الـ *hypothese* أعنى التأكيد الاعتبارى دون برهان • ٢ — وإما أن يحاول أن يملو على هذا الموقف ، ولكنه سيظل يملو فى هذه الحالة إلى

حالا نهاية له ، وبالتالي لن يصل أبدا إلى البرهان المنشود ، وذلك هو التسلسل إلى ما لا نهاية له وإما أن يضطر إلى البرهنة عن طريق نفس الشيء المراد البرهنة عليه ، وتلك هي حالة الدور أو *diallèle* (البرهنة على شيئين كل منهما بالآخر) • ومن ذلك ننتهي إلى أن الحقيقة ليس لها معيار •

غير أن هذا لا يعني أنه ليس ثمة حقيقة • فمئذ آلاف السنين التي ظل الناس خلالها يستدلون ويبرهنون ويتحققون من صدق آرائهم ، كان من المحال ألا تظهر خلال ذلك حقيقة ما • وإن العلم لينتقدم على الدوام ، وهو يقدم الدليل على حقيقته بما يحرزه من نجاح في كل الميادين •

والذي ينبغي أن نقوله هو أن « الحقيقة هي معيار ذاتها » • وكما قال سبينوزا (١) بحق « • • • فالحقيقة ليست في حاجة إلى أية علامة • • • ويكفي أن تكون لدينا الماهيات الموضوعية أو ما يعادلها من أفكار عن الأشياء ، للقضاء على كل شك » • إن الحقيقة قد ظهرت رويدا رويدا عن طريق تقريرات متتالية ، وخلال المحاولات والجهود والتأملات والتعديلات ، ثم حصلنا عليها واكتسبناها : وإذن فلننتخذها معيارا في ذاتها •

٣ — المنطق يتبع منهج التحليل الفكري النقدي :

إذن ليس المنطق كسفا وتأكيدا لمعيار خارجي للحقيقة • وإنما هو تحليلي وفكري ، ونقدي •

١ — فهو تحليلي بمعنى أنه إذا اتخذ الحقيقة المعطاة نقطة بدء له ، فإنه يرتقى منها إلى الشروط التي جعلت هذه الحقيقة ممكنة •

٢ - وهو فكرى واع ، بمعنى أنه يصل بهذه الطريقة إلى « معرفة قدرتنا على المعرفة » كما يقول سبينوزا • فالفكر الواعى هو معرفة الفكر لذاته معرفة إيجابية إرادية • ومن هنا ندرك كيف أن كلمة الفكر الواعى *réflexion* تشتق من اللاتينية *reflectere* التى تعنى « الرد إلى الوراء » (أعنى أن يرتد المرء بفكره إلى الوراء أىعى المرحلة التى قطعها) •

٣ - وهو نقدى ، بمعنى أنه متى انتهى من تحليل المعرفة والتفكير فيها تفكيراً واضحاً ، ميز بين ما هو صحيح وما هو باطل على نحو أكثر دقة ، وبذلك يستطيع أن يحدد المنهج الذى يفضى إلى المعرفة الحقة • ونقد كان « كانت » (١) هو الذى أدخل كلمة « نقدى » واستعملها فى الفلسفة بمعنى التفحص والاختبار المنهجى •

٢ - فكرة وجود منطق عام :

يطلق اسم « المنطق العام » على دراسة جميع العمليات العقلية التى تتسم بطابع « مقالى » ، أعنى أنها تتمثل ، أو يمكن أن تبدو ، فى صورة سلسلة ملفوظة من الأسباب المنطقية • والهدف من هذه الدراسة هو تحديد العمليات الصائبة ، والتى تنتهى بالكشف عن الحقيقة ، من بين سائر العمليات العقلية •

ولكن من أين نأتى بهذه العمليات ؟ أول الطرق التى تطرأ على الأذهان ، وأوسعها انتشاراً ، هى أن تستمد مادة المنطق من اللغة •

ولا جدال فى أن اللغة فى ذاتها لا توصف بالصدق ، وإنما هى تنفيذ الصواب والخطأ على حد سواء ، وهى تحتل الحقيقة والبطلان معاً على قدم المساواة • ولكن لابد أن اللغة قد اكتسبت — منذ أن وضعتها البشرية وتوارثتها وكملتها — قدرة تتيح لنا إيضاح الحقيقة وعرضها

١) Critique de la raison pure, 1781; de la raison pratique, 1788; du jugement 1790.

لا الكشف عنها • فالقضية التي تذكر على حدة لن تنطوى بحسب صورتها وحدها على شيء ينبئنا إذا كانت صادقة أم كاذبة • فقد يقول المرء في دياجير الظلام « النهار طلع » • فاللغة تسمح بوقوع الخطأ ، وهى مطية الكذب • ولكن وسائل الربط بين أجزاء اللغة كفيلة بأن تكشف عن العمل الذى يمهّد للوصول إلى الحقيقة • فإذا قلت مثلا : « نحن في شهر أبريل ، والساعة التاسعة صباحا ، إذن فالنهار طالع » كانت العلاقة بين هذه القضايا ، وخاصة بين القضيتين الأوليين اللتين تجمع بينهما واو العطف ، وبين الثالثة ، التى تستهل بالحرف « إذن » — فنقول كانت هذه العلاقة ذات دلالة كبرى • فمجموع القضايا الثلاث يكون ما يسمى بالاستدلال • والاستدلال هو الطريقة المثلى للوصول إلى الحقيقة أو لتوقى الخطأ • فالذى يهمنى فى مجموعة القضايا التى ضربنا بها هذا المثل ، ليس القضايا ذاتها ، وإنما هو العملية التى تنتج بها الثالثة من الأوليين •

ودراسة هذه العملية لا تكشف لى عن حقيقة القضية ، وإنما تكشف لى عن الطريقة التى نقرر بها حقيقة إحدى القضايا •

المنطق العام • فلسفة النحو (التراكيب اللغوية) : ولنقل بعبارة أخرى ، إنه من الممكن جدا أن يبدو المنطق كما لو كان تحليلا واعيا للنحو ، لا لذلك الجزء من النحو المسمى بدراسة المفردات والأشكال اللغوية (وإن تكن لمعرفة الأشكال بعض الأهمية فى دراسة ظاهرة تعدد معانى الألفاظ وعلاقتها بنهاية الكلمات •• الخ ، وهى الدراسة التى تكشف عن علاقات ، ومن ثم تحدد على الأقل معالم الطريق الذى نصل به إلى الحقيقة) ، بل للجزء الآخر المسمى « بالتركيب اللغوى » ، فيكون المنطق العام أولا فلسفة للتركيب اللغوى [phil. de la Syntaxe] . ويبحث فى التركيبات التى تعبر عن عملية التحقق من صحة المعنى ، وهو على الأخص بحث فى الكلمات التى تجدد المراحل الرئيسية لهذه العملية مثل : واو العطف ، أو ، إذن ،

لأن ، رغم أن ... الخ . فالمنطق العام هو أولاً تحليل واع ، يتعلق
بأدوات العطف التي تفيّد ارتباط والتبعية .

وفضلاً عن ذلك ، فإن كلمة « لوجوس » ، التي اشتق منها اسم
المنطق في اليونانية ، تعبر أصلاً عن اللغة ، وعن الجزء الإيجابي منها
بوجه خاص ، أى عن الجزء الذى يقمّنه التركيب اللغوى على هيئة
قواعد ، ومن هنا جاءت المعانى المشتقة من هذا اللفظ القديم :
كالاستدلال ، والصلة ، والحساب ، والمنهج ، والعلم .

التركيب اللغوى والديالكتيك : يمكننا أن نصل إلى نتيجة أفضل
من هذه ، لو درسنا اللغة وهى فى غمره أدائها لوظيفتها
وفى أوج مرحلة البحث ، أعنى إذا صرفنا النظر عن التفكير فى النحو
الخاص باللغة العلمية المتداولة ، التي تهتم بالسلوك العلمى
أكثر مما تهتم بالصواب ، وبالفعلية العملية أكثر من القيمة
العقلية ، لكى نفحص لغة البرهان والمحااجة والتفديد ، أى ما كان يطلق
اليونانيون عليه اسم الديالكتيك [Dialectique] . وهذه الكلمة تدل على
نوع خاص من الحوار [dialogue] : وهو حوار عارف يقظ ، يعمل
فيه المتحاوران سوياً من أجل التمهيد للكشف عن حقيقة يكون اتفاقهما
عليها ضماناً لقيمتها . ولقد كان سقراط هو الذى وضع « أسس » المنهج
الديالكتيكى فى القرن الخامس قبل الميلاد . كما أن المنهج الديالكتيكى
كان هو ذاته المنهج المتبع فى محاورات تلميذه أفلاطون (القرن الرابع)
ثم حاول أرسطو ، وهو تلميذ أفلاطون ، أن يستخلص قواعد ، فى
نفس الوقت الذى حاول فيه أن يحلل أعم عمليات اللغة المتداولة
وأكثرها شيوعاً .

٤ — تحليل اللغة المتداولة يؤدى إلى الحدود التي تعبر عن تصورات:

إذا ما مضينا فى تحليل اللغة المتداولة شوطاً بعيداً ، فإننا لا ننتهى
فى آخر الأمر ، إلى « كلمات » بالمعنى الصحيح ، بل إلى ما يسمى
« بالحدود » termes أى إلى كلمات لا تعبر عن علاقات ، وإنما عن

حقائق ذهنية يمكن أن تقوم بينها العلاقات فيما بعد ، ومن الممكن أن يقال عنها في ذاتها إنها خالية من التضمن كما قال أرسطو . ففي الجملة « القلم أسود » أو « القلم مكتب » تكون الكلمات « قلم ، أسود ، ويكتب » حدودا .

والحد العام يعبر عن تصور . وكلمة التصور (أو المفهوم) تنطلق على تمثيل مجرد عام . ومعنى ذلك بعبارة أخرى أنه يشتمل على عدد معين من الصفات المستخلصة (أو المجردة) من تمثيل (يقال عنه تبعا لذلك إنه أكثر عينية ، والمشاركة بين عدة أفراد لفئة واحدة أو لذلك إنه أكثر عينية) ، والمشاركة بين عدة أفراد لفئة واحدة أو جنس واحد (عام) . فتصور « القلم » مثالا يشتمل على صفات (كونه مصنوعا من مادة « البلاستيك » مثلا ، ومذهبا بريشة ثابتة ، ومشملا على مستودع للحبر) وهذه الصفات مستخلصة من أقلام الحبر التي رأيتها . ومن جهة أخرى ، فهو يمثل فئة من الأشياء مشتركة في هذه الصفات . ويطلق اسم « مفهوم التصور (Compréhension ou connotation) على مجموع الصفات التي يجمع (connote) بينها التصور . أما « ماصدق التصور (extension) فهو مجموع الأفراد الذين « يصدق عليهم » . والتصور علاقة بين ماصدق ومفهوم . فهو إذن ينطوي في ذاته على إثبات ضمنى ، مادام يثبت أن الماصدق مطابق للمفهوم ، أى أن « الأقلام أقلام » ، وهو حكم يشير الموضوع فيه إلى المفهوم ، أى إلى مجموع الصفات : فأفراد فئة القلم تطابقها صفات كونها مصنوعة مادة « البلاستيك » ولها ريشة ثابتة ، الخ . وماصدق الحد ومفهومه لا يستقل كل منهما عن الآخر . فإذا ما توسعنا في الماصدق ، أى زدنا الفئة ، اضطررنا إلى محو بعض الصفات ، ما دامت كل صفة تعد شرطا لدخول فرد في ماصدق التصور . كما أن زيادة المفهوم قد تدفعنا — لهذا السبب نفسه — إلى إنقاص الماصدق . فإذا أردت زيادة ماصدق تصور « الثدييات » حتى يشمل « الفقريات » كان من الضروري أن يفقد صفات : الولادة وإرضاع الصغار ، ووجود جهاز شعر جلدى ، وهى الصفات التى

لا تنطبق على كل الفقرات • أما إذا أردنا التوسع في صفات تصور
للثدييات ، كوجود الأسنان مثلا ، فإن الثدييات تقتصر عندئذ على أكلة
للحوم ، أو أكلة العشب أو الحيوانات المفترسة •

٥٠ - أرسطو يطلق اسم المقولات على أجناس الوجود :

إذا نظرنا إلى التصور من حيث مفهومه ، وجدنا أنه يمكن أن يكون
موضوعا لعدد كبير من الأحكام التي تحمل عليه صفات : فالقلم أسود
والقلم عتيق • الخ • وكل حكم من هذه الأحكام يحدد الموضوع من
وجهة نظر مختلفة • ولقد كانت وجهات النظر هذه هي التي سماها
أرسطو « بالمقولات » • وهو يسميها بأجناس الوجود أي الضروب
المختلفة التي يمكن أن يوجد عليها شيء ما ، أو بعبارة أخرى ، أحوال
الحمل المنطقي (attribution)

وهو يميز من هذه المقولات عشرا ، لا يحتاج المرء إلى تفكير طويل
ليدرك أنه استخلصها من النحو المتداول • والمقولة الأولى هي الجوهر
أو الماهية (سقراط « إنسان ») وهي تناظر الاسم في النحو •
والثانية هي الكم (طوله ذراعان) وهي تناظر النعت العددي • والثالثة
هي الكيف (أبيض) التي تناظر النعت الكيفي • والرابعة هي الإضافة
(ضعف ، نصف ، أكبر من) وتتناظر أفعال التفضيل • والخامسة هي
المكان أو الأين (في المدرسة ، أو في الميدان) وتتناظر ظرف المكان •
والسادسة هي الزمان أو المتى (أمس ، فيما مضى) ، وتتناظر ظرف
الزمان • والسابعة هي الوضع (جالس ، مضطجع) وتتناظر الصفة
أو لاسم المفعول • والثامنة الملك (حذاؤه أو رداءه) وتتناظر المضاف
إليه • والتاسعة والعاشرة هما الفعل والانفعال (هو يقطع ، ويُقطع)
وتتناظران الفعل المبني للمعلوم والمبني للمجهول •

٦ - الحكم يحدد معنى القضية :

يؤلف بين الحدود على هيئة قضايا • وتطلق كلمة الحكم على التأكيد ،
الموجب أو السالب ، الذي يثبت أو ينفي علاقة بين شيئين • وبالحكم
نميز القضية بمعنى •

ويطلق اسم الرابطة Copule على الكلمة التي تعبر عن العلاقة بين
الحددين . وهذه العلاقة قد تكون على أنواع متباينة ، وإن كان
المنطق التقليدي قد ردها كلها إلى علاقة التضمن التي هي علاقة
الموضوع بالصفة أو بالمحمول prédicat . وفي هذه الحالة تكون
الرابطة هي دائما فعل الكينونة (١) . وعلى ذلك فالحكم في نظر المنطق
التقليدي ينحصر في إثبات محمول لموضوع ، أو نفى إمكان نسبة هذا
المحمول إلى الموضوع . على أن وجهة النظر هذه ضيقة إلى حد بعيد ،
وإذا عمل المنطق الحديث ، الذي امتد فأصبح منطقا رهزيا logistrique
على توسيعها إلى حد غير قليل .

ولكن حتى لو ظل المرء ملتزما بحدود المنطق التقليدي ، فسيضطر إلى
التمييز بين عدد من الطرق المختلفة التي يمكن أن تقرر بها علاقة
التضمن . وسوف نسترشد هنا بقائمة الأحكام التي عرضها كانت في
« نقد العقل الخالص » (٢) . فمن الممكن أن ينظر إلى الأحكام على
أربعة أنحاء مختلفة ، وفي داخل كل نحو من هذه الأنحاء يمكننا أن نميز
بين ثلاثة أنواع مختلفة ، فيكون المجموع اثني عشر نوعا من الحكم .
والأنواع الثلاثة المنسدرجة تحت كل قسم مرتبة فيما بينها بحيث أن
الثالث منها يوفق بين تعارض الأول والثاني ، ويستبقى شيئا من كل
منهما ، مما يؤدي إلى تكوين الثلاثي المشهور : القول ، ونقيضه ،
والركب من القول ونقيضه .

١ — فمن حيث الكم quantité تنقسم الأحكام إلى كلية universels
أو جزئية particuliers . ففي النوع الأول ينصب الحكم على جميع
مصادقات الموضوع (كل إنسان فان) وفي الثاني على جزء منه فحسب،

(١) يلاحظ أن الرابطة لا تظهر في معظم القضايا في اللغة العربية ،
وذلك تبعا لمقتضيات التراكيب النحوية في اللغة العربية (المتدمج) .

Traduction Archambault (Flammarion) t.I p. 113 (٢)

(م ٢ — المنطق)

هو فضلا عن ذلك جزء غير محدد (بعض الناس أذكىء ، يوجد أناس أذكىء) • والمركب من الكثر والجزئى هو المخصوص *Singulier* ولا يكون فيه للموضوع « ما صدق » ، وإنما يكون فردا (سقراط إنسان) ، بحيث يمكن فى هذه الحالة أن نستخدمه فى الاستدلال كما لو كان حدا جامعا ينظر إلى جميع ماصدقاته •

٢ — ومن حيث الكيف *[qualité]* ، تنقسم الأحكام إلى موجبة *affirmatifs* وسالبة *negatifs* • ولكن « كانت » يضيف نوعا ثالثا ، يسميه « باللامحدد *indéfini* » ويكون مركبا من الموجب والسالب ، إذ أن هذا النوع موجب بحكم رابطته ، سالب فى محموله ، ومثاله : « النفس لا فانية » ، أى أن النفس تتدرج تحت ذلك النوع « اللامحدد » من الكائنات التى ليست فانية •

٣ — ومن حيث الإضافة *relation* ، قد تكون الأحكام حملية ، أو شرطية ، أو انفصالية • فالحكم الحملى هو حكم بسيط تربط فيه العلاقة التى يثبتها (أو ينفيها) بين الموضوع والمحمول ، أما الحكم الشرطى فهو حكم مركب يؤكد وجود علاقة بين حكمين يكون أحدهما المبدأ أو الشرط ، والثانى نتيجة له • ومثال ذلك « إذا أنخفض مقياس الضغط الجوى فسوف يسقط المطر » • وأما الأحكام الانفصالية فهى عده بدائل تثبت بها أن عددا معينا من الأحكام يستبعد كل منها الآخر ، ونكتها تألف جميعها المجموع الكلى لمعرفة ممكنة • ومثال ذلك « يوجد العالم إما بمحض الصدفة ، أو بفضل ضرورة داخلية أو نتيجة لملة خارجية » •

٤ — أما جهة الحكم *modalité* فهى الطريقة التى يرتبط بها الحكم بالذهن فى مجموعه ، أو إن شئت فقل هى الطريقة التى تربط الحكم بالتفكير ، أو درجة اليقين التى يحدد بها الفكر مرتبة الحكم ، وتعتبر عنها عبارات : بالتأكيد ، بلا شك ، ربما ، بالضرورة •

فالأحكام التى تكفى بإقرار حقيقة ، هى أحكام تقريرية *assertoriques* أما تلك التى تعبر عن إمكان فهم احتمالية *problématiques* : فالأحكام الشرطية والانفصالية تجمع بين قضايا احتمالية ، إذ أن الحكم « إذا ، ينخفض مقياس الضغط الجوى سقط المطر » ينقسم إلى : من الممكن أن ينخفض مقياس الضغط ، ومن الممكن تبعاً لذلك أن يسقط المطر . كذلك الحال فى قولنا : العالم ربما كان يوجد بفعل صدفة عمياء ، أو بفعل ضرورة خارجية . الخ . والنوع الثالث من أحكام الموجهات يشتمل على الأحكام الضرورية *apodictiques* التى تعبر عن ضرورة ، مثل : مجموع زوايا المثلث هو بالضرورة قائمتان . والحكم الضرورى هو المركب الذى يجمع بين الحقيقة والإمكان ، إذ أنه يؤكد أن الحقيقة التى يقول بها هى الوحيدة « الممكنة » أو أن القضية التى تناقضها باطلة لأنها « غير ممكنة » .

٧ - « كانت » ينظر إلى المقولات على أنها تعبر عن الوظائف الأساسية للتفكير :

أراد كانت أن يتوج المنطق بقائمة للمقولات على غرار ما فعل أرسطو من قبل . غير أن مقولاته ، وإن كان بعضها مماثلاً لمقولات أخرى عند أرسطو ، ليست لها نفس دلالة المقولات الأرسطوطاليسية . بل إن بين الفلسفتين فارقاً أساسياً فى وجهة النظر : ذلك لأن الانقلاب الذى أحدثه « كانت » ، والذى كان استمراراً لتفكير « ديكارت » ، قد أخل المثالية الحديثة محل واقعية الفلسفة القديمة .

واقعية أرسطو والمثالية الحديثة :

قلنا إن أرسطو قد نظر إلى المقولات على أنها « أجناس الوجود » . فواقعيته تنحصر فى إخضاع التمثل الذهنى للوجود ، والحقيقة للواقع . وإذا ما ووجه الواقعى بالسؤال « فيم تكون حقيقة هذا الحكم ؟ » كان جوابه « فى مطابقته للواقع » . غير أن هذه

الإجابة ، التى هى التعريف الواقعى للحقيقة ، تنطوى على دور منطقى (d'allélu) (١) ، إذ كيف يعلم المرء أن هذا الحكم مطابق للواقع ، إن لم يكن عن طريق التمثلات الذهنية أيضا ؟ إن الفيلسوف الواقعى يحيلنا من التمثل إلى الواقع ، ولكن لكى نعرف الواقع ، ينبغى له أن يحيلنا من الواقع إلى التمثل ، وهنا يظهر الدور بوضوح . هذا إلى أننا متى أردنا أن نعرف إن كان الحكم صادقا أم لا ، فإننا لا نرجع أبدا إلى الواقع : فمثل هذا الرجوع خداع ، ما دام المرء لن يهتدى على الدوام إلا إلى تمثلات ذهنية . وإنما يبحث المرء عن تمثلات مختلفة عن تلك التى بنى الحكم على أساسها أولا ، تتقاطع معها ، وتؤدى إلى تكوين طائفة من الأدلة . أى أن الذهن يتجه فى سعيه إلى الحقيقة ، إلى بناء سلسلة من البراهين ، ولا يعود مطلقاً إلى الواقع . فمتدما يقوم المرء بتحقيق قضائى ، لكى يهتدى إلى المجرم مثلا ، فإنه لا يسعى إلى الوصول إلى الجريمة كما وقعت حقيقة ، إذ أن هذا الواقع قد اختفى على أية حال ، وإن كان أحد قد أدركه ، فما ذلك إلا عن طريق التمثل الذهنى . ذلك لأن عناصر التحقيق « أدلة » مادية أو « أقوال الشهود » . فإذا ما اعترف المتهم ، لم يكن فى ذلك نهاية التحقيق ، بل يبدأ ثانية وقد أضيف إليه عنصر جديد ، وهو شهادة المتهم ، وهى شهادة لها قيمتها الكبرى ، غير أنها لا تكفى ، إذ أن أحدا لا يعلم السبب الذى دعاه إلى الاعتراف ، ولا يعرف إذا كان اعترافه صادقا : فربما لم كن مذنباً ، « واعترف » بدافع اليأس أو الإعياء ، وهذا ما يعمل التحقيق على التثبت منه . فالبحث عن الحقيقة لا ينحصر فى الاتصال المباشر بالواقع ، وإنما فى الجمع بين التمثلات والتحقق من صدق كل منها بوساطة التمثلات الأخرى . فالحقيقة هى ثمرة التحقق .

(١) انظر الفصل الثانى ، القسم « ا » .

المنطق : علم التحقق من الصدق ، وعلم البرهان :

إنّ غليس المنطق علما للوجود ، وإنّما هو علم للتحقيق والبرهان .
وذلك ما سيّتين لنا بمزيد من الوضوح بعد دراستنا لفلسفة العلوم .

لكن في هذه الحالة لا تكون مقولات المنطق « أنماطا للوجود » ،
وإنّما هي أحوال الحمل المنطقي فحسب . فالوجود أمر يقرره الحكم ،
وما كان يظن « أنماطا للوجود » ليس إلا أنماطا للتفكير الذي ينطوي
عليه الحكم ، أو هو بعبارة أخرى وظائف التفكير التي تنطوي عليها
عملية الحكم .

وتلك هي مقولات « كانت » . وسوف يمكّننا تصنيف الأحكام
من استنباطها ، إذ أن كل فئة للحكم تناظرها وظيفة إجرائية للتفكير
الذي يحكم .

وعلى ذلك ، تكون لدينا ثنتا عشرة مقولة ، أربع رئيسية ، تنطوي
كل منها على ثلاث مقولات فرعية . ولقد عرفنا من قبل الأربع
الرئيسية ، وهي الكم والكيف والإضافة والجهة . ولنلاحظ أن الثلاث
الأولى منها أرسطوطاليسية وهي تقابل الكم ، والكيف والإضافة
ولكنها تكتسب هنا معنى جديدا ، أما الجهة فلم يكن أرسطو
يجعلها ، بل لقد أوضح بجلاء الفارق المنطقي بين القضايا التقريرية
والضرورية والاحتمالية .

والمقولات الفرعية للكم هي « الوحدة ، والكثرة ، والكلية *totalité*
ومن الجلي أن الثالثة هي المركب من الأولين ، إذ أن الكلية هي وحدة
الكثرة ، فالرقم ٣ هو وحدة الكثرة ١×٣ ، إذ أن $١ \times ٣ = ٣ \times ١$
(٣ مضروبة في ١ هي ١ مضروب في ٣) .

والمقولات الفرعية للكيف هي الواقعية *réalité* والسلبية *négation*

والتحديد limitation • وهنا أيضاً تكون الثالثة مركبا من الأوليين :
غالتصديد هو الواقعية محددة و « محاطة » بالسلب •

والمقولات الفرعية للإضافة هي : الجوهر ، والعنية ، والمشاركة
(التأثير المتبادل بين حقيقتين مقترنتين) • ذلك بأن الحكم الحملى
الذى يفيد التضمن يؤكد أن صفة ما يجب أن تحمل على موضوع ،
يكون عندئذ جوهرها لها ، والحكم الشرطى يفيد وجود علاقة بين علة
ومعلول (فى المثال السابق يكون انخفاض مقياس الضغط علامة على
حالة جوية تسبب المطر) ، والحكم الانفصالى يقرر بين عدد معين من
الأحكام علاقة تزامن simultanée و مساواة ، واستبعاد متبادل •

والإضافة هي أهم المقولات ، وهى التى أوجت إلى كانت بأكثر
المشاكل تعقيدا وخصبا • وسنعود إلى الكلام عنها فى موضع
آخر (١) •

والمشاركة (أو التأثير المتبادل) هى المركب من الجوهر والعنية ،
لأنها العملية المتبادلة بين جوهرين يؤثر كل منهما فى الآخر •

أما المقولات الفرعية للجهة فهى « الإمكان » [Possibilité]
(وضده الاستحالة) والوجود existence (وضده اللاوجود)
والضرورة nécessité (وضدها العرضية contingency)
والضرورة هى المركب من الوجود والإمكان ، إذ أن ما هو ضرورى هو
ما لا يحتاج إلا إلى أن يكون ممكنا لكى يوجد • ولقد تحدث أبلنتز
عن الله بهذه العبارة الرائعة المستوحاة من فكرة الجهة فقال :
« إن الوجود الضرورى يوجد إذا كان ممكنا » •

٨ - بعد كانت ، أكمل هاملان قائمة المقولات :

كانت قائمة المقولات عند « كانت » نقطة بداية قوائم أخرى ،

نسبتها إلى قائمة كانت هي نفس نسبة هذه القائمة إلى قائمة أرسطو^١ .
فلنمط فكرة موجزة عن قائمة هاملان^(١) ، التي كانت موضوعا لبحثه .
في كتاب « دراسة العناصر الرئيسية في التمثل » .

Essai sur les éléments principaux de la représentation

في هذا الكتاب تطلع هاملان إلى بناء سلسلة المقولات كلها عن طريق العملية الثلاثية التي سار عليها كانت ، وهي : الوضع ، ونقيضه ، والمركب من الوضع ونقيضه .

الإضافة ، والعدد ، والزمان :

إن نقطة البداية هي مقولة الإضافة ، إذ أن كل تفكير إنما ينحصر في تقرير صلة أو علاقة بين حدود متفرقة ، والتفكير ربط : فالعالم في نظر الفكر « سلسلة متدرجة من العلاقات » ، ولا شيء منفزل فيه على الإطلاق ، بل إن الأضداد إنما هي متضاديات ، إذ أن كلا منها يستبعد الآخر ، وذلك ، في الحق ، نوع من التبعية المتبادلة . فالإضافة إذن هي المقولة الأولى . ونقيض الإضافة هو العدد : فالعدد مكون من وحدات ، على أن الوحدات لا يمكن تقريرها ، بوصفها وحدات ، إلا إذا تصورناها متفرقة على نحو ما . فعندما يقال عن أشياء إنها « اثنان » مثلا ، يكون معنى ذلك أن لكل منها وجودا مستقلا يكون ، على نحو ما ، عالما لا سبيل للذاني إليه . وهكذا تكون لدينا مقولتان متضادتان : الإضافة والعدد . فماذا يكون المركب منهما ؟ لا بد أن يكون مقولة تستبقي من العدد قانون التشئت ، والاستبعاد المتبادل الذي يفرق بين الوحدات ، ومع ذلك تبقى على علاقة بينهما . وذلك هو الزمان ، إذ أن لحظات الزمان تفر كل منها من الأخرى ، إلى حد أن كل لحظة تلتقى — في حينها — بالأخريات في هوة العدم ، التي يمثلها الماضي . ومع ذلك فإن لحظات الزمان تظل مرتبطة . ذلك لأن

«الماضى ، وإن لم يعد له وجود ، فهو على الرغم من ذلك يتحكم فى الحاضر ، الذى يحتفظ منه بأثر فى الذاكرة . تلك إذن هى المجموعة الثلاثية الأولى : الإضافة ، والمعدد ، والزمان . وهى المجموعة التى تكونت بناء على طريقة « كانت » .

الزمان والمكان والحركة :

المقولة المقابلة للزمان هى ، بطبيعة الحال ، المكان ، هذا إلى أن اللغة ذاتها تؤكد ثنائية الزمان والمكان . وليس من الصعب أن ندرک فیم يتضادان : فالزمان ينصرم ، والمكان باق ، ويحفظ أجزاءه المختلفة معاً كما لو كانت « مترامنة » ، والزمان يكون سلسلة وحيدة ، وليس له — كما قيل عنه — سوى بعد واحد ، بحيث أنه إذا لم تتعاقب الحادثنان فى الزمان ، أعنى إذا لم تكن إحداها سابقة على الأخرى ولا لاحقة بها ، كانتا مقترنتين فى الزمن ، وتنطبق إحداها على الأخرى من الوجهة الزمانية . أما فى المكان فمن الممكن ألا تتطابق الأشياء وذلك بصور مختلفة (أى بثلاثة طرق ، ما دام للمكان ثلاثة « أبعاد ») . وإذن فهناك تضاد بين المكان والزمان . ولكن يوجد بينهما ، رغم ذلك ، خصائص مشتركة تسمح بتكوين مركب بينهما : فهما متجانسان ومتصلان . والمركب منهما هو الحركة . فالحركة هى تغيير الموقع فى المكان خلال الزمان . وهى بدورها متجانسة ومتصلة ، شأنها فى ذلك شأن المقولتين اللتين تكونت منهما . فالمجموعة الثلاثية الثانية هى إذن : الزمان ، والمكان ، والحركة .

الحركة ، والكيف ، والاستحالة (١) :

تستبقى الحركة من الفكرتين اللتين ولدتاها ، صفة كونها « مركبة » أعنى أن أجزائها لا يمكن أن تنمصد إلا مع تجاوزها وبقيائها متميزة . ولذا كان هناك علم رياضى خاص للحركة ، كما أن هناك علما رياضيا

(١) الاستحالة هنا أن يستحيل الشيء الذى هو آخر ، أو يصبح شيئا آخر altération ، ولا شأن لها بالمعنى الآخر الذى يقابل الامكان impossibilité (المترجم)

خاصا للمكان والزمان . فسرعة الحركة يمكن أن يقال عنها إنها مجموع سرعات متعددة أصغر منها ، تدرك فيها بوصوح : فالجسم المتحرك الذى ينتقل بمعدل ١٠ أمتار فى الثانية ، يصبح فى نهاية هذه الثانية عند طرف خط يمكن أن يميز فيه خطان كل منهما ٥ أمتار مثلا ، ويمثل كل منهما سرعة حركتين تبلغ كل منهما ضعف هذه الحركة فى البطء . تلك إذن هى صفة « التركيب » فى الحركة . ومقابل المركب هو « البسيط » . والبسيط هو مالا يتركب من أجزاء يمكن تمييزها ، ومن ثم كان بأسره فى كل من أجزائه . فالحشىء الأبيض يكون بياضه فى المليمتر المربع منه معادلا لبياضه فى المتر المربع : وذلك ما يعبر عنه القول إن الأبيض « كيف » . فنفويض الحركة هو « كيف » . والمركب منهما هو تحرك الكيف أو تغيره ، ائدى يطلق عليه « هاملان » أسما أرسطوطاليا هو الاستحالة (كالأبيضاض والاحمرار والاستدفاء والتصلب) . تلك هى إذن المجموعة الثلاثية الثالثة : الحركة ، الكيف ، الاستحالة .

الاستحالة ، النوعية ، العلية :

نستطيع أن نهتدى إلى نفويض الاستحالة إذا تصورنا عالما تسوده استحالة دائمة لا يقابلها شىء . مثل هذا العالم تتغير كفياته بلا انقطاع ، دون أن يتمكن المرء من أن يميز فيها شىئا ثابتا . وفى مقابل ذلك ، يتمثل أثبات فى عالم ترتبط كفياته بعضها ببعض على نحو تكون معه إحداها شرطا فى كفيات أخرى تندرج تحتها . وذلك هو اندراج الأنواع تحت الجنس . وهذا ما سماه « هاملان » بالنوعية وهو النفويض الثابت للاستحالة الدائمة التغير ، وهو أيضا أساس التصنيف . أما المركب من الاستحالة والنوعية ، فهو العلية : والواقع أن العلاقة بين العلة والمعلول هى فى آن واحد علامة تغير وثبات ، إذ أن سلسلة العلل والمعلولات هى تيار لا ينقطع ، ومع ذلك فإن هذا الكتيار تنظمه قوانين لا تتبدل . فالمجموعة الثلاثية الرابعة إذن هى الاستحالة ، والنوعية ، والعلية .

«العلية» ، والغائية ، والشخصية :

وطبيعى أن نقيض العلة هو الغائية . ففهم ظاهرة عن طريق علتها ، هو تفسير لها من خلال الظاهرة التى تسبقها ، والتى هى سببها . أما فهمها عن طريق غايتها وهدفها ، فهو البحث عن سببها فى النتيجة التى مستتلوها ، والتى تنتجها هى إليها . وعلى ذلك ففى وسعنا أن نقول ، فى نفس الآن ، إن البلورية تظهر فى العين نتيجة لنمو نسيج معين . وذلك هو التفسير بالعلة — أو أنها تظهر للتمكن من الرؤية ، وذلك هو التفسير بالغاية .

والركب من العلية والغائية هو الشخصية ، إذ أن الشخص علة . تعمل على تحقيق غاية ، وتضع لنفسها غايات معينة . والمجموعة الثلاثية الرابعة ، وهى : العلية والغائية والشخصية ، هى الأخيرة ، إذ أنها تنتهى إلى القيمة العليا ، أى إلى قيمة الكائن الذى هو غاية لذاته وللآخرين ، دون أن يجوز له أن يكون وسيلة على الإطلاق . وفضلا عن ذلك فالشخصية هى الشعور الذى يقرر العلاقات ويفتھمها . وبهذا تقفل الدائرة .

٩ — الاستدلال ، أى تنظيم القضايا بحيث تؤدى إلى إيجادنتيجة:

تنظم القضايا فى اللغة على صورة « جمل » . وكثيرا ما يتفق للجل . « أن تعبر عن أحكام معقدة . فمن الممكن مثلا أن نعبّر جملة فى مجموعها عن حكم شرطى أو حكم انفصالى . وفى أحوال أخرى تعدّل القضايا التابعة معنى القضية الرئيسية بفروق طفيفة ، بحيث تعبر الجملة كلها عن معنى حلقى واحد . وعلى خلاف ذلك قد يحدث أن تبين القضية الرئيسية أن التابعة هى محض إمكان ، أو أنها بعكس ذلك ضرورة ، بحيث يكون المجموع حكما احتماليا أو ضروريا .

غير أن تنظيم الجملة يكون فى أحوال أخرى مختلفا تمام الاختلاف . ويمكن أن يقال بوجه عام إن الجملة إذا كانت تبدأ بكلمة « بما أن »

أو غيرها من الكلمات التي تنبئ بأننا سوف نقدم أسبابا ، فلن
القضايا التسابعة تولد القضية الرئيسية ، وتكون هي المكونات التي
تنتج عنها هذه القضية الرئيسية . وعندئذ لن تعبر الجملة عن حكم ،
مرتب ، بل عن استدلال .

والاستدلال اسم يطلق على تنظيم منطقي يتألف من أحكام مكثونة .
تولد حكما ناتجا ، ويسمى هذا الحكم الأخير « بالنتيجة » ، والمكونات
« بالمقدمات » . فإذا قلت مثلا : « بما أن سقراط إنسان فهو فان » .
تكون القضية الأولى هي المقدمة ، والثانية نتيجة . خير أن اللغة فيها
معنى التقدير والحذف في معظم الأحوال ، وهي تتطوى على قدر
غير قليل من المعاني الضمنية . وهنا توجد مقدمة أخرى ضمنية هي :
وكل إنسان فان .

١٠ - المبادئ العامة للمنطق الاستدلالي :

لن نتحدث هنا عن المنطق الاستدلالي ، إذ يبدو من المستحسن في
رأينا أن نستخلصه من المناهج العلمية . وإنما سنقتصر على بيان
مبادئ العامة ، أعني القواعد التي ينبغي أن يلتزمها التفكير في
استدلاله حتى يتجنب كل خطأ .

هذه المبادئ ثلاثة : أولها يضع القاعدة العامة التي يلتزمها الإثبات ،
والآخران يضعان قواعد النفي . وتلك هي : مبدأ الهوية ، ومبدأ
التناقض ومبدأ الثالث أو الوسط المرفوع .

١ - مبدأ الهوية ، وصيغته : أ هي أ أو أ تكون أ . ولكن لكي نفهم
هذه الصيغة المقتضبة ، ينبغي علينا أن نفسر الرمز أ وكلمة « هي » .
أو (فعل الكينونة) تفسيرا صحيحا ، إذ أن المبدأ قد أثار عددا لا نهائيا .
له من التفسيرات الباطلة . وأقدم هذه التفسيرات ينحصر في اعتقاد .
أن أ تشير إلى « شيء » ، وأن فعل أكون يفيد وجوده ، لكن نظرا لأن
طبيعة الزمان ليست موضحة في هذه الصيغة ، فإن ذلك يوحى بتفسير
المبدأ على أنه « كل ما يوجد أزلي » . مما يستتبع أن يكون القلم ،

والمنضدة أزلين ، وهو محال — أو يخون القلم والمنضدة غير موجودين ،
ماداما ليسا بأزلين .

ولكن ما قيمة كل ما ليس بأزلى ؟

ومع ذلك ، فعلى هذا النحو فهم الإيليون (مدرسة للفلسفة اليونانية
في القرن الخامس ق.م) مبدأ الهوية ، وانتهوا من ذلك إلى أن الوجود
أزلى ثابت ، وأن المتغير ، والذي يخضع للزمان هو « لا وجود » —
وذلك في الحق موقف فلسفي لا يمكن التمسك به .

وإذن فالرمز أ لا يعنى « شيئاً » ، أيدل إذن عنى فكرتنا عن شىء ؟
عندئذ يكون معنى المبدأ هو « أن فكرة الشىء هى فكرة ذلك الشىء » .
وفى هذه الحالة لا يكون للمبدأ معنى ، بل قد يكون عائقاً للفكر ، إذ
أنه يبدو معبراً عن نهى : فهو ينهانا عن أن نقول عن فكرة الشىء
سوى فكرة هذا الشىء : فينهانا مثلاً عن أن نقول عن القلم إنه أسود .
وبعبارة أخرى ، فهو ينهى عن إصدار أى حكم يكون المحمول فيه
مخالفاً للموضوع . ولنلاحظ أن هذا هو تفسير مدرسة يونانية أخرى ،
هى المدرسة الميغارية ، تلامذة سقراط ، الذين كانوا يمثلون نوعاً من
الشكاك ويدعون إلى الامتناع عن الحكم .

ولكى نتخلص من هذا التفسير الباطل بدوره ، عايناً أن نفهم أ
بمعنى قضية ، أو إثبات كامل ، مثل « أكتب هذه السطور فى ٢٥ أبريل
سنة ١٩٤٢ فى الساعة التاسعة صباحاً » . فيكون معنى فعل الكينونة
فى « أ هى (تكون) أ » هو أن القضية ، بكل ماورد فيها من شروط ،
صحيحة على مر الزمان . فسوف يكون من الصحيح دائماً أنى كنت
أكتب هذه السطور فى ... الخ ، وبعبارة أخرى فالقضية الصحيحة
تكون صحيحة أبداً . وهذا يستتبع القول بأن كل القضايا التى سوف
أصرح بها فيما بعد يجب أن تتفق معها ، أو تتنج عنها . فمبدأ
الهوية إذن يفرض على العقل الاتناق المطلق مع ذاته ، وهو كفيلاً بأن
يجعلنا نقول (عند الحاجة) إن القضية تستتبع نتائجها ، إذ لن تكون

هذه النتائج سوى القضية ذاتها وقد حددت بصيغ مختلفة .

وعلينا أن نلح في تأكيد انشطر الثاني من هذا القول : فنتيجة القضية هي القضية ذاتها ، ولكن في صورة أخرى ، أى في صورة جزئية مثلا . فإذا قلت : كل إنسان فان ، فينبغي لى أن أستنتج منها أن « كل واحد من أفراد الإنسان » فان (وهذا ما يسمى باستدلال المتداخل) ، وذلك عن طريق تفكيك الحد « كل إنسان » إلى أجزائه . « جميع أفراد الإنسان » .

وقد يقال إن هذا أمر ليست له سوى أهمية ضئيلة ، وإن مثل هذا الاستدلال لا يكون ، في نهاية الأمر ، سوى ذكر للشيء نفسه مرتين (أى ما يسمى بتحصيل الحاصل^(١)) . وهذا صحيح ، غير أنه قد يكون من المهم أن نزيد إيضاح جزء من القضية كان قبل ذلك كامنا ، وغير شعورى — وغالبا ما تكون عملية الاستدلال عملية إيضاح .

وفضلا عن ذلك ، فمن المفيد أن نستخلص النتائج إن كانت تترتب على « عدة » قضايا متشابهة ، كما هي الحال في الرياضيات . فعندما يكون المثلث قائم الزاوية ، فإن القضايا المتعلقة به تترتب على صفاته باعتبار أنه مثلث ، وأنه قائم الزاوية .

٢ — مبدأ التناقض . « أ ليست لا أ » . والملاحظة التى قلناها في المبدأ السابق بشأن معنى أ تسرى على هذا المبدأ أيضا : أما « لا أ » فتعنى نفى القضية أ أو ، كما يقال « نقيض » أ ، مثل « ليس من الصحيح أننى أكتب . . الخ » . ويميز المناطقة بين المتناقضين والضدين . فبينما يكون النقيض نفيا للقضية ، يكون الضد مقابلا . فإذا قلت « كل إنسان فان » ، كان نقيضها هو « ليس صحيحا أن كل إنسان فان » ، ومن هذا ينتج أنه « ليس بعض الناس فانيين » بينما الضد هو « لا إنسان فان » .

(١) انظر في الفصل الثانى عشر . قسم ١٢ المعنى الذى يضفيه المنطق الحديث على هذا اللفظ .

فمبدأ التناقض يعنى أن التقبيين لا يصدقان معا • وبعبارة أخرى ، إذا أثبتنا قضية لا يمكننا أن ننفىها في الوقت نفسه •

٣ — مبدأ الثالث أو الوسط المرفوع : « ليس ثمة وسط (أو ثالث) بين « أ ولا أ » أى أن النقيضين لا يكذبين معا •

ويسمى هذا المبدأ أيضا بمبدأ البدائل L'alternative والبدائل يصدر عنها حكم انفصالي (١) • فإذا ما كونت قضيتان بديليين ، فلا يمكن أن تكذبا معا ، ولكن لابد أن تصدق إحدهما • وعلى ذلك ، فإذا أثبتنا بطلان قضية من هاتين القضيتين ، كانت الثانية صحيحة بالضرورة •

وهذا المبدأ يستخدم في ذلك النوع من الاستدلال الذى يسميه علماء الرياضيات باسم « استدلال الالتهام » *raisonnement par l'absurde*

١١ — أخصب أجزاء المنطق هو فلسفة العلوم :

يكتسب المنطق أهمية جديدة إذا ما طبق على العلم بدلا من اللغة • والحق أنه يوجد اختلاف مزهوج بين منطق اللغة ومنطق العلم :

١ — فاللغة تفتقر إلى الدقة ، وكثير من ألفاظها — ومن بينها ألفاظ غاية فى الأهمية — تحمل أكثر من معنى • ولقد ذكرنا من قبل أن المنطق

(١) ينبغى عدم الخلط بين البدائل وبين استدلال الاحراج *dilemme* فالبدائل تؤلف حكما لا ينتج عنه شيء مباشرة ، أما الاحراج فهو استدلال يستخلص من البدائل النتيجة القسائلة ان الفرضين (أو أى عدد آخر من المفروض) يرتكبان عمليا الى شيء واحد • وعلى هذا النحو يستعمل « ماثان Mathan » فى « اثالى Athalie » (الآيات ٥٦٢ — ٥٦٦) :

ان كان ينحدر من أبوين عظيمين ،

فسوف يعجل مصيره الجليل بضياعه ؛

وان كان القدر قد شاء ان يضعه ضمن العمة المغمورين

ففيهم بهم أن يسكب بالصدفة دم وضيم •

يدرس بوجه خاص معنى الكلمات التى تبدل على روابط منطقية ، وبخاصة روابط العطف [Conjonction] • ولكنا نجد حرف العطف « أو ou » ينطوى فى اللغة الفرنسية على معنى مزدوج : فهو يشير فى الغالب إلى بدائل ، أو إلى انفصال حقيقى ، مثل : النصر أو الموت ، ولكنه يكتفى فى أحوال أخرى بالإشارة إلى مجرد الاختيار دون اكتراث : الساعة الثانية أو الثالثة • ولقد ميزت اللغة اللاتينية ما تركته اللغة الفرنسية غير محدد : ففى الحالة الأولى يستعمل فى اللاتينية الحرف aut ، وفى الثانية الحرف vel أو sive ، ويعنى « إذا شئت si tu veux » • ومن الواضح أن هذين الاستعمالين ليسا متساويين إطلاقاً فى نظر المنطق •

أما العلم فيستخدم لغة بلغت من الدقة حدا هائلا ، هى لغة الرياضة التى أدى إعدادها منذ أكثر من ألفى سنة إلى استبعاد كثير من ضروب اللبس • وحسبنا دليلا على ذلك تلك التفرقة التى يستطيع الرياضيون تقريرها بين القضايا « المتبادلة les reciproques » وبين القضايا العكسية [les inverses] وهى التفرقة التى لا تلحظها اللغة المتداولة •

٢ — ليست اللغة « صحيحة » فى ذاتها ، بل تقتصر على أن تأتى بأداة يمكن كشف الحقيقة عن طريقها ، فى حين أن العلم يشتمل على عدد هائل من القضايا التى تتحقق بوميا ، وتكون نبعاً من الحقائق المادية • علينا إلا أن ننهل منه •

• من ثم فإذا كان الأمر متعلقا بالعلم فليس للمرء أن يتساءل : أهو صحيح ؟ إذ أن السؤال ذاته لا يمكن أن يوجه • وحسب المرء أن يتساءل : كيف أصبح العلم صحيحا ؟ أو كما يقول « كانت » فى كتابه

« المقدمات : Prolegomènes » كيف تكون الرياضة ممكنة ؟ وكيف يكون علم الطبيعة المحض ممكناً ؟ (١) •

وهذا السؤال المزدوج هو الذى يلخص « فلسفة العلوم » • ويطلق اسم فلسفة العلوم على شك من أشكال المنطق ، يطبق التحليل النقدي الواعى على العلم • ونمر فلسفة العلوم بالمراحل الآتية :

١ — نزيخ العلوم . وهذا الشكل الخاص من أشكال التاريخ يتميز بأنه على قدر من الصعوبة ، إذ يقتضى أن يجمع الشخص الواحد بين ثلاث شخصيات مختلفة كل الاختلاف : شخصية المؤرخ ، وشخصية العالم بطبيعة الحال ، وشخصية الفيلسوف أيضا ، لأن الجدير بالاهتمام فى تاريخ العلوم ، ليس هو تقدم نتائجها ، بل هو تطبيق المناهج ، أو بعبارة أصح ، إعداد العقل للمناهج خلال مواجهته للواقع على أن العالم يميل إلى أن يقصر اهتمامه على النتائج ، وعلى الحالات المتعاقبة التى تمر بها مسألة ما ، بل ربما ازداد تخصصا ، فاكتمفى بالحالة الأخيرة لهذه المسألة ، اما الفيلسوف عيؤثر أن يفحص الصراع الأبدى بين العقل والأشياء ، والدروس الدائمة التى لا يمضى تأثيرها ، والتى تستخلص من كتابات عالم عبقري قديم ، مثل « رسالة فى المنهج » لأرشميدس (القرن الثالث ق.م) أو « المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية » لنيوتن (١٦٨٧) • ونقول بعبارة أخرى إن تاريخ العلوم هو فى نظر الفيلسوف ، عرض للعلم فى حالة نشأته •

٢ — مناهج البحث العلمى : وهى الدراسة الفكرية الواعية للمناهج المختلفة التى تطبقها مختلف العلوم نبعاً لاختلاف موضوعات هذه العلوم •

وسوف مخصص الجزء الأكبر من هذا الكتاب للبحث فى المناهج ،

وسنستخلص الأمثلة التي سنورد لها من تاريخ العلوم • وسوف نتلخّص
القراريء مرض عديدة الإلمام بهذا التاريخ •

٣ — الإبتمولوجيا (النقد العلمى للمعرفة) • وتدرس المنهج
« العام » للعلوم ، والعمليات العامة التي يطبقها العقل البشرى
على العلم •

٤ — ثاب من الممكن أن نتوج هذه الدراسة « بنظرية في المعرفة » (١)
وهذا الاسم يطلق على التقدير النقدي الذي يحدد قيمة المعرفة
البشرية وحدودها • ولا جدال في أننا لن نمتنع ، خلال هذا الكتاب ،
عن إصدار أحكام بفويفية على الصرق الخاصة التي نستخدمها للعلوم
المختلفة ، أو على الطرق العامة التي يتبعها العقل البشرى • ذلك لأننا
قد ذكرنا أن المنطق معيارى ، فله الحق إذن في أن يقدر الاتجاهات
التلقائية للعقل ويصلحها • وفضلا عن ذلك كله ، فإن إدراك منهج ما
عن وعى • وتقديره في تفاصيله ، وإصلاحه ، ثلاث عمليات مرتبطة ،
أو هى على الأصح ، عملية واحدة متصلة • غير أن للتقدير الشامل
طابعاً ميتافيزيقياً ، لا تعود له بالمناطق صفة ، لأنه لا يعود ينصب على
العقل وحده ، وإنما هو خاص بالصلة بين هذا العقل والواقع منظورا
إليه في مجموعه ، وفي صفاته الخاصة •

(١) ظهر هذا التعبير للمرة الأولى بوصفه اصطلاحاً فنيا لدى الفلاسفة
الألمان في نهاية القرن الثامن عشر وأواسط القرن التاسع عشر (كتاب
Erkenntnisstheorie تأليف إدورد تسلر Eduard Zeller
١٨٦٢) وتستخدم أيضاً في المعنى نفسه كلمة gnoseologie ، وإن
كنا لا نحيد استخدام هذا اللفظ •

الفصل الثالث

الروح العلمية

إن الروح العلمية وليدة حب الاستطلاع الذى يدفع العالم إلى جمع الظواهر التى تثير اهتمامه . ويجب أن تجمع هذه الظواهر بصبر ودقة . وفى كثير من الأحيان يقتضى البحث عنها شجاعة ، إذ ينطوى على مخاطر ، وفضلا عن ذلك فإن المضى فى هذا البحث يقتضى نزاهة هى ألزم لوازم روح النقد .

ولكن ينبغى أن يكمل الخيال الروح العلمية ، إذ ليس ثمة علم لا تتدخل فيه فروضنا وتفسيراتنا لما يقع تحت الملاحظة . غير أن هذا الخيال يختلف فى نوعه عن خيال الفنان ، وإن لم يكن أقل اتساعا لدى العالم منه لدى الفنان . وإن فبعض الصفات التى تعد قواما للروح العملية « خارجة عن المجال العقلى » . وهى تنتمى إلى مجال الأخلاق بوجه خاص . ومع ذلك فمن الخطأ أن نعتقد أن العالم لا يعدو أن يكون إنسانا أمينا يتميز بقدر كبير من الدقة . فالعلم ينطوى على تحصيل غير قليل ، يكتسبه العالم عن طريق الثقافة العلمية ، بل عن طريق الثقافة الفلسفية والجمالية أيضا .

وفضلا عن ذلك ، فالروح العلمية تفترض التسليم بمعتقدات خاصة تعبر عنها بعض المبادئ، مثل مبدأ الحتمية [Déterminisme] الذى يستبعد فكرة الجبر المحض fatalisme ويستبعد ، على نحو ما ، القول بالصدفة hasard (إذ أن حساب الاحتمالات ليس حسابا للصدفة ، بل هو حساب لا تتضمنه الصدفة الظاهرية من حتمية معروفة) . والعلم مبدأ آخر هو مبدأ النسبية ، الذى

أدى إلى كشف هامة والذي أصبحت له ، في أيامنا هذه ،
اهمية خاصة •

١ - العلم يبدأ بالدهشة وحس الاستطلاع :

يقول أفلاطون : إن إيريس Iris هي ابنة تاوماس Thaumاس
والمعنى الذى يرمز إليه هذا القول عنده هو أن العلم وليد الدهشة •
ولكن الدهشة تترك الناظر مذهولا ، عاجزا عن الفهم ، لو لم يشعر بعد
دهشته الأولى برغبة فى تأمل الأشياء بأعين جديدة ، ولو لم يستشعر ،
بوجه خاص ، الرغبة الشديدة فى أن يرى الأشياء ابتداء من تلك اللحظة ،
فى هذا الضوء الجديد ، الذى يجعلها تبدو على ماهى عليه حقيقة ،
وتنتهى للكشف عما تخفيه من أسرار • وإذن فالدهشة ينبغى أن يعقبها
حب الاستطلاع •

على أن حب الاستطلاع انفعال عظيم التعقيد ، ينتهى إلى أفعال
وعادات تختلف فيما بينها اختلافا كبيرا ، وتتفاوت قيمتها تفاوتا عظيما •
فقد يرغب المرء فى معرفة كثير من الأمور ، وقد يرغب ، من ناحية
أخرى ، فى محاولة إيجاد معرفتها والتعمق فيها • والأهم من ذلك ،
أن بواعث حب الاستطلاع تتفاوت إلى حد بعيد • وعلينا أن نميز فيها ،
بوجه خاص ، بين حب الاستطلاع الشرير ، الوقح ، الفضولى ، الذى
يستهدف إشباع غرائز دنيئة ، أو يرمى فى الأغلب ، إلى مجرد زيادة
القوة الاجتماعية لمن يضطرب وجدانه بمثل هذا الانفعال (١) ، وبين حب
الاستطلاع السليم النبيل • فهدف هذا النوع الأخير هو القوة أيضا ،
غير أنها ، فى هذه الحالة ، قوة عملية أو قوة عقلية • فقد يعلم المرء
لكى يؤثر فى الأشياء ، ولكنه قد يعلم أيضا لمجرد العلم • وهدفنا
هو الحديث عن هذا النوع الأخير من المعرفة وحس الاستطلاع ،

(١) على الرغم من أن اللفظ المستخدم لحس الاستطلاع بنوعيه ، الضار
والنافع ، هو لفظ curiosité ، فقد يكون من المستحسن أن يترجم للنوع
الأول ، للضرر ، بلفظ « الفضول » فى اللغة العربية • (الترجم)

فهو أنقى الأنواع وأرفعها ، وهو الروح الكامنة في بقية الأنواع جميعها ،
ويُدافع المبرر لها •

ولكن كيف تفسّر الرغبة الشديدة في المعرفة من أجل المعرفة ؟ إنها
تفسر عن طريق ذلك الإحساس النشوان الذي ثمل به الإنسان عندما
أمتد نطاق شعوره ، ودفعه الحماس إلى الارتفاع بوجوده الباطن
إلى قمم الكون ، أو على الأقل إلى قمم يمكنه أن يتأمل منها آفاقاً
بلعت من الاتساع حداً يدعو إلى الدهشة • فازدياد معرفة المرء يعني
بأننسبة إليه مزيداً من الوجود ، دون أن يكون ذلك على حساب
الآخرين ، إذ أن المعرفة تتداول دون أن يطرأ عليها نقصان ، بل قد
تتوافر لها كل فرص الازدياد عن طريق النقد المتبادل والتعاون •

٢ — حب الاستطلاع يدفع العالم إلى جمع عدد لا يحصى من الملاحظات عن الظواهر :

إن العملية الأولى التي يتجه إليها العالم مدفوعاً بحب الاستطلاع
العلمي ، هي أن يجمع أكبر عدد ممكن من الظواهر التي لوحظت بدقة •
فالعالم يكون قوائم للظواهر • مثال ذلك أن الملاحظات الفلكية ترسم
خريطة للسماء تزداد تعقداً على الدوام • ومعامل الطبيعة والكيمياء
تضع جداول تسجل فيها خصائص الأجسام المعروفة ، التي تمتد
قوائمها باستمرار • ومعامل التشريح تجرى تشريحات تحفظ نتائجها
على هيئة رسوم ، أو صور شمسية ، أو قطع محفوظة • فهي تزيد عدد
مجموعاتها المحفوظة ونماذجها ومناحها وتمكن الرحلات الاستكشافية
والبعثات التي تجوب كل مكان على سطح الأرض من زيادة ذخائرها •
ولقد حبذ الوزير الانجليزي فرانسيس بيكن (١٥٦١ — ١٦٢٦) ،
وهو أحد رواد العلم الحديث ، هذا البحث الدائب عن الظواهر ،
الذي أطلق عليه ، بأسلوبه التشبيهي الشاعري ، اسم صيد
« بان » (١) [Pan]

(١) بان هو ابن هرمس ، في الأساطير اليونانية ، وكان يجوب المراعي
بحثاً وراء صيد • وأطلق الاسم فيما بعد رمزاً للكل ، والمكون بالكملة
(المترجم)

٤ — الملاحظة تقتضى خضوعا تاما للواقع ، وبالتالي نزاهة وصبرا :

في هذا الصيد تتكشف براءة القائم بالملاحظة ، ومهارته وإخلاصه . غير أنه يقتضى ، على الأخص ، دقة وأمانة ، وهما صفتان أخلاقيتان لا غنى عنهما .

فينبغي أولا أن تلاحظ الظاهرة في ظروف تستبعد كل احتمال وتقتضى على كل مظنة للشك — فقد حدث أن خدع المزيّفون بعض العلماء ، فأوهوهم أنهم كشفوا آثارا من عصر ما قبل التاريخ أعدت ببراعة ، أو عرضوا عليهم قطعاً أثرية مصنوعة ، أو وثائق لسجلات ملفقة ، زيفها مقلدون بارعون . وتلك بلاشك حالات استثنائية ، وقع فيها العلماء عن طوية سليمة ، وأثارت بعض الضجة في الرأى العام ، ولكن سرعان ما اختفت أو زال تأثيرها بفضل النقد المتبادل الذى يمارسه العلماء كل على أبحاث الآخرين ، ولم يلحق بالعلم ضرر بسبب ذلك .

فالظاهرة الأصلية ، لا « المزيفة » ، ينبغى أن تقرر وتوصف بأمانة كاملة . ذلك بأن حب الاستطلاع لدى العالم إنما هو انفعال ، وهو قد يشوّه نظرتة إلى الأمور ، شأنه في ذلك شأن أى انفعال آخر . إذن ينبغى للعالم أن يتحلى بصفات التواضع والصبر والنزاهة حين يلاحظ الظواهر ويصفها على ما هى عليه ، لا كما يتمناها أن تكون .

كذلك تتطلب الملاحظة العملية صبرا لا ينفد . مثال ذلك أن عالم «نفلك الدنمركى» تيكو — براهى Tycho-Brahe (١٥٤٦—١٦٠١) وكان ثريا ومن أسرة نبيلة ، خصص ثروته وهدايا الملك « فردريك » من أجل تشييد معمل يحتل جزيرة بأسرها فى الأرخبيل الدانمركى ، هى جزيرة هفين Hveen قرب الزينيبور Elseneur اسماء « مدينة أورانى » (وهو اسم إلهة الفلك) [Uranieborg] ، وظل طوال عشرين عاما ، وبمعمونة تلاميذه العشرين ، يجمع ملاحظات أكملها بعد ذلك فى هلشتين Holstein ، تحت رعاية الأمير لطور « رودولف »

حين طرد من البلاد ، فاضطر إلى مباحرة جزيرته ومعدلاته ووطنه الاصلى . نم اتخذ لنفسه معاونا أصبح بعد ذلك خليفة له ، وهو كبلر (١٥٧١ - ١٦٣٠) . وبعد وفاته ، استغل كبلر ملاحظاته ليحدد مدار كوكب المريخ . وكان يظن في أول الأمر أن هذا المدار دائري ، ولكن انظواهر كدبت هذا الظن . والحق أن هذا التكذيب كان بمارق ضئيل للغاية ، هو فارق ثمان دقائق في القوس : أى ربع القطر انظاهر للشمس . ولكن ، كما قال كبلر : « إن الكرم الالهى قد جعل لنا في شخص « تيكو » ملاحظا بلغت دقته حدا يستحيل معه أن نتصور خطأه في ثمان دقائق » . وهكذا عاد إلى البحث عن المدار الحقيقي للمريخ ، وبعد عناء دام تسع سنوات «كاد يبلغ حد الجنون» جرب في خلالها تسعة عشر مدارا مختلفا ، اهتمدى أخيرا إلى المدار انببضاوى ، واستطاع أن يضع « قانونه الأول » المشهور ونصه « إن كوكب المريخ (وفيما بعد طبق هذا القانون ذاته على كد الكواكب) يرسم مدارا بيبضاوى الشكل تقع الشمس في أحد مركزيه » (١)

ومن هذا المثال يتبين لنا أن العلم يتطلب صفات أخلاقية ، وينطوى على نوع من الزهد . ففي النصف الثاني من القرن السابع عشر ، كانت قد توافرت للعلماء منظارات فلكية رائعة ، ولكن كان يصعب استخدامها إلى حد بعيد : فقد كان الهدف مثبتا في طرف عصا تدور حول محور رأسى . وكان على المرء أن يوجه انهدف إلى النجم عن طريق إدارة العصا ، ثم يتأمل ، من خلال عدسة تمسك باليد ، الصورة الحقيقة التى يصل إليها على هذا النحو . وكانت هذه الآلة الفجة هي

Gaston Laurent : Les grands écrivains scientifiques (١)

يمكن الرجوع إلى الرواى الألمانية « مكس برود Max Brod » من أجل قراءة القصة الروائية التى توضح العلاقات بين تيكوبوين كبلر ، وقد ترجم « جودج لاشتو Georges Lachateau

هذا الكتاب إلى الفرنسية بعنوان « الفلكى الذى اهتمدى إلى الله » (Paris, Editions du siècle, 1932)

التي استعملها أبناء أسرة كاسيني Cassini (١) بالليل في حدائق مرصد باريس ، وقضوا السنين الطوال يجمعون ملاحظاتهم وأقيستهم التي أدت إلى تطبيق قوانين كبلر الثلاثة على كل الكواكب وعلى توابعها ، فوضعوا بذلك أساس علم الفلك الحديث (٢) .

٤ - الملاحظة العلمية تتطلب شجاعة ، إذ تتطوى على أخطار :

تناقلت الألسن قصة عالم الفلك الذي عاش في القرن الثامن عشر ، يأراد أن يلاحظ كسوف الشمس الذي يسببه الكوكب عطارد ، فأبحر إلى نصف الكرة الجنوبي ، الذي يمكنه فيه وحده أن يراه ، فأسره قراصنة ، ولم يطقوا سراحه إلا بعد سنين عديدة لم يتمكن خلالها من القيام بملاحظاته ، وفي آخر الأمر عاد إلى انرحيل إلى الهند ، حيث يستطيع أن يرى الكسوف التالي .

والواقع أن العلم يثير من الانفعالات الجياشة ما يجعل من يحسون أناسا لا يعرف الخوف إليهم سبيلا . وإذا كان العالم الفلكي الذي تحدثنا عنه قد بلغ غاياته دون أن يصاب بضرر بالغ ، فإن هناك كثيرا من العلماء الذين كانوا يدرسون أشعة « إكس » الخطرة في معاملهم قد أجريت لهم في كثير من الأحيان عمليات بتر على جانب كبير من الخطورة . والواقع أن الملاحظة العلمية تتطوى أحيانا على أخطار جدية وتتقضى شجاعة بدنية . ويمكننا أن نقول بوجه عام إن المرء عندما يكشف قوة طبيعية أو كيميائية أو بيولوجية مجهولة ، ويشرع في دراستها ، تكون ملاحظتها أمرا ينطوى على الخطر .

(١) هي أسرة فرنسية من أصل إيطالي اشتهر أبنائها بأبحاثهم في الفلك وفي المساحة وكان لهم دور كبير في رسم الخرائط الفلكية والجغرافية . وظل أبنائها يتوالثون هذه المهنة منذ أوائل القرن السابع عشر حتى أواسط القرن التاسع عشر (المترجم) .

(٢) انظر وصف الآلات الفلكية المستخدمة في عصر أسرة كاسيني في

كتساب :

Hanotaux : Histoire de la nation française . (plon) t. xlv
p. 198 — 201 .

«كلود برنار» قد عقره حصان كان يجرب عليه آثار المرض الخطير المسمى بداء الخيل . ولا شك في أن أطباء معاهد باستير المتعددة كانوا يتعرضون لأخطار مميتة وهم يقومون بعملية عزل وجمع ودراسة فصائل «نقية» (أعنى خطرة إلى أقصى حد) من البكتريا والطفيليات المخيفة التي تسبب الأمراض الوبائية الكبرى : كالتيفوس ومختلف أنواع حمى المناطق الحارة ، والكوليرا والطاعون .

٥ - العمل العلمى يتطلب نزاهة كاملة :

لا يقبل العالم جزاء على كل ما يصادفه من أخطار ،وما يقوم به من أعمال ، سوى المجد فحسب . فمهنة العالم نقنضى إنكارا للذات ، وتتطلب منه على الأقل امتناعا عن استغلال علمه من أجل الإثراء . وهكذا يظل العالم فقيرا . والحق أن المهن العلمية ليست هى التى تسمح بصفقات مربحة ، وإنما تعود الأرباح الجمة من التطبيقات الصناعية للعلم . غير أن هذه الأرباح لا تذهب إلى جيب العالم ، الذى تظل أبحاثه نظرية خالصة ، أعنى تتجه دائما نحو المعرفة أو «التأمل النظرى theoria» بل تذهب إلى ذلك الذى يحول فكرة علمية إلى جهاز علمى تصنع منه أعداد كبيرة فى مصانع ضخمة ، وتتطلب اجتذاب عدد كاف من العملاء ، أعنى البحث عن «أسواق» كما يقولون . وتلك مهمة لا صلة للعالم بها على الإطلاق ، فعليه أن يختار ، وقد اختار التأمل النظرى بالضرورة ، وأفقر تبعا لذلك .

ولا شك فى أن المجتمعات الحديثة تقدم «إعانات» للعلم النظرى . فهى ترعى المعامل والمرصد ، عن طريق الميزانيات الحكومية أو التبرعات الفردية،وتخصص للعلماء أرفع أنواع «التكيا» [Sinécures] حسب تعبير الجماعات الدينية القديمة ، (والكلمة لفرنسية Sinécure تعنى العطايا التى تبذل للباحثين من رجال الدين حتى لا تشغلهم أعباء النفوس ، أى دون أن يضطروا إلى الانشغال بها sine cura) .

وتحولت هذه المنح في الوقت الحالي إلى وظائف الاستاذية لا يتعرض من يقوم بها كثيرا لمظاهر الخضوع ، وإنما تتيح له استخدام معامل مزودة بمعدات جيدة . ولكن ما هكذا يكون الإثراء !

أما عن المجد ، فهو يقتضى إنكارا للذات : وهو يأتي عادة بعد انتهاء حياة العالم . بل يحدث كثيرا أن ينسب إلى شخص مجهول : وإذا كان في وسعنا الآن بوجه عام ، أن نطلق على الكشف العلمي الحديث اسم من اهتدى إليه ، فما ذلك إلا لأن المحدثين قد أصبحوا يتصفون بالحرص الشديد في الأمور المتعلقة بدقة التسجيل التاريخي . ولكن هذه الصفة حديثه إلى حد ما ، ومن هنا لم تظهر في المراحل الأولى للعلم ، منذ العصر القديم حتى عصر النهضة ، سوى أسماء غير موثوق منها ، وكثير منها خرافية أو أسطورية . فضلا عن ذلك فالعلماء في نظرنا اليوم لم يكن لها مثل هذا المصيت بين معاصريها على الإطلاق .

بل إن على العالم أن يروض نفسه على التضحية بهذا المجد غير المؤكد في ذاته ، إذا ما ارتكب خطأ ، أو غابت عنه فكرة . فقد كان « باستير » يدعو العالم إلى القيام بتجاربه « ضد فكرته الخاصة » ، أعنى أن ينقد نفسه ، بل أن يعاديه . وبعد أن فقد « باستير » بالتجربة نتيجة التجارب التي زعم « بوشيه Pouchet » أنه قد برهن بها على « التوالد التلقائي » ، أعنى تكون الكائنات الحية عن طريق عمليات كيميائية محضة ، قال باستير : « إنى أنتظر وألاحظ ، وأسأل الطبيعة ، وأطلب إثبات أن تتفضل بأن تعيد أمامي الخلق الأول من جديد ، فكم يكون ذلك المنظر رائعا !! غير أنها تظل خرساء (١) » . ففي هذه التجارب كان « باستير » يعمل إذن ضد ذاته ، إذ أن ميوله الشخصية كانت تتجه إلى النتائج التي ظن « بوشيه » أنه قد وصل إليها . لكن بدت له تجارب « بوشيه » مثيرة للشك ، ومعرضة للنقد

شديد ، ولهذا حرص على تنفيذها بدقة • حقا أن هذا التنفيذ قد جلب له المجد رويدا رويدا ، ولكن كان ذلك على الرغم منه •

٦ - روح النقد ضرورية للمصالح :

كل هذه الصفات العقلية تلخصها كلمة « روح النقد » •

وكلمة « نقد » مأخوذة من اليونانية *chrinein* وتعني « الحكم » • فروح النقد هي إذن روح الحكم الصائب • فما الحكم ، بالمعنى الدقيق والرفيع لهذه الكلمة ؟ هو أن يتخذ المرء الموقف العقلي للقاضي الذي هو بسبيل إصدار حكم • ومن الواجب أن يكون القاضي غير متحيز • وعدم التحيز يقتضى منه أن يطرح جانبا ميوله الشخصية ، وأن ينتظر صبر حتى تعرض عليه كل الحجج التي ينبغي له أن يختار بينها • كما أن هذه الصفة توجب على القاضي أن يضيف على كل من هذه الحجج قيمتها الحقيقية ، وأهميتها الفعلية ، دون أن يضيف شيئا إلى تلك التي يقدرها هو شخصيا • وأخيرا فالنزاهة تقتضى أن تظهر كل الحجج في الحكم النهائي بقيمتها الفعلية ، ويكون تأثيرها معادلا لتلك القيمة •

وعلى ذلك ، فاتصاف المرء بروح النقد ، معناه إذن أن يأخذ على عاتقه أن يفحص كل البراهين التي يمكنها أن توجه القرار في اتجاه معين أو في اتجاه آخر فحصا دقيقا • ودون تدخل من أهوائه • وإن يعنى ذهنه تلك البراهين بمالها من قيمة حقيقية ، وأن يؤلف بينها في النتيجة النهائية دون إغفال واحد منها • ويتطلب ذلك طاقة أخلاقية كبيرة ، وقدرة على كبح أهواء الذات ، كما يتطلب ذلك النوع من الذكاء الذي أسماه باسكال « بالحس المرهف *Esprit de finesse* » والذي يمكنه من أن يجمع كل الحجج الدقيقة والمعقدة جدا ، ويجعل لكل منها دورا ، دون أن يغفل واحد قمنا •

وإذن فروح النقد هي بالاختصار « حاسة البرهان » • ولقد كلن الباحثون على حق عندما أضفوا أهمية خاصة على روح النقد في

للعلوم التى تتخذ الحقائق البشرية موضوعا لها ، كالتاريخ مثلا ، إذ أن الميول والأهواء للشخصية أو الاجتماعية للعالم ترتبط بمجال بحثه ارتباطا وثيقا . فالمؤرخ يجب ألا يكون منتبيا إلى عصر معين ، أو إلى وطن معين . غير أن هذا المطلب يستحيل تحقيقه بمثل هذه الصرامة ، إذ أن المؤرخ لابد أن يحب ما يحبه وطنه ، وحرية ، وعصره ، وأن يكره ما يكرهه هؤلاء . ولكن يجب عليه ألا يحسب لهذه المشاعر حسابا ، بل يجب أن يفكر « كما لو كان » وطنه وحزبه غير موجودين بالنسبة إليه — أعنى أن يجعل روحه معاصرة لما يرويه من أحداث .

٥ — من الضروري أن يكمل الخيال روح النقد :

يتضح لنا مما سبق ضرورة توافر صفة أخرى فى انعالم : تلك هى صفة الخيال . وكثيرا ما يقال إن العالم لاينبغى له أن يكون خياليا ، وأن هذه الصفة هى التى تميزه عن الفنان مثلا . ونحن نسلم بأنه ضد يكون للخيال أثر ضار فى تفكير العالم : فقد يعوقه عن رؤية الأشياء على ما هى عليه ، ويفرض عليه آراء وهمية « وأفكارا مسبقة » .

غير أن الخيال يسهم بنصيبه فى المجهود العلمى . وإنه لمن الخطأ الاعتقاد بأن العلم لا يضيف شيئا إلى ما يلاحظه . فهو يكشف لنا فيه عن عالم كامل : فالعالم يخمن بأن وراء الاتصال الظاهرى للأجسام المادية أعدادا لا متناهية من الذرات ومركباتها ، تتحرك بسرعة فائقة ، ويفصل بعضها عن بعض حيز مكانى يفوقها امتدادا إلى أبعد حد . كذلك يلمح الفلكى بفكره ، أن فى السماء التى تترخ بالنجوم مساحات شاسعة مليئة بعدد لا يحصى من العوالم الكبرى ، التى تقع على مسافات يستحيل علينا تصور اجتيازها أو إدراكها . ذلك هو الجانب الشاعرى فى العلم . وهذا الجانب الشاعرى هو الذى خلقه العالم من أساسه . وليس معنى ذلك أن انعالم المحسوس ، كما ندركه ، قد عدم كل جمال ، ولكننا نود أن نشير إلى أن هناك جمالا آخر مختلفا عن الأول كل الاختلاف ، هو جمال عقلى صرف ، يبتكره

ذهن العالم وحده • ولكي يصفى العالم مثل هذا انجمال على الكون ، كان عليه أن يسلبه الجمال المحسوس أولاً ، وأن يستبعد شهادة نحواس ، وكأنها حجاب خداع ، ويأبى على الخيال الحسى لذته ، لكي يفسح المجال للخيال الذى يمكن تسميته بالخيال العقلى •

العلم والشعر : هوميروس وأرشميدس :

لقد قيل إن خيال هوميروس لم يكن له نظير في العصر القديم . سوى خيال العالم الرياضى أرشميدس • ومن أتأكد أن بين هذين العبقريين تشابهاً غريباً • فقد أضفى هوميروس قيمة شاعرية لانظير لها على مشاهد الحياة الإنسانية وأفعالها : كأعمال الناس في الحقل ، وفي المنزل • ولهوهم ، وقتالهم وأكلهم ، ونومهم • فشعر «هوميروس» هو شعر الخبز والنبذ ... أما أرشميدس ، فقد أفهمنا الأدوات البشرية المتداولة ، كالرافعة ومشتقاتها ، والباروف ، والملفاف — نقول إنه أفهمنا هذه الأدوات على نفس النحو الذى روى لنا به هوميروس شعر الحياة المنزلية المعتادة •

ولنا أن نقول إن نصيب العلم من الخيال ليس أقل من نصيب الشعر منه • غير أن الخيال ليس واحداً في كلتا الحالتين : فخيال العالم يقتضى نوعاً من التضحية ، وهو يأبى أن يدين للنحواس بشيء ، والجمال الذى يستهويه هو جمال العلاقات المجردة والأعداد • وفضلاً عن ذلك ، فالخيال بالنسبة إلى العالم ليس عاية ، وإنما هو وسيلة فحسب • فبينما ينحصر هدف الشاعر أو الموسيقار في تحريك خيال القارئ أو السامع وهز مشاعره بحيث تتجاوب معه ، ولا يعبأ بالحقيقة ، نرى العالم يولى وجهه شطر الحقيقة • وما « التحقيق » الجمالى — إذا جاز لنا أن نتحدث في هذا المجال عن « تحقيق » ، بالمعنى المجازى للكلمة — إلا التأثير الذى ينطبع في نفس القارئ أو السامع • أما التحقيق العلمى فهو الخضوع النهائى للواقع • فننتج الخيال العلمى تندمج في الواقع ، وهى لحمته وسداه في نهاية الأمر ، وليس من مهمة

العلم أن يصنع الجمال ، وإنما أن يصل إلى الحقيقة . وإذا كان الحقيقة جمالها ، وإذا كانت تؤثر أن يكون من يقدسها محبا للجمال ، فإنها تتطلب منه — بكل صراحة — أن يكون على استعداد للتضحية من أجلها بكل ما قد ينطوي عليه الجمال من إغراء . فقد يكون هذا البرهان أو الحل الرياضى « رشيقا » ، وقد تكون تلك الفكرة التجريبية « جميلة » ، ولكنهما يفقدان كل قيمة إذا ما ثبت بعد اكتمال التحقيق أنهما باطلان .

٨ — إن فنقوام الروح العملية صفات خارجة عن مجال العلم ، وهى على الأخص صفات أخلاقية :

تلك هى النتيجة التى ينتهى إليها جوبلو^(١) ، والتى يؤدى بنا بحثنا السابق بأسره إلى أن نؤيد بكل قوة ما تأتى به من عناصر إيجابية . فالعالم إنسان تبلغ لديه الشجاعة والأمانة العقلية أقصى حدودها ، وهو قاض لا يتطرق إلى نزاهته شك ، وهو ، إذا شئنا ، شاعر بمعنى ما . غير أن هذا لا يكفى ، فى رأينا ، لإيضاح خصائص الروح العلمية ، فمن الضرورى أن تنطوى على شىء لم نذكره بعد .

٩ — الروح العلمية تنطوى أيضا على ثقافة واسعة :

فلنبن أولا أهمية الثقافة . والمقصود بالثقافة أولا مجموع المعارف التى يمكن تسميتها بالمعارف الاحترافية أو المتخصصة ، أعنى تلك التى تشمل قدرا معينا من المعرفة يتخذها العالم موضوعا لبحثه . وهذا أمر بديهي ، ولكن قد يكون التنبيه إليه ضروريا ، إذا كان هدفنا ، على الأقل ، هو أن نجرد الجهل من صفة الحياد التى اشتهر بها زورا وبهتانا . فليس جهل المرء لكل شىء هو الذى يمكنه من مواجهة الواقع بروح نزيهة محايدة . وما كان الجهل دعامة من دعائم روح النقد أبدا ، بل إن الأمر على العكس من ذلك : فروح النقد صفة رقيقة

هشة ، تحتاج على الدوام إلى تقوية وتدعيم مستمدين من التحصيل العلمى . ولا يفهم مدى تعقد النواقع إلا من عرف كثيرا ، وجرب كثيرا ، وقضى على فرص الخطأ . ويصدق ذلك بوجه خاص على العلوم المعقدة التى تتخذ الأحياء والإنسان موضوعا لها ، إذ أنه إن كان عباقرة الرياضيات يظهرون قبل الألوان فى كثير من الأحيان ، فإن عباقرة علم الحياة والأخلاق أناس ناضجون دائما . فالرياضى « إفارست جولوا » Evariste Galois ، الذى مات فى سن العشرين ، قد وجد وقتا كافيا يبدى فيه عبقريته ، أما « دارون » و « لامارك » فلم يقوما بأى كشف قبل سن الخمسين ، كذلك كتب « كانت » (نقد العقل الخالص) وهو فى السابعة والخمسين من عمره .

وقد يكون من المستحسن أن يلم العالم ، الذى كرس حياته لعلم خاص ، بالعلوم التى يفترضها ذلك العلم . فالطبيب مثلا لا ينبغي له أن يلم بالبيولوجيا وحدها ، بل يجب أن يكون قد مارس الكيمياء ، وعلم الطبيعة نفسه (١) .

ويذهب « كلودبرنار » إلى حد أبعد من ذلك ، فهو يوصى من يعد نفسه ليكون عالما ، بأن يتزود من الثقافة الفلسفية والفنية : « إننى ، رغم نفورى من المذاهب الفلسفية ، أحب الفلاسفة حبا جما ، وأجد متعة كبرى فى صحبتهم .. فالفلاسفة يبحثون دائما فى المسائل المختلف عليها ، ويقفون فى مستويات رفيعة ، أى عند الحدود القصوى للعلوم ، وبهذا يضيفون على التفكير العلمى حركة تبعث فيه الحياة وتسمو به ... » وهذا عن الفلسفة ، أما عن الفن ، فهو يقول « إن العلم لا يتعارض قط مع ملاحظات الفن ومعانيه ، بل من رأى أن العكس هو الصحيح ضرورة . فالفنان يجد فى العلم أسسا أرسخ ، والعالم يستقى من الفن حدسا أصدق » (٢) .

(١) هذه الفكرة هى التى أوجت بتنظيم متبع منذ وقت غير قريب ، وهو تدريس العلوم الخاصة فى سنة اعدادية لطلبة كليات الطب .

١٠ — العلم ينطوى على إيمان بمبادئ معينة :

لقد أضفنا كلا من الخيال وسعة التحصيل إلى الصفات المقومة للروح العلمية ، وهى تلك الصفات التى لها طابع أخلاقى أو خارج عن نطاق العقل على الأقل . فهل هذه هى كل الصفات ؟ وهل يكفى المرء ، لكى يكون عالما ، أن يكون أميننا شجاعا ، وعلى قدر من الخيال ، وملمما بمعلومات كثيرة ؟ كلا : فمازلنا ، بعد ذلك كله على هامش الروح العلمية .

فبعد أن أوضح « كلود برنار » أهمية روح النقد (التى يسميها بالشك الفلسفى) فى الوصول إلى الحقيقة ، أبدى هذا التحفظ الهام : « ومع ذلك ، ينبغى ألا يكون المرء ارتيابيا sceptique ، بل عليه أن يؤمن بالعلم ، أعنى بالحمية ، وبالارتباط المطلق والضرورى للأشياء ، سواء بين الظواهر الخاصة بالكائنات الحية ، أو بين كل ما عداها من الظواهر » (١) .

وعلى ذلك ، فالعالم فى رأى « كلود برنار » ليس مجرد ملاحظ أمين شجاع لديه نوع من الخيال وقدر غير قليل من الثقافة ، بل هو « مؤمن » . وهذا يؤدى بالمرء إلى أن يرى العلم أشبه بمعبود ، وبالطائفة الدينية التى تتميز بعقائد محددة .

والحق أن هذا الوصف يصدق على العلم إلى حد ما . فالعلم يؤلف جماعة اجتماعية محددة ، وهو أكثر من أن يكون مهنة . وهو لم يكن موجودا على الدوام ، بل إن عمره يتراوح ما بين خمسة وعشرين وثلاثين قرنا ، هذا إذا ربطنا نشأته بنشأة علم الفلك عند اليونان ، ويقتصر هذا العمر فيبلغ ثلاثة أو أربعة قرون ، إذا رأينا أنه بدأ مع ظهور علم الطبيعة الحديث . ولا يرجع تأثير العلم ونفوذه إلا إلى

للقرون الثامن عشر • وهو ينطوي على مجموعة من المبادئ التي ينقلها التعليم من جيل إلى جيل ، ولا تصبح موضوعا لأي شك بالمعنى الصحيح ، وإن كانت تعدل أحيانا ، بحيث يظل تقدم العلم متصلا ومستمرا ، كما قال « باسكال » في إحدى كلماته المشهورة • إنه نوع من الدين ، ولكن الأهم من ذلك أنه عقيدة • والعالم قد أقسم يمين الولاء لعدد معين من المبادئ •

١١ — أهم هذه المبادئ ، تأكيد الحتمية :

يبدو أن كلود برنار يسوى بين العلم وبين الإيمان « بالحتمية » • فما الحتمية ؟ إنها مبدأ عبر عند كلود برنار على النحو التالي : « في الكائنات الحية ، وفي أجسام الجماد على حد سواء ، تتحدد شروط وجود كل ظاهرة تحديدا مطلقا » (١) •

ولقد فعل كلود برنار الكثير من أجل تثبيت دعائم علم حقيقي « بالكائنات الحية » ، وهذا ما يفسر الجزء الأول من عبارته • والمقصود بالظاهرة حادث يمكن الوصول إليه ، من حيث المبدأ ، عن طريق الملاحظة • ونقول من حيث المبدأ ، لأنه قد يحدث أن تكون حواسنا عاجزة من الناحية العملية عن إدراكه مباشرة ، ويكون لزاما علينا أن نلجأ إلى آلات دون أن نبرح مكاننا (فمثلا ، تسليط أشعة إكس لا يستطيع تسجيله إلا التصوير) أو أن نتصوره من جديد ، بناء على ما خلفه من آثار (ومن هذا القبيل ، كسوف الشمس الذي تنتبأ به طاليس ، كما روى لنا كتّاب المذاهب [doxographes] اليونانيون ، وهم مؤرخو الفلسفة والعلم عند اليونان) ، أو أن نتنبأ به عن طريق تضايف ما لدينا من براهين على وجوده (مثل حركة الأرض ، التي لا نستطيع أن نقررها مباشرة ، وإن كان لدينا عنها عدد كبير من البراهين غير المباشرة) •

« أما شروط وجود الظاهرة » فهي الظواهر التي تسبقها أو تصحبها ، والتي يؤدي وجودها إلى حدوث الظاهرة ، بينما يستحيل أن تحدث في غيابها . ومن هذا القبيل ، الجرائم ، والقابلية للإصابة بمرض معد . وهذه الشروط « محددة حتما » (ومن هنا استخدم لفظ الحتمية) ، بمعنى أنها ثابتة على نحو مطلق . وبعبارة أخرى فالظاهرة لا تحدث إلا إذا توافرت هذه الشروط ، ولكنها لا بد أن تحدث في هذه الحالة . وإذن من المستحيل أن تحدث الظاهرة إذا لم تتحقق هذه الشروط . ومن المستحيل ألا تنتج إذا ما توافرت . وهذه الاستحالة هي ما يسمى بالضرورة .

١٢ — النتيجة الأولى : ليس هناك قدر محتوم ولا مصير محدد :

كثيرا ما يخلط الناس بين الحتمية وبين الإيمان بالقدر المحتوم ، وبالمصير ، أعني الجبر المطلق . غير أن الحتمية بعيدة كل البعد عن الجبر المطلق ، حتى ليتمكن القول بأنها مضادة له بمعنى ما ، وهذا ما جعل « كانت » يستخلص من الحتمية نتيجة هي إنكار الجبر المطلق *non datur fatum* (١) . وليذكر المرء أسطورة «أوديب» : فأوديب سوف يقتل أباه ويتزوج أمه ، مهما حدث ، ومصير أوديب هو على حد تعبير « كوكبو » « آلة جهنمية » تؤدي دورها في اللحظة المحددة مهما فعل . على أن الحتمية لا تؤكد ضرورة وقوع حادث معين مهما كانت سوابقه ، بل هي تؤكد أن هذا الحادث يتحدد ضرورة «عن طريق» سوابقه . فالجبري يرى أن الفعل هو الضروري ، وهي ضرورة يصفها « كانت » بأنها مطلقة *Catégorique* ، أما المؤمن بالحتمية ، فتهمه العلاقة بين الحادث وشروطه . فالضرورة التي تؤكد الحتمية ضرورة « مشروطة » *hypothétique* .

ونتيجة ذلك أن القدر لا راد له ، أما الحتمية فهي كما يقول البهارة

Critique de la raison pure, trad. Arghembauld t. I. (١)
p. 244.

في تعبيرهم الطريف — « طَيِّعَة maniable » • فليس في وسعنا أن نفعل شيئاً حيال فعل أرادته أنقدر ، وكل محاولة لتجنبه تقربنا منه : فعندما ابتعد أوديب عن هذين اللذين اعتقد أنهما أبوه وأمه ، اقترب به بقوة لا تقهر ، من والديه الحقيقيين • والفتى في أسطورة « لافونتين » يقضى عليه بالفعل أسد مرسوم ، لأنه ظل مبعداً عن الأسد الحقيقية • بعد أن حكم عليه في النبوءة بأن أسداً سيقتله (١) • أما إذا أدرك المرء أن الطاعون تسببه جرثومة تنقلها براغيث الفيران ، فعندئذ يمكن تجنب الطاعون بالحذر من تسلل الفيران ، وبالقضاء عليها ، وبالفعل يمكن الوصول إلى هذه النتيجة •

١٣ — النتيجة الثانية : ليست هناك صدفة non datur casus

يقول « كانت » بنتيجة ثانية للحتمية ، هي نفى الصدفة (٢) •

والحق أن فكرة الصدفة أو الاتفاق معقدة محيرة ، لأن الكلمة الاتفاق عدة معان متباينة ، نستبقى منها معنيين :

(١) غياب القصد المدبر (كالصدفة الناتجة عن عدم وجود غاية)

(٢) غياب السابقة المحددة (كالصدفة الناتجة عن عدم وجود علة)

١ — فعندما نقول إن صديقين تقابلا اتفاقاً ، أو إن قالبا سقط من حائط فقتل بالصدفة شخصاً جارا ، نعني بذلك أن المقابلة تبدو مقصودة ما دامت قد وصلت إلى نقطة التقى فيها الاثنان ، وأن سقوط الحجر يبدو منظوياً على قصد القتل ، لشدة ما يبدو لنا أنه قد قصد المسار المشار إليه بالذات • ولكننا نعلم أن الأمر في الواقع بخلاف ذلك • فما يبدو • قصد مدبر لا يطابق أية حقيقة واقعية • فليس ثمة قوة إلهية هيأت المقابلة ، أو وجهت الحجر • وليس للمعلم أن ينكر الصدفة بهذا المعنى ، إذ أن الصدفة لا تكون عندئذ شيئاً عنى الإطلاق •

(١) L'horoscope, livre VIII, fable XVI,

(٢) المرجع نفسه ، والصفاة نفسها •

الكلمة هنا تعنى أنه ليس هناك شيء ، وأنه ليس ثمة أى قصد يبحث عنه .

٣ - ولكن كلمة الصدفة يصبح لها ، فى التعبير القائل « لعبة الصدفة أو الحظ » معنى مخالف للسابق كل الاختلاف ، وأعق منه كل العمق . فلاعب الورق مثلا « ينفط » أوراق اللعب ويوزعها ، وقاذف العجلة يلقي بها . ولكن ليس هناك صلة بين هذه الحركات وبين توزيع الأوراق ، أو بين ظهور الرقم الرابع : فاللاعب لم يوزع الأوراق بإرادته ، وقاذف العجلة لا يستطيع شيئا حيال الرقم الرابع . فهاتان النتيجتان غير محددتين .

وفى هذه المرة ، ينكر العلم الصدفة . فكل حركة من حركات لاعب الورق أو قاذف العجلة لها ، فى الواقع ، دور فعال فى توزيع الأوراق أو ظهور الرقم . والنتيجة محددة « ومحتومة » . وكل ما فى الأمر أن تركيب المربعات التى تحمل الأرقام ، والطريقة التى يصنع بها الورق ، والتى ينبغى أن توزع بها ، من شأنها ألا تمكن اللاعبين أو القاذف من التحكم فى حركاته ، أو من معرفة ما سوف تأتى به .

الصدفة فى رأى كورنو Cournot : اعتقد بعض الفلاسفة أن فى وسعهم تأكيد وجود الصدفة وجودا فعليا ، ومن هؤلاء كورنو (١) . فالصدفة عنده تنحصر فى « اجتماع أو تقابل ظواهر تنتمى إلى سلاسل مستقلة فى نظام العلية » . فسقوط الحجر مثلا يكون هو وسوابقه وشروطه (تماسكه الواهى بالسقف ، هبوب الريح فى اتجاه معين ، وفى لحظة معينة ، وانخفاض الضغط الجوى) سلسلة حتمية تماما . ومن جهة أخرى ، فإن مرور السائر غير الحظ يكون هو وسوابقه وشروطه (رغبته فى النزهة أو الذهاب إلى عمله) سلسلة

(١) انطوان أوجستين كورنو :
Matérialisme, vitalisme, rationalisme (Hachette 1923).
p. 219—288 .

أخرى حتمية كالسابقة ، وتقابل السلسلتين هو الذى لا يخضع للحتمية مادامت السلسلتان مستقلتين ، ولا تخضعان لنفس الحتمية : فالحتمية الاولى خاصة بالظواهر الجوية ، والثانية نفسية . وبالمثل ، فحركة قاذف العجلة تبدأ سلسلة حتمية تؤدي إلى ظهور رقم معين . ولكن هذه الحتمية ، وهى آلية تماما ، تنتمى إلى نوع من الوجود مخالف لذلك الذى تنتمى إليه تلك الأفكار والرغبات والتقديرات التى دفعت اللاعب إلى المراهنة بنقوده على رقم معين . ولنذكر هنا أيضا كلمة « باسكال » المشهورة : « لو كان أنف كليوباترا أقصر قليلا لتغير وجه الأرض »^(١) . فأنف كليوباترا ناتج عن حتمية تشريحية وراثية ، والصدفة تتمثل في لقاء كليوباترا مع أنطوان . فقد كان أنطوان بمعنى ما ، ممثلا لحتمية أخرى ، هى حتمية تاريخية وسياسية . وأدى تقابل هاتين الحتميتين إلى وقوع أنطوان في الحب ، وتخلفه عن أكتيوم ، وخسارته للمعركة ، وأخيرا تأسيس الامبراطورية الرومانية التى دامت غرونا متعددة .

وتمتاز نظرية « كورنو » بأنها ترجع مختلف تعريفات الصدفة إلى تعريف واحد . فليس ثمة إلا اتفاق واحد ، هو تقابل سلاسل مستقلة والنظرية لا تنكر الحتمية بالمعنى الصحيح ، بل نجزئها ، وتفصلها إلى سلاسل ، وخطوط متميزة . لكن لنا أن نتساءل هنا : هل هذا الفصل مشروع ؟ الحق أنه يبدو كذلك للوهلة الاولى ، لأن البحث العلمى لا ينصب فى الواقع إلا على سلاسل تسير فى خطوط مستقيمة . فالعلم يمتضى عن طريق فصل الظواهر الواقعية بعضها عن بعض . وهذا الفصل ينتهى إلى تكوين « حتميات » تكفيه مؤقتا ، ولا يشعر تجاهها بالحاجة إلى بحثها وإثباتها وتأكيد وجودها تبعا لذلك . والحق أن الفيلسوف أكثر طموحا فى هذا الصدد ، إذ أنها تسمى إلى الوحدة ، ولا تستطيع أن تتصور سوى حتمية واحدة ، تسميها بالكون . وهى لا تعرف سلاسل مستقلة ، ما دام الكون واحدا . قد

(١) جيمس باسكال ، الفقرة ١٦٢ .

يقال إن تلك نظرة ميتافيزيقية ، ولكن كثيرا ما يحدث أن يصبح ما كان ميتافيزيقيا بالأمس علما في الغد ، بل اليوم (١) . وهذه هي الحال هنا . ففكرة الكون قد أصبحت مفكرا علمية ، كما سنرى فيما بعد . على أن هذه الفكرة تقتضى أن يرتبط كل شيء ، وأن يكون استقلال السلاسل مجرد وهم ، يطابق حاله موقفه من حالات البحث العلمي .

إذن نستطيع القول ، مع اسبينوزا ، بأن « الشيء لا يسمى احتماليا . (أعنى ناتجا عن الصدفة والاتفاق) إلا لعدم كفاية معرفتنا » (٢) .

١٤ - تأكيد الحتمية هو الذى يمكن من حساب الاحتمالات :

إن الذى يبقى على الاعتقاد بحقيقة الصدفة (بمعنى غياب العلة) هو تفسير باطل لحساب الاحتمالات . والمقصود بحساب الاحتمالات مجموعة من المبادئ الرياضية تسمح بتحديد فرص وقوع حادث اتفاقى . فيبدو إذن ، لأول وهلة ، أن الرياضة ذاتها تبرر الصدفة ، ما دامت تقيسها . وسنرى أن الأمر على خلاف ذلك تماما . وأن حساب الاحتمالات ليس حسابا للصدفة ، بل هو على العكس من ذلك . حساب لحتمية مجهولة جزئيا ، عن طريق عناصر منها نستطيع معرفتها .

فلندرس تطبيق هذا الحساب على الألعاب التى تعتمد على الصدفة . ولنسلم أولا بقواعد اللعب (٥٢ ورقة ، أربعة لاعبين ، ١٣ ورقة للاعب مثلا) . ولنحسب عدد التاليفات الممكنة كلها - وفى الرياضة فرع يسمى بالحساب التاليفى Combinatoire ، يمكن من القيام بهذا الحساب ، ثم نبحث من بين هذه التاليفات عن تلك التى تؤدي إلى نتيجة معينة (كوجود ثلاثي الآس لدى لاعب واحد مثلا) ثم نحدد عددها هي الأخرى ، ونبين نسبة هذا العدد الأخير إلى العدد الكلى -

(١) يمكننا أن نرى لذلك مثلا طريقا إذا درسنا فكرة النسبية .

(٢) unique, tère partie Prop. 33. école.

وتسمى تلك باسم نسبة احتمال اللعبة المذكورة (كثلثي الآس مثلا) .
فلنفرض أن هذه النسبة تدوّن على النحو - . عندئذ نقول إن هناك
من الفرص - في أن يجد اللاعب ثلثي الآس بين أوراقه . وكلمة
« فرص » ليست لها أية دلالة سحرية ، بل تعنى « نسبة التآليفات »
فحسب . وليس في وسع هذه النسبة أن تتنبأ بما إذا كان اللاعب
سوف يهتدى إلى ثلثي الآس في الدورة القادمة من ألعابه ، بل هي
لا تسمح بأن نعلم بعد كم من الدورات سوف يهتدى اللاعب إليه .
ولكن إذا ما لعب عددا كبيرا جدا من الدورات ، فإن النسبة الفعلية
والنسبة النظرية تتطابقان . وذلك هو ما يسمى « بقانون الأعداد
الكبيرة » .

وعلى ذلك ، فحساب الاحتمالات يفترض حتمية حقيقية وراء
الصدفة الظاهرية . وهو يطبق على الطبيعة كلما أعوزتنا معرفة
الحتمية المفصلة ، لأن العوامل المقوّمة للحتمية صغيرة إلى حد كبير،
أو تؤثر تأثيرا سريعا جدا ، وإن كنا نعرف القانون الذي تخضع له .
فكلية الغاز المحصورة في قنينة من الزجاج تتكون من عدد كبير من
الجسيمات . ولا يمكننا الاهتداء إلى حركة كل من هذه الجسيمات ،
لأننا لا نعلم تفاصيلها ، وإن كنا نعرف قانونها . ففي وسعنا أن نعلم
الطريقة التي سوف تتجمع بها كل القيم الممكنة للتفاصيل لتكوّن كلا ،
وأن نحسب المجموع الكلى : وهذا المجموع هو الصدمة الكلية على
جدران القنينة ، وما ينتج عنها من ضغط . وذلك هو ما تقوم بحسابه
« النظرية الحركية للغاز » التي وضعها كل من « جيبس Gibbs »
و « بولتزمان Boltzmann » في سنة ١٨٧٠ .

١٥ — المبدأ الثانى الذى تستلهمه الروح الطلية ، هو مبدأ النسبية :

إن الحتمية هي حقا مبدأ العلم ، ومحور الحتمية هو فكرة الضرورة .
ولكن نظرا لعدم وجود الجبرية ، فإن الضرورة لا تتعلق بالحوادث

ذاتها إذا شئنا الدقة ، وإنما بالشروط التي تحيط بها ، وبملاقاتها •
فهى إذن « نسبية » أعنى أنها صفة للعلاقات ، لا للمواحد ذاتها •

والحق أن فكرة العلاقة قد تكونت بصعوبة كبيرة • فالليونانيون قد أدركوا أهميتها ، ونحن نعلم أنهم أسموها $\mu\sigma\sigma$ ، وهذا هو اسم المقولة الرابعة من مقولات أرسطو • غير أن العلاقة عندهم كانت تعبر عن مقارنة كمية يستخدم « أفعل تفضيل » لتحديدتها ، أو هى رابطة غير محدودة بين صفة نشعر بها ، وبين حساسية الذات التى تدرك (فيقال مثلا إن المصاب بالصفراء يرى كل شيء أصفر اللون ، أو إن المصاب بعمى الألوان • يتساوى لديه الأخضر والأحمر) • ونتيجة ذلك أن النسبة كانت تعد إحدى حجج الشك • والحق أن النظر إلى الأمور من وجهة النظر النسبية يجعل من المحال القول بوصف مطلق : فسقراط ليس طويلا ولا قصيرا ، بل هو « أطول » من تيتاتوس ، و « أقصر » من القبيادس • والكريز الناضج ليس أخضر ولا أحمر ، بل هو أحمر « بالنسبة إلى » ذى الإبصار السليم مثلا • وأخضر وأحمر معا بالنسبة إلى المصاب بعمى الألوان الجزئى •

١٦ - الرياضيات والنسبية العلمية :

وقد كانت الرياضة هى التى حررت العقل إذ أعانته على تكوين فكرة صادقة • ذلك لأن العلاقة فى الرياضة موضوع من موضوعات هذا العلم • ولقد كان اليونانيون هم الذين كونوا فكرة اللوجوس [Logos] وعرفوها ، وكانوا يعنون بها العلاقة الرياضية ^١ -

بل « التناسب » وتساوى العلاقات $\frac{1}{2} = \frac{2}{4}$ ، واستخلصوا النظرية المعبرة عن هذه العلاقات • وذلك هو موضوع الكتاب الخامس لإقليدس • وكانت مهمة العصر الحديث هى تعميم هذه الفكرة على نحو يكفى لتحويل النسبة إلى « دالة » function • ويقدم

حيكرت في « المثل في المنهج » تعريفاً لعلم رياضي (الرياضة البحتة
والمجردة *mathesis pura atque abstracta* كما يسمونها
في « التأمل الخامس ») هو نظرية محضة « للعلاقات أو النسب
المختلفة » (١) . وبعد أن اعتاد الإنسان أن يواجه فكرة العلاقة
مباشرة ، ويرأها معقولة ، انتهى به الأمر إلى إدراك أن النسبية ،
بدلاً من أن تؤدي إلى الشك ، هي في الحق إحدى دعائم العلم .

١ — قلنا إن الحتمية هي تأكيد ضرورة « شرطية » ، أعنى ضرورة
رابطة ، وضرورة نسبية . فالحتمية تتخذ إذن صيغة « العلاقات
الضرورية » وذلك هو ما يسمى « بقوانين الطبيعة » . ويطلق عليها
« لوكريس » *lucrece* اسم « foedera » أي « حوائيق »
تقوم الأشياء على أساسها . وهذه الكلمة تطابق تعبيراً أوغلاً في باب
المجاز للفيلسوف اليوناني أئندوقليس (في القرن الخامس ق.م) ،
قال فيه إن الطبيعة هي « قسَمٌ واسع النطاق » . ولكن هذه كلها لازالت
تعبيرات أسطورية ، تفترض وجود آلهة ، وقدرًا محتوماً يصدر قسماً
ويظل على الدوام متمسكاً بكلمته . على أن الرياضة قد استبعدت
الآلهة ، واستبدلت بفكرة الميثاق فكرة « الدالة » . وسوف نرى فيما
بعد أن قوانين الطبيعة هي دالات رياضية .

فالنسبية هي إذن ، أولاً ، تصور الحتمية على هيئة شبكة من الدالات
الرياضية التي تشمل الطبيعة ، وتحل محل فكرة القدر القديمة .

يمكن تعهيد نسبية الإحساسات تعهيداً رياضياً :

٢ — عندما كان اليونانيون يقولون إن الإحساس نسبي تبعاً
لحساس ، كانوا يعتقدون أنهم بذلك يدعمون موقف الشك ، فيما يتعلق
بالمعرفة الحسية على الأقل . ولهذا السبب تحولت المدرسة الأفلاطونية
إلى الشك بعد قرنين من الزمان . أما المحدثون فقد أفلحوا في إدماج

نسبية الإحساس في العلم • ولتحقيق ذلك ، أدمجوا الإحساس في دالة رياضية تربطه بالموضوع المحسوس ، أى بالمتنب • ومن المؤكد ، كما بين لنا علم النفس ، أن الإحساس ليس كمية حقيقية ، قابلة للإضافة : فالأبيض ليس مجموع لونين رماديين • ولكن إذا لم يكن من الممكن التعبير عن الإحساس بأرقام تسلسلية *cardinaux* ، فمن الممكن أنتعير عنه بأرقام ترتيبية *ordinaux* ، أى أن من الممكن تدريجه : فمن الممكن تدرج الألوان الرمادية حتى أقصى مراحلها ، أى حتى اللون الأبيض ، وكل تدرج جديد يمثل عبور ما يسميه علماء النفس « بالعتبة *souvi* » ، أى الحد الأدنى للإحساس • على أن العتبة (انتى نعلم أنها على أنواع ، منها الكمية المطلقة الفارقة ومنها الكيفية) يمكن أن يعبر عنها ، من جانب الموضوع ذاته ، برقم معين • مثال ذلك أن العتبة الكمية البصرية الفارقة تناظر $\frac{1}{11}$ في حالة إضاءة الشيء ، بالنسبة إلى القيم المتوسطة ، والعتبة الكيفية الفارقة في الموسيقى هي $\frac{1}{8}$ (أى أقل صوت ممكن) • وعلى هذا النحو تحتل العين والأذن • الخ ، مكانهما بين أدوات الملاحظة ، بل أدوات القياس ، وإن يكن هذا المكان متواضعا •

وليس أعضاء الحس في أسلسها سوى نقط نهايه للأعصاب • فهي جزء من الجهاز العصبى • على أن للجهاز العصبى قوانين خاصة يخضع لها في أداء وظيفته ، وتتحكم في الملاحظة العلمية • « فالتيار العصبى » مثلا له سرعة محدودة إلى حد كبير ، وتتفاوت تبعا للأفراد • بحيث أننا عندما « نرى » الظاهرة ، يمضى زمن معين (ما بين ١٠ - ٢٠ في المائة من الثانية) قبل أن نقوم برد فعل عليها • وقد أمكن تجديد قيمة هذا الزمن عن طريق علم النفس الفسيولوجى (دراسة زمن رد الفعل) •

خسبية وجهة النظر يمكن تحديدها رياضيا بدورها :

على أن هذا ليس كل ما في الأمر : فالملاحظة نسبية تبعاً لمكان الملاحظة أيضاً ، لا تبعاً للملاحظ وحده ، إذ أن كل ملاحظة بشرية تبدأ من الأرض . ولقد ظن الناس في بداية الأمر — وكان ذلك أمراً طبيعياً — أن الأرض مرصد ممتاز للملاحظة ، فهي مركز العالم ، والسماء تدور حولنا ، ما دما نراها تدور حولنا . فعلم الفلك التنقلاني يتخذ الأرض مركزاً له [géocentrique] كما يقولون ، وكذلك كان علم الفلك اليوناني . ولكننا نجد بين مفكري اليونان المتعمقين القابعين ، من اعترفوا بأن الأرض تدور حول الشمس أو حول مركز العالم : ومن هؤلاء عالم فيثاغوري هوفيلولائوس Philolaos في القرن الخامس ق.م) وعالم أفلاطوني هو أرسطارخس الساموسي Aristarque de Samos (القرن الثالث ق.م) . وظلت فكرتهم التي ظهرت قبل أوانها ، راكمة ، وحجبها انتصار المذهب الفلكي القائل بأن الأرض مركز الكون ، وهو المذهب الذي أذاعه بطليموس (القرن الثاني بعد الميلاد) . ثم بمثل الفكرة ، كما نعلم ، على يد كبرنك ، وهو بولندي في القرن السادس عشر ، وسار جاليليو (١٥٦٤—١٦٤٢) في الطريق الذي بدأه كبرنك ، وسرعان ما ذاعت تعاليمه ، رغم ما عاناه من اضطهاد . والفكرة القائلة بأن الأرض تدور حول الشمس ، وحول نفسها ، فكرة رياضية ، إذ أن التصوير الرياضي لحركات الأجرام السماوية أكثر يسراً ، وأقرب إلى العقل ، إذا ما نظرنا إلى الشمس على أنها هي النقطة الثابتة . فإذا ما تبين لنا مقدار خصب نظرية كبرنك وجاليليو أدركنا أن التقدم العلمي ، في هذه الحالة بدورها ، كان مشروطاً « بتحول » انصرف فيه العقل عن المحسوس ، مفضلاً عليه العقول .

فكرة النسبية أدت إلى الكشف عن سرعة الضوء :

أدت فكرة النسبية أيضاً إلى كشف سرعة الضوء ، وهو كشف له أهميته القصوى في علم الضوء ، بل في الميكانيكا ذاتها في الوقت

الحاضر . فالرأى التلقائى الذى كان شائعا هو أن الضوء لا يستغرق زمنا ، وهو رأى مبنى على استدلال ساذج : هو أن الحادث الذى أراه ، قد وقع فى لحظة معينة ، ما دمت قد رأيته فى هذه اللحظة (أما بالنسبة إلى الصوت ، فقد تحول الناس عن هذا الرأى ، عن طريق تجارب بسيطة ملفتة للنظر إلى حد بعيد ، ولكن كان لها أثرها البالغ) . ومن الواضح أن فى هذا الاستدلال مغالطة ، ولكن ما كان يمكن التخلص منها إلا بإرشاد تجارب عظيمة الدقة ، تفسر بناء على فكرة النسبية . ففى سنة ١٦٧٦ لاحظ عالم الفلك الدانمركى « أولاف رومر » Olaf Reomer عضو أكاديمية العلوم بباريس ، أن أول تابع عن توابع المشتري يدور حول ذلك الكوكب فى زمن متغير (وكان التغير يقدر بحوالى ربع ساعة فى الأسبوع) . وعندما فحص الشروط الأرضية للملاحظة ، تبين له أن التابع يصبح « متقدما » عن المتوسط الزمنى عندما تقترب الأرض من المشتري (الذى يسير فى دورانه بسرعة أبداً من الأرض كثيراً) ويصبح « متأخرا » عندما تبعد الأرض عنه . فخطر بباله عندئذ أن للضوء سرعة معينة ، وبالتالي أن الأرض عندما تقترب من الكوكب ، تتلقى الأشعة المضيئة بسرعة أكبر ، أما إذا ازدادت المسافة فانها تتلقاها ببطء أكبر ، بل لقد استخلص من ذلك تقديرا لسرعة الضوء : وإذا كان ذلك التقدير مخطئا (٢٠٠٠٠٠ بدلا من ٣٠٠٠٠٠ كم فى الثانية) فإنه يعد تقديرا رائعا فى ذاته ، ويرجع خطؤه إلى أسباب لا صلة لها بمنهجه .

وهنا أيضا تظهر النسبية فى التصميم على إعطاء دور للملاحظ (البشرى أو الأرضى) فى كل ملاحظة ، وعلى جعل هذا الدور قابلا للتقدير الحسابى بقدر الإمكان ، فيتيح لنا ذلك فرصة استبعاد تأثير الملاحظ على الملاحظة .

الرياضة والدقة العلمية :

كل هذا يفترض تطبيق الرياضة على الطبيعة ، بطرق شديدة الاختلاف . غير أن إدخال الرياضة فى هذا الميدان يمكن من القيس

يتمجهد آخر ، بل يتطلب مثل هذا المجهود : وأعنى به السعى وراء
« الدقة » .

فالرياضة لا تتميز بالدقة التامة فحسب ($2 + 2 = 4$ بالضبط ،
المثلثان اللذان تتساوى أضلاع كل منهما بالآخر ينطبقان تمام
الانطباق) ، بل إنها هي الدقة ذاتها ، إلى درجة أنها تمكنا من قياس
عدم الدقة بدقة تامة ، إذ توضح بكل دقة فيم يكون المقياس غير دقيق ،
فيقال إن عدم الدقة يصل إلى 10^{-10} ! ... الح ... بحيث
تكون الدقة متناسبة مع « مقام » هذا الكسر .

والقول يعد « دقيقا » إذا كان ينطبق على الواقع بطريقة محددة
تماما ، أعنى إذا كان ذلك القطاع من الواقع الذى يشير إليه القول
محصورا تماما ، ولا يثطوى تبعا لذلك إلا على أقل قدر ممكن من عدم
التحديد . ومن اليسير أن نتبين الفارق بين قضيتين مثل : الطقس
بارد ، ترمومتر يشير إلى درجة تحت الصفر . فالأولى تنطبق على
عدد من الوقائع أجبر بكثير من ذلك الذى تنطبق عليه الثانية . ومن
هنا نرى إلى أى حد تفيد الصيغة الرياضية فى اكتساب الدقة :
فهي نزداد دقة على الدوام ، ما دام فى وسعنا دائما أن نحضيف أرقاما
عشرية ، كلما ازدادت دقة أجهزة القياس .

٨ - الأشكال المتتابعة للروح العلمية :

لقد تطورت الروح العلمية ، وليس من الصعب إدراك سبب
تطورها هذا :

(١) فالتقدم فى الأساليب الفنية الصناعية يهدنا بأجهزة علمية
أكمل وأقوى مما كان لدينا ، نتمكن بواسطتها من الاهتداء إلى ظواهر
كانت مجهولة ، كما يزداد دقة الأقيسة من جهة أخرى .

(٢) وتقدم الرياضة يأتى بدالات جديدة ، وتعبيرات جديدة ، يمكن
استخدامها فى حل مشكلات جديدة .

(٣) وإن مجرد تكديس الملاحظات التي تقوم بها الأجيال المتعاقبة من الباحثين ، لياتى بوقائع جديدة تتبرر مشاهد لم تكن معروفة ، وتخلق مزيداً من الصعوبات .

(٤) والعلم يغير شكل العالم : فهو يعمل أولاً على تغيير آفاقه بالنسبة إلى عقولنا ، ثم إن الصناعة الحديثة ، التي نشأت عن العلم ، تتابع طريقها إلى السيطرة المادية على كوكبنا هذا . والكون الجديد يولد علماً جديداً ، وهكذا دواليك . وعلى ذلك ، فبين الوقائع وبين المعرفة العلمية سلسلة غير محدودة من الأفعال وردود الأفعال .

كن هذه الأسباب لا تؤدي إلى تغير العلم فحسب ، بل إلى تغيير للروح العلمية ذاتها ، إذ تظهر مناهج جديدة ، تقتضى صورة جديدة للعقل ، وصدات جديدة له .

وهكذا يمكن أن يروى تاريخ الروح العلمية ، وإن كنا لا نزمع القيام بهذا العمل ، بل سنكتفى بأن نعرض بإيجاز شديد للمراحل الكبرى التي يمكن أن نامحها في ذلك التاريخ .

علم الطبيعة الميكانيكى :

يبدأ هذا التاريخ من القرن السابع عشر . ففى السنوات الأولى من ذلك القرن نشأ علم الطبيعة بمعناه الصحيح من علم الفلك عند كوبرنيك وجاليليو .

١ - وإذن يمكننا أن نميز مرحلة أولى تشمل القرن السابع عشر . هذه المرحلة تسيطر عليها الفطرة الآلية المعروفة عند ديكارت وجاسندي (١) . وفيها كان ينظر إلى التركيب الداخلى للظواهر على أنه يكون من آلات صغيرة إلى أبعد حد ، كالعتلة والملفاف والنورج

الآلى ، والرافضة ، أعنى أقدم الآلات البشرية ، التى بدأ أرسميس (فى القرن الثالث ق.م) فى وضع النظرية المبنية عليها ، والتى أتمها ديكرت (٢) . غواهر المغناطيسية مثلا يفسرها ديكرت بحركة مسامير حلزونية لا متناهية الصغر تدخل فى مسام أجسام معينة (كالمغناطيس الطبيعى ، والصلب) فتوجهها أو تنقلها من موضعها ، أى أن تفسير الظاهرة هو وصف للأنموذج الآلى الذى تمثله تفاصيل تركيبها الداخلى .

فيزياء القوى المركزية :

٢ — ومنذ أن انتصر نيوتن ، وطوال القرن الثامن عشر ، لم تعد الأمور تفسر على النحو السابق ، بل استبدل بالتفسير القديم مذهب « القوى المركزية » . والمقصود بهذا التعبير ، قوى الجذب والتنافر الموجهة نحو نقط (مراكز) ، أو الخارجة من نقط ، تمثلها موجبات *vectors* ، وهى المستقيمات المعروفة التى تتخذ صورة الأسهم . فتفسير ظاهرة (كالثقل وحركة النجوم ، والجذب المغناطيسى أو للكهربى وتغير سطح السائل فى أنبوبه الاختبار : وميل العناصر إلى الانصاف فى الكيمياء) إنما هو رسم الموجة ، الذى يحدد قانونه خصائصه الرياضية . ونستطيع القول بأن ميثافيزيقا الطبيعة عند « كانت » هى الصورة الواعية والمنظمة لهذه الفكرة . كما تتمثل حتمية الموجبات هذه فى الصيغة المشهورة التى عبر بها لابلاس عنها (١٧٩٤ — ١٨٢٧) : « لو استطاع عقل ما أن يعلم فى لحظة معينة جميع القوى التى تحرك الطبيعة ، وموقع كل كائن من الكائنات التى تتكون منها ، ولو كان ذلك العقل من السعة بحيث يستطيع إخضاع هذه المعطيات للتحليل ، لاستطاع أن يعبر بصيغة واحدة عن حركة أكبر أجسام الكون وعن حركات أخف الذرات وزنا ، ولكان علمه

Constantin Huygens ، والتى

(٢) انظر رسالته الى

الحقت بمؤلفاته فيما بعد باسم « الميكانيكا » .

بكل شيء علما أكيدا ، ولأصبح المستقبل والماضي ماثلين أمام
فلفظيه كالحاضر تماما » .

تجزئة المجالات :

٣ - في القرن التاسع عشر ، أدت دراسات كولومب Coulomb
(١٧٣٦ - ١٨٠٦) وأمبير Ampère (١٧٧٥ - ١٨٣٦) وفارادى
Faraday (١٧٩١ - ١٨٦٧) في التهرباء والمغناطيسية ، ونظريات
ماكسويل Maxwell (١٨٣١ - ١٨٧٩) في الضوء (إندى هو في رأيه
ظاهرة كهربائية مغناطيسية في أساسها) إلى ظهور فكرة جديدة عن
للضمنية : هي «تية المجال » والمقصود بالمجال نطاق معين من المكان
يتحكم كل جزء من أجزائه في الآخر تحكما « متبادلا » ، طبقا للتركيب
للخاص للمجموع . فالتحتمية هنا لم تعد تتصور خلال انتعاقب الزمنى
بل خلال التزامن simultanéité ، أى أن السابق ليس هو الذى
يتحكم في اللاحق ، وإنما المجموع هو الذى يتحكم في الجزء .

للروح العلمية الجديدة :

٤ - وأخيرا ، وبعد السنوات الأولى في القرن انعشرين ، ظهرت
« روح علمية جديدة » - على حد تعبير بائشارل Bechelerd
من مختلف النظريات العامة . وسفرجى مهمة وصف هذه لروح
للجديدة^(١) ، وحسبنا أن نقول إنها أحدثت في العلم انقلابا بعيد المدى
لأنستطيع انقول على الإطلاق إن نتائجها الفلسفية قد ظهرت كلها .

الفصل الرابع

تصنيف العلوم

يمكننا أن نتخذ من تقسيم « أوجست كونت » أساسا •
وتبعا لهذا التقسيم ، ينبغي التمييز بين العلوم العملية أو علوم
الأساليب الفنية ، التي يطبقها المهندسون ، والعلوم النظرية ،
التي يبحث فيها العلماء • والعلوم النظرية إما عينية (كعلم
الحيوان أو النبات مثلا) أو مجردة (كعلم وظائف الأعضاء) •

والعلوم المجردة الرئيسية ستة : الرياضيات ، والفلك ، وعلم
الطبيعة ، والكيمياء ، وعلم الحياة ، وعلم الاجتماع • وهذه
العلوم مرتبة ترتيبا تنازليا من حيث البساطة والعموم • وهي
علوم لها صفاتها النوعية ، إذ لا يمكن إرجاع كل منها إلى العلم
السابق عليه ، فالذهب الوضعي يتنافى مع المذهب المادى •

ومنذ عهد أوجست كونت ، تطورت العلوم بحيث أصبح
تصنيفه غير مطابق لحالة العلم كل المطابقة • فقد ظهرت علوم
جديدة (مثل علم الطبيعة الفلكي ، وعلم الطبيعة الذري) ،
واحتلت هذه العلوم مكانة تعلو مكانة علوم كثيرة أخرى ،
وأثبتت وحده العلم التي تعبر ، كما قال « ديكارت » ، عن وحدة
العقل الانساني • وأصبحت المثالية ، التي تؤكده هذه الوحدة ،
في مركز أقوى من حيث قدرتها على مناهضة المادية ، من النزعة
الروحية عند أوجست كونت •

١ — فائدة القيام بتصنيف للعلوم ، ولو كان مؤقتا :

كونا ، فيما سبق ، فكرة أولى عن العلم ، وعليها الآن أن ندورس

مختلف العلوم على التخصيص ، ولأجل هذه الغاية ، ينبغي لنا أن نصنفها •

ومن المؤكد أننا لا نولى تصنيف العلوم أهمية أساسية ، وذلك لأسباب سنوضحها في ختام هذا الفصل • ولن يكون التصنيف الذي سنعرضه إلا تصنيفاً مؤقتاً ، ولكن من الضروري أن يوجد تصنيف ، أيا كان • فميزة التصنيف أنه يضيف دقة على المصطلحات الفنية في العلوم • والحق أنه لو لم تكن له من فائدة إلا هذه ، لكان ذلك كافياً • ولقد وصف كوندillac Condillac العلم بأنه « لغة أحسن إعدادها » • وفي مقابل ذلك نرى أن اكتمال اللغة يؤدي إلى بدء المعرفة ، كما يؤدي وضع المصطلح على أسس عقلية إلى البدء في معرفة الأشياء • وفضلاً عن ذلك ، فلما كنا سنقتبس تصنيفنا المؤقت من أوجست كونت (١) ، الذي كان شديد الانكباب على معرفة علوم عصره ، والذي اتجه بفكره إلى المشاكل التي تثيرها الصلات بين هذه العلوم ، فسوف نستطيع الاهتداء خلال ذلك إلى أفكار طريفة وعميقة •

٢ - تصنيف بيكن (١٦٢٣) وأصحاب دائرة المعارف (١٧٥١) :

لكي يتسنى لنا فهم تصنيف « أوجست كونت » ، يجب علينا أن نقول بضع كلمات عن التصنيفات السابقة له ، والتي نقدها هو • فهو يتحدث أولاً عن تصنيف « فرانسيس بيكن » • وأساس هذا التصنيف هو التفرقة بين ثلاث طبقات لدى الإنسان ، وهي الذاكرة ، والخيال ، والعقل • فالذاكرة يلاحظها التاريخ ، الذي ينقسم إلى

(١) أوجست كونت (١٧٩٨ - ١٨٥٧) تخرج في معهد الهندسة التطبيقية ، ثم أصبح معها به • وهو مؤسس المذهب الوضعي • انظر ملحوظة « شساريل لالو » في مقدمة المختارات من « محاضرات في الفلسفة الوضعية » (الدرسان الأول والثاني) طبعة هاشيت Hachette ، وفي الدوس الثاني من هذه المحاضرات نجد القارئ النصوص التي سوف نشير إليها في هذا الفصل •

التاريخ المدنى (وهو ما نسميه عادة اليوم بالتاريخ ، بمعناه الصحيح)
والتاريخ الطبيعى . والخيال يفاظره الشعر . وأخيرا فالمعقل هو
أساس الفلسفة أو العلم بمعنى الكلمة ، وهو الذى قد يكون موضوعه
الله (اللاهوت) أو الطبيعة (الفلسفة الطبيعية) أو الإنسان
(الفلسفة الإنسانية) .

ثم يتحدث كونت بعد ذلك عن تصنيف أصحاب دائرة المعارف ،
وهو تصنيف ديدرو^(١) . وهذا التصنيف شبيه من حيث المبدأ ،
بتصنيف « بيكن » ، وهو التفرقة بين الملكات الأساسية الثلاث للمعقل :
الذاكرة ، والمعقل ، والخيال .

٢ - نقد التصنيفين : لا يعترفان بوحدة المعقل :

يقول « كونت » إن مثل هذه التصنيفات « مبنية من أساسها » ،
إذ أن عقلنا يستخدم ، فى كل مجال من مجالات نشاطه ، جميع ملكاته
الأساسية فى آن واحد . وإنه لمن اليسير أن نبين أن الفنون الجميلة ،
مثلا ، لا تقوم على أساس الخيال وحده ، وإنما على الذاكرة والمعقل
أيضا ، إذ أنها كثيرا ما تتطلب من الفنان أن يكون ملما بمعلومات
واسعة ، وتقتضى ، فى جميع الأحوال ، تنظيمها عقليا للعناصر التى يمدنا
بها الخيال . ولكن ، لما كان اهتمامنا هنا منصبا على العلوم وحدها ،
فلنقتصر إذن على تذكرة القارئ بما قلناه عن مكانة الخيال فى العمل
للعلمى^(٢) ، ولننصف إلى ذلك أن الذاكرة ، هى دون ريب ، ملكة لا غنى
للعالم عنها ، لا لأنها ، كما قال باسكال « ضرورية فى كل عمليات

(١) ينسب كونت هذا التصنيف خطأ إلى دالمبير D'Alembert
ونحن نعلم أن دائرة المعارف أى « المعجم العقلى للمعلوم والفنون
والحرف » ، كانت جامعة للمعارف العلمية والفنية المكتسبة حتى ١٧٥١
(وهو تاريخ ظهور أول مجلد من مجلداتها) كما أنها سجل سيملى
ولعلمى فى الآن نفسه ، وكان يشرف على نشرها ديدرو وبالمبير .
(٢) انظر الفصل السابق ، قسم ٧ .

المعقل^(١) فحسب ، بل لأن العالم هو أيضا جامع للوقائع ، فهو إذن في حاجة إلى ذاكرته حتى يكون مادة تجربته .

ولنقل بوجه عام إن الوظائف العقلية لا يمكن أن تفصل كل منها عن الأخرى ، وهي تتضافر دائما ، بحيث أن كل تقسيم يقوم على أساس التمييز بينها هو تقسيم مصطنع .

٤ — تصنيف أوجست كونت (١٨٣٠) : العلوم النظرية والعلوم التطبيقية :

إن أول تقسيم يفرض نفسه هنا هو تقسيمها إلى علوم نظرية ، وعلوم تطبيقية أو عملية أو فنية .

والفارق بين النوعين واضح كل الوضوح : فموضوع الفئة الثانية هو تأثير الإنسان في الطبيعة ، بغية زيادة قوته ورفاهيته . وضمان صحته ، وإطالة عمره ، وربما كان الهدف منها هو أن تساعد على أن يصبح أرحح عقلا مما هو عليه . والعلمان الرئيسيان في هذا الفرع هما الصناعة والطب . ويرتبط علم الصحة بالطب ، بمعناه الصحيح . أما الصناعة فتحتل ميدانا واسعا ، نستطيع أن نتبين بعض أجزائه بوضوح وهي : الكيمياء الصناعية ، والكهرباء التطبيقية ، وسبك المعادن ، والميكانيكا التطبيقية ، بل نستطيع أن نضيف إليها « معرفة الأجواء » وهو تطبيق للمعارف الفلكية على الملاحة^(٢) .

ولقد نبه « أوجست كونت » إلى الأهمية المتزايدة التي تحتلها فئة المهندسين في المجتمع الحديث ، وهي فئة تحتل مكانا وسطا بين العلماء ورؤساء العمل في الصناعة .

(١) طبيعة برنشتريك فقرة ٣٦٦ .

(٢) في كل عام يصدر مكتب المرصد الفلكي نشرة سنوية الغرض منها إغاثة التنبؤات الفلكية ، من أجل تلبية حاجات الملاحة بوجه خاص .

ولكن العلوم النظرية هي التي تهتمنا بوجه خاص . وهدف هذه العلوم هو معرفة الطبيعة والإنسان ، لا شيء إلا لأجل إشباع غريزة حب الاستطلاع في الإنسان ، وزيادة شعوره بذاته وبالعوالم .

• - تقسيم العلوم النظرية إلى مجردة وعينية :

إذا نحن اقتصرنا على العلوم النظرية ، وجدناها تنقسم بدورها إلى علوم مجردة ، وعلوم عينية . « فالعلوم المجردة ، العامة ، تهدف إلى كشف القوانين التي تتحكم في مختلف أنواع الظواهر » ، أما العلوم « العينية ، أو الخاصة ، أو الوصفية .. فهمتها تنحصر في تطبيق هذه القوانين على التاريخ الفعلي لمختلف الكائنات الموجودة » .

وهناك أول مثال يؤيد هذه الفكرة : « فإذا تأملنا علم وظائف الأعضاء العام من جهة ، وعلم الحيوان وعلم النبات من جهة أخرى ، وجدنا الأول يدرس «قوانين الحياة بوجه عام» ، والآخران يحددان «طريقة وجود كل من الأجسام الحية ، على وجه الخصوص» .

وإليك مثالا آخر . فالكيمياء ترتبط بعلم المعادن : « ففي الكيمياء نبحث كل التجمعات الممكنة للجسيمات ، وفي كل الظروف التي يمكن تصورها . وفي علم المعادن ، لا نبحث إلا في تلك التجمعات التي تتحقق في التركيب الفعلي للكرة الأرضية ، وتحت تأثير الظروف الخاصة التي تتميز بها الأرض وحدها » .

وهناك مثالا ثالثا ، هو علم الطبيعة المجردة [physique abstraite] بالنسبة إلى علم الطبيعة العيني . وأوجست كونت يعنى بكلمة « علم الطبيعة العيني » ما نعنيه نحن اليوم بكلمة « علم الطبيعة للكرة الأرضية » ، وهو يشمل بطبيعة الحال ، علم الأرصاد الجوية .

وفي استطاعتنا أن نأتي بأمثلة أخرى ، فعلم الفلك المجرد ، أو الميكانيكا السماوية ، يتميز عن علم الأكوان « الكوسموجرافيا

[Cosmographie] الذى يدرس الجيوم كلاً منها على حدة ،
لأقوانين الفلكية بوجه عام .

وسوف نستبقى هذا التقسيم لما فيه من فائدة جمة : فالعلوم
المجردة تحدد صيغ القوانين العامة ، وتدرس جزءاً معيناً من الطبيعة ،
وإضعة نصب أعينها ما يظهر بين الموجودات التى تكون هذا الجزء من
« أوجه تشابه » . أما العلم المعينة فتركز بحثها على « الفروق » .
فهى إذن تقوم على التصنيف ، والوصف التفصيلى ، بل إنها فى أيامنا
هذه أقرب كثيراً إلى الوصف التفصيلى منها إلى التصنيف ، إذ أن
التصنيف الطبيعى قد فقد قدراً كبيراً من أهميته بسبب تأثير
المدى التطورى^(١) .

ولنصف إلى ذلك أن « كورنو »^(٢) قد اعترف بتفرقة أوجست كونت
ذاتها ، وإن كان قد عمقها وأضفى عليها مزيداً من الوضوح : فهو يضع
تقابلاً بين وجهة النظر النظرية ، وجهة النظر التاريخية . وفى رأيه
أن العلوم التاريخية لا تتميز عن العلوم النظرية فصص ، بل إنها
ليست مستمدة منها ، كما اعتقد أوجست كونت ، فيما يبدو . فهى
تكوّن مجموعة منفصلة . لها منهجها الخاص ، وتعتمد على حالة عقلية
مختلفة كل الاختلاف ، وتوجهها أفكار متباينة كل التباين .

٦ - العلوم المجردة الرئيسية الستة :

ولن نتابع بعد الآن نص أقوال أوجست كونت طويلاً ، وذلك لأنه
يمضى عن طريق التفرع ، أى عن طريق تقسيمات ثنائية متتابعة^(٣) .

(١) انظر فى هذا الكتاب : الفصل الثامن - قسم «٤» ، (السبب فى ذلك
أن مذاهب التطور أجمعت الانزاع بعضها فى بعض ، وقضت على
الفروق الحاسمة بينها ، وجعلتها كلها مظاهر لتطور واحد) (المترجم) .
(٢) انظر فى هذا الكتاب : الفصل الثالث قسم «١٣» .

(٣) علم الطبيعة غير العضوى ، علم لطبيعة العضوى . علم الطبيعة
(غير العضوى) السماوى ، علم الطبيعة (العضوى) الأرضى .
ويحتوى هذا الأخير على علم الطبيعة بمعناه الخاص ، وعلى الكيمياء ،
ثم علم الطبيعة (العضوى) الفردى أو علم وظائف الأعضاء . وعلم
الطبيعة (العضوى) الاجتماعى ، أو علم الاجتماع .

وهذه الطريقة منهجية إلى أبعد حد ، ولكنها تترك خارجها العلم الرياضي — ويجب أن نعترف بأن ذلك كان مقصودا ، وراجعنا إلى أهميَّاب سنوضحها فيما بعد . ثم أنها لا تكشف بما فيه الكفاية عن الفكرة الأهم ، وأعنى بها تسلسل العلم .

فلنكتفِ إذن بالقول إنه قد ميز في نهاية الأمر بين ستة علوم مجردة-
الطبيعية وهى : الرياضيات ، والفلك ، وعلم الطبيعة ، والكيمياء ، وعلم
الحياة • وعلم الاجتماع •

٧ — هذه العلوم الستة متسلسلة :

توزع هذه العلوم توزيعا متسلسلا ، أعنى تبعا لنظام يقضى بأن
يؤدى كل منها إلى الإتيان بشيء جديد بالنسبة إلى ما سبقه ، وبحيث
يكون هذا الشيء أسمى وذا قيمة أكبر . فموضوع الرياضة مجرد
تعاما ، وهو ليس متصلا بالواقع بالمعنى الصحيح ، فالرياضة تدرس
الأشياء لا الأشياء • أما العلوم التالية فتدرس أشياء تزداد قيمتها
بالتدرج : كالمادة الجامدة أولا ، ثم المادة الحية ، وأخيرا العقل
الإنسانى • فإذا ما تتبعنا ترتيب العلوم التى صنفنا على هذا النحو ،
لسرنا من الأدنى إلى الأعلى •

ويمكن القول بلغة بعض الفلاسفة المعاصرين إن كلا من موضوعات
هذه للعلوم المتعاقبة هو « نوع من الارتقاء » بالنسبة إلى سابقه •
والمقصود بكلمة « الارتقاء » ظهور حقيقة لها قيمة أكبر ، من داخل
حقيقة لها قيمة أقل •

ومن المهم أن نلاحظ أن هذا الارتقاء يتوقف على ما يسبقه : أى أن
الأدنى يتحكم فى الأعلى • فالحياة مثلا ، تتحكم فيها قوانين المادة
الجامدة • والجسم الذى يخضع لقوانين الثقل أو الجاذبية ، ولكى
يكون فى حالة توازن يجب أن يكون الخط العمودى النازل من مركز
ثقله داخل الشكل الهندسى الذى يكونه وهو واقف ، وإلا سقط ،
وذلك لأن صفة الحياة لا تكفل له أية ميزة فى هذا الصدد •

وهذا يؤدي بنا إلى القول بأن الكائن الحي مثلا يخضع لموعين من القوانين . هي قوانين الحياة ، وقوانين المادة الجامدة . وإذن ، لهذا تأملنا مفهومه وجدناه أوسع من مفهوم المادة الجامدة ، وبالتالي يكون « ماصدقه » أقل (١) . ولقد عبر « أوجست كونت » — الذي كان يجهل مصطلح المناطق ، وقانون التناسب العكسي الذي عرضناه — عن الفكرة ذاتها بطريقة أخرى فقال « إن أبسط الظواهر ، أعنى تلك التي تعد أقل تعقيدا من الظواهر الأخرى ، هي أهمها بالضرورة » . فلنقل نحن إذن ، مستخدمين مصطلح المناطق ، إن العلوم توضع في ترتيب يتناقص فيه ماصدق موضوعاتها ويزداد مفهومها . أما بصفة كونت ، فلنقل إنها ترتب ترتيبا تنازليا من حيث البساطة والمعوم .

ولقد تأملنا ، منذ قليل ، حالة خاصة ، هي حالة علوم المادة الجامدة بالنسبة إلى علوم الحياة . ولكن نفس الفكرة تنطبق على الصلة بين الرياضة وبقية العلوم ، كما تنطبق على الصلة بين علم الفلك وعلم الطبيعة الأرضية ، إذ أن الأرض نجم ، ثم إنها مقر الظواهر الحرارية والكهربائية والضوئية التي تدرس في علم الطبيعة . كذلك الحال في علاقة علم الطبيعة بالكيمياء : فالظاهرة الكيميائية تخضع لقوانين علم الطبيعة ، وتزيد عليها من جهة أن فيها تفاعلات لها قوانينها الخاصة . وأخيرا ، فالطبيعة البشرية إذا اتخذت موضوعا ، تشغل على كل قوانين الفلك ، وعلم الطبيعة ، والكيمياء ، وعلم الحياة ، إذ أن الإنسان كائن أرضي ، وجسم جامد ، وموصل جيد أو ردي للحرارة والكهرباء ، ويمكن أن يتفحم وأن يحترق ، وأن تؤذيه الأحماض ، وهو كائن حي يهضم ويفرز ، وهو فضلا عن ذلك إنسان له مصيره الروحي .

٨. — كل حقيقة لها نوعها الخاص بها ، أي لا يمكن إرجاعها إلى الحقائق السابقة :

ومن هذه الملاحظة الأخيرة تتضح لنا الفكرة الفلسفية المعينة التي

أوجت بهذا التصنيف : ألا وهي أن الحقائق تتبطل في سلسلة يكون لكل واحدة منها نوعها الخاص بها ، أعني لا يمكن إرجاعها إلى الحقائق السابقة عليها .

والواقع أن لدى العلماء ميلا إلى « المذهب المادى » وهو — على حد التعبير الرائع الذى عرفه به « كونت » — : « تفسير الأعلى بالأدنى » . على أن العلم ذاته يرى أن كل مرحلة من مراحل الواقع ، كالعالم انرياضى (وهو ليس فى حقيقة الأمر عالما واقعيا) والعالم انطبيعى ، والعالم الكيمائى ، وعالم الأحياء ، وعالم البشر — كل مرحلة من هذه تمتد جديدة كل الجدة بالنسبة إلى المرحلة السابقة عليها . فالمذهب المادى إذن فى رأى « كونت » ، مضاد للعلم فى أساسه .

ومن هنا كانت تلك الحملات التى وجهها إلى ما أسماه بمذهب « الواحدية monisme » ، أعنى المذهب الذى يرجع الواقع بأسره إلى الوحدة : « إننى أعتقد ، فى قرارة نفسى ، أن محاولات تفسير الكون بناء على قانون واحد ، محاولات باطلة فى أساسها ، حتى لو تصدت لتقييم بها أكثر العقول ذكاء ونخصما » .

٩ — أوجست كونت من السابقين إلى القول « بمذهب العرضية » :

يعد أوجست كونت فى هذه المسألة سابقا للفلاسفة الفرنسيين الذين اكثروا فى القرن التاسع عشر من بعده ، « عرضية » مختلف المجالات التى تدرسها العلوم المتعاقبة . والعرضية ضد الضرورة ، وإذن فتأكيد عرضية حقيقة ما يعنى بتأكيد استحالة استخلاصها كنتيجة ، من الحقيقة الأدنى منها . فعلم الطبيعة « عرضى » بالنسبة إلى الرياضة ، أى أن الحقيقة الفيزيائية فيها شئ لا يمكن إرجاعه إلى الرياضة . كذلك شأن الحياة بالقياس إلى المادة الجامدة ، والكائن الإنسانى بالقياس إلى المادة الجلمدة ، والكائن الإنسانى بالقياس إلى الكائن

البيولوجى • وذلك هو المذهب الذى جمع بين رافيسون Ravaissou وكورنو Gournot إميل بوترو E. Boutroux ، وأخيرا برجسون Bergson (١) • وهكذا وجد فى فرنسا مذهب وضعى مضاد للمادية ، ومذهب روجى يبنى على أساس العلم ذاته •

١٠ — الترتيب المتسلسل يجب أن يكون هو أيضا ترتيب العلوم فى برامج التدريس :

يوحى تصنيف « أوجست كونت » بفكرة أخرى • فإذا كانت مجالات للعلوم المتعاقبة يتوقف كل منها على الآخر تبعا لترتيب متسلسل ، فإن دراسة كل علم تتوقف على دراسة العلوم السابقة عليه ، بحيث يتعين علينا أن ندرسها بالترتيب الذى يحدده التصنيف • وعلى ذلك يكون أساس تدريس العلوم هو دراسة الرياضيات : وتلك فكرة نبذوا لنا ، فى القرن العشرين ، طبيعية إلى أقصى حد • ولا شك فى أنها ليست جديدة ، بل لقد دعا إليها من قبل علماء القرنين السابع عشر والثامن عشر • لكن المذهب الوضعى عند « أوجست كونت » هو الذى فرضها على رأى انعام • وبالمثل تنطوى دراسة العلوم البيولوجية ضمنا على دراسة العلوم الفلكية ، أو على الأقل العلوم الطبيعية الكيميائية • فعلم الإنسان يفترض العلوم السابقة له •

(١) رافيسون : « فى العادة De l'habitude » (١٨٢٨) ونشر مرة أخرى فى ١٩٢٧ بمكتبة الكنان [Alcan]

« كورنو » المذهب المادى ، والمذهب الحيوى ، والمذهب العقلى (١٨٧٥ ، أميسد نشره فى ١٩٢٢ بمكتبة هاشيت) وتقيدى أصالة « كورنو » ، بالنسبة الى سواه من أصحاب المذهب العرضى ، فى أنه يدرك وجود تماثل ، أو على حد تعبيره ، قطبية تماثلية ، بين المادية والعقلية ، وبين المجال الرياضى والمجال العقلى أو البشرى • فالبشرى ينتج الرياضى ، ويعمل به على الحيوى ، فى المرحلة الدنيا « بوترو » : فى عرضية قوانين الطبيعة (١٨٧٤ • الكنان) De la contingence des lois de nature

برجسون : رسالة فى المعطيات المباشرة للشعور (١٨٨٩ • الكنان)
Essai sur les données immédiates de la conscience .

١١ - الترتيب المتسلسل هو الترتيب الذى ظهرت به مختلف العلوم :

إذا كان حقا أن العلوم يعتمد بعضها على بعض في الترتيب المتسلسل فلا بد أن تكون العلوم قد ظهرت تبعا لهذا الترتيب ذاته . ولكن لتلاحظ أولا أنه يجب علينا ألا ننظر إلى نقطة بدء العلم على أنها هي اللحظة التي بدأت فيها البحوث التي استغلها ذلك العلم . فلو صح ذلك نكانت العلوم كلها قديمة كالإنسانية نفسها ، فقد كان هناك دائما حاسبون ، وفلكيون (أو بالأحرى منجمون) وأطباء . غير أن العلم يبدأ عندما يحدد المنهج الخاص به . وفضلا عن ذلك فإن الترتيب التاريخي لا يتفق اتفاقا دقيقا ، بأية حال من الأحوال ، مع الترتيب المنطقي . بل يتضمن طروفا لا يمكن حسابها ، فهو « عرضي » بدوره وبطريقته الخاصة .

ويمكننا القول ، على وجه الإجمال ، إن العلوم قد ظهرت ، في صورتها النهائية ، بهذا الترتيب المتسلسل . وسوف نتاح لنا ، فيما بعد ، فرصة إثبات هذه الحقيقة على نحو أدق . وحسبنا الآن أن نقول إن الرياضيات والفلك علماء يونانيين ، وأن علم الطبيعة قد اتخذ صورته الحديثة في القرن السابع عشر ، والكيمياء في القرن الثامن عشر ، وعلم الحياة في القرن التاسع عشر ، وفي ذلك القرن نفسه ، وبعد فترة طويلة ، ظهرت علوم الإنسان ، كالتاريخ العلمى ، وعلم النفس التجريبي وعلم الاجتماع .

١٢ - عيب تصنيف « أوجست كونت » • وحدة العلوم :

رغم أننا اقتبسنا من « أوجست كونت » معلومات عديدة ، فإن هذا لا يمنعنا من أن نوجه إليه نقدا عاما ، وأن نوضح ، بعد ذلك ، النقط التي يؤدي فيها تطور العلم في وقتنا الحالى إلى تجاوز تصنيفه .

أما النقد العام ، فينحصر في التنبية إلى أن أوجست كونت ، وإن كان قد أوضح الطبيعة الخاصة للعلوم المختلفة ، لم يكشف عن

وحدثها بما فيه الكفاية . فقد كان شديد الحذر من المذهب المادى ، إلى درجة أنه كان يخشى أن يسُجَع مذهب « الواحدية » إذا ما أكد وحدة العلم . غير أن هذه الوحدة يمكن أن تتصور بطريقتين مختلفتين مثل الاختلاف : تقوم أولاها على الموضوع ، والأخرى على الذات أو العقل . ويأبى « كونت » الاعتراف بالوحدة القائمة على الموضوع ، والتي تُرجع جميع الحقائق إلى حقيقة واحدة هي أدنى هذه الحقائق . غير أن ثمة وحدة أخرى ، مضادة تماما لهذه ، تؤكد وحدة العقل خلال مناهجه العديدة . ولنستمع إلى ديكارت وهو يقول : « إن كل العلوم مجتمعة ما هي إلا العقل البشرى الذى يظل واحدا على الدوام ، ويظل دائما على ما هو عليه مهما تغيرت الموضوعات التى ينصرف إلى بحثها ، والذى لا يطرأ عليه من التغير أكثر مما يطرأ على ضوء الشمس نتيجة لاختلاف الأشياء التى تضيئها » (١) . وليس لنا أن نخشى أن يؤدي بنا هذا النوع من الأصل المشترك إلى المذهب المادى ، بل هو يقرر فورا حقيقة العقل . ومع ذلك ، فلن نطلق عليه اسم « المذهب الروحى » رغم ارتباطه الاشتقاقى بمضمون هذا المذهب — إذ قد سُاع إطلاق اسم النزعة الروحىة على المذهب الذى يهتدى إلى الروح فى الأشياء . فالمذهب الوضعى روحى باعتبار مقصده ، لأنه يعترف بأن الحقيقة الواقعية تنطوى على قيم متدرجة تتجه فى أعلاها إلى الروحىة . ولنقل بدلا من ذلك ، إن تأكيد ديكارت « مثالى » . فالمثالية تسعى وراء الروح ، لا فى الأشياء ، ولكن فى معرفة الأشياء .

١٣ - العلم المعاصر وتصنيف كونت :

لقد أحرز العلم منذ عهد أوجست كونت تقدما كبيرا ، فكان من الطبيعى أن يتجاوز هذا التقدم تصنيفه . ومما يؤيد ذلك أن العلم المعاصر يستلهم روحا مخالفة لروح « أوجست كونت » إلى حد ما ، وهى أقرب إلى روح ديكارت ، الذى اتجه إلى الوحدة — وليس-

المقصود هنا الوحدة عن طريق وضع قانون شامل ، بل عن طريق تطبيق منهج واحد بقدر الإمكان . وهذا المنهج هو المنهج الرياضى . فافضل الأعلى المشترك لكل العلوم هو علم الطبيعة الرياضى ، الذى ينطوى على علم الفلك ، وعلى علم الطبيعة والكيمياء ، ويضم هذه العلوم كلها فى وحدة وثيقة الارتباط ، يكاد يكون من المستحيل تمييز كل علم منها عن العلوم الأخرى ، ويستحيل بالفعل فصلها بعضها عن بعض . ولقد أدى هذا النشاط الموحد إلى ظهور علمين جديدين كل الجودة ، سبقا العلوم الأخرى ، وأصبحا رمزا لهذا العلم الموحد ، الذى يناظر ماكان يحلم به ديكارت من وحدة العقل . وهذان العلمان هما :

- ١ - علم الطبيعة الفلكى *astrophysique* أعنى تطبيق علم الطبيعة ، ومن خلالها الكيمياء ، على النجوم ، لتحديد تركيبها وحرارتها وتكلفتها ومقاديرها وأبعادها وعمرها أيضا ، وذلك عن طريق عمليات غير مباشرة تتصافر كلها لتحقيق هذا الهدف ، وتقتضى براعة لاهد لها .
- ٢ - علم الطبيعة الذرى *microphysique* ، وهو تطبيق علم الطبيعة على الذرات ومكوناتها (الإلكترونات . إلخ) وهذه الدراسة تؤدى إلى تأكيد وحدة المادة ، وهى فكرة مخالفة تماما لما قلل به كوفت .

ومن جهة أخرى ، فلما كانت البيواوجيا تتحول بالتدريج إلى أن تعدو علما طبيعيا كيميائيا ، ولما كان علم الطبيعة الفلكى وعلم الطبيعة الذرى يتصلان فى مواضع عديدة ، بحيث تطلعنا الذرة والنجم كل منهما على أسرار الآخر ، لهذا كله يبدو أن رأى ديكارت كان أقرب إلى الصواب من رأى أوجست كوفت .

١٤ - خطة هذا البحث :

وهو خطة ، وسوف تتبع المخطوط الرئيسية للتصنيف الوضعى ، إذ

أنه لا يزال ينطبق ، إلى حد غير قليل ، على ترتيب العلوم على النحو الذى تدرس عليه (ولكنه لا ينطبق تماما على هذه العلوم من حيث نشأتها) . وإذن ، فسنبداً بدراسة العلوم الرياضية ، من حيث موضوعها ، ثم من حيث منهجها . وننتقل بعد ذلك إلى العلوم الطبيعية (علم الفلك والفيزياء والكيمياء) : ثم تأتى علوم الحياة (البيولوجيا) ثم نخصص فصلاً للعلوم الأخلاقية التى تتجاوز علم الاجتماع إلى حد غير قليل ، وأخيراً ، نلم إلىاماً سريعاً بالنظريات الحديثة فى علم الطبيعة .

الفصل الخامس

مَوْضُوعُ الْعُلُومِ الرِّيَاضِيَّةِ الترتيب والقياس - العدد والمقدار

العلوم الرياضية هي الأدوات العقلية لكل العلوم . وهي أيضا علوم قائمة بذاتها ، بل هي أكمل العلوم ، لأن موضوعها هو القياس والترتيب .

فالرياضة ، من حيث أن موضوعها هو القياس ، تنقسم إلى رياضة المقادير (الهندسة والميكانيكا) ، ورياضة العدد (الحساب والجبر) ، ورياضة العدد الذي يطبق على المقادير وعلى الحجوم (الهندسة والميكانيكا التحليلتان) .

والمكان ، الذي هو رمز ومقياس لكل المقادير ، « صورة أولية » ، وليس معنى ذلك أنه يعرف عن طريق الحدس الفطري ، بل معناه أنه يبنى بواسطة نشاط العمليات العقلية المستقلة ، فينشأ أولا في الإدراك الحسي ، ومن بعده في الرسم وغيره من الأساليب العملية .

والعدد أيضا ينتج عن نشاط عمليات عقلية ، تضع الوحدات ، وتحصيها .

١ - موضوع الرياضيات ، من حيث هي علوم قائمة بذاتها ، هو الترتيب والقياس :

يمكن القول ، بمعنى ما ، إن العلوم الرياضية هي العلوم على الحقيقة : ولقد قال لديكارت إنه يجب بها « لما لم اهنها من قبل » .

وبدأه « (١) ، ومعنى ذلك بعبارة أخرى ، أن البراهين التي تأتي بها تستتبع يقيناً مطلقاً ، ولها في الوقت ذاته وضوح كامل . لهذا كان المثل الأعلى عند ديكارت هو أن يردّ إليها كل العلوم : « إن هذه السلاسل الطويلة من الأدلة ، التي تتميز بالبساطة والسهولة انتلמה ، والتي اعناد علماء الهندسة أن يستخدموها للوصول إلى أصعب براهينهم ، قد دفعتني إلى أن أتصور أن جميع العلوم التي يمكن أن تدخل في نطاق معرفة الإنسان ، تتوالى على هذا النحو ذاته ، وأننا ، لو امتنعنا عن التسليم بصحة أية معرفة لا تكون صحيحة بالفعل ، وحرصنا دائماً على الترتيب اللازم من أجل استنباط بعضها من بعض ، فلن يستعصى علينا في نهاية الأمر بلوغ واحدة منها . مهما بعدت ، أو كشفها ، مهما غمضت » (٢) . وسوف نرى أن علم للطبيعة الحديث هو بالفعل علم طبيعة رياضي .

ومع ذلك ، فللمرء أن يقول ، بمعنى آخر ، إن الرياضيات ليست علوماً ، لأنها هي اللغة العامة والصيغة المشتركة لكل العلوم ، ثم لأنها لا يمكن أن تكون منصبة على حقيقة محددة تتميز بها عن سائر العلوم الأخرى . ولقد لاحظ « أوجست كونت » ، في ختام الدرس الثاني من « دروس في الفلسفة الوضعية » أن تصنيفه للعلوم يتضمن « ثغرة هائلة وأساسية » تركها عامداً : فليس للعلم الرياضي في ذلك التصنيف مكان . « والدافع إلى هذا الإغفال المتعمد هو الشعور بأهمية هذا العلم ، عظيم الاتساع ، كبير الأهمية ... ففي المرحلة للحالية من تطور معارفنا الوضعية ، يجدر بنا — في رأيي — أن نكف عن النظر إلى العلم الرياضي على أنه جزء مكمل للفلسفة الطبيعية بمعناها الصحيح ، وأن نؤكد أنه قد أصبح ، منذ ديكارت وفيتون ، الأساس الحقيقي الضروري لهذه الفلسفة ، وإن كان يجمع ، في حقيقة الأمر ، بين الصفتين ما » (٣) .

(١) مقال في المنهج . الطبعة المذكورة سابقاً ص ٤٨ .

(٢) المرجع نفسه ص ٦٦-٦٧ .

(٣) دروس في الفلسفة الوضعية . الطبعة نفسها ص ١١٢ ، ١١٣ .

• وإذن ، فعلى أن نفحص العلوم الرياضية بطريقتين متتابعتين :
نعمدها في الأولى اكمل العلوم جميعها ، وفي الثانية نعمدها الأداة
العقلية « للفلسفة الطبيعية » كما قال كونت • وفي هذا الفصل سوف
نقصمها تبعا لوجهة النظر الأولى •

وعلى هذا النحو ، يمكننا أن نتحدث عن « موضوع » العلوم
للرياضية ، أعني أننا نستطيع أن نعين ونحدد ونحلل نوعا من الوقائع
تنصب عليه هذه الدراسة ، وإن تكن هذه الوقائع فكرية وعقلية إلى
أبعد حد ، بل هي في نهاية الأمر غير مادية • لكن سنرى أنها
كانت مادية في بادئ الأمر •

فإذا تأملنا العلوم الرياضية الحديثة ، أمكننا القول بأن موضوعها
مزوج ، لأنها العلوم الخالصة للترتيب والقياس (١) كما بين ديكرت
بوضوح • فلنحلل هاتين الفكرتين ، بادئين بالثانية (٢) •

٢ — القياس يخلق العدد والمقدار :

إن القياس عملية فنية معروفة ، يكون المرء بها — عن طريق كمية
تسمى وحدة القياس « — كمية أخرى مثالية يجب أن تكون في نهاية
العملية مساوية تماما للكمية الحقيقية مقررة • فمن الممكن مثلا ،
استخدام « المتر » الصلب لتكوين خط مستقيم مثالي ، ينطبق على
ضلع المنضدة ، وله نفس طرفيه • وهذه العملية تتطلب ، كما هو
واضح ، على معنيين : معنى المساواة ، ومعنى الجمع ، ذلك لأن وحدة
القياس يجب أن تظل مساوية لذاتها ، وإذا ما جمعناها مع نفسها
عددا معيناً من المرات ، أنتجت كمية مساوية للكمية المطلوب قياسها •

Règles pour la direction de l'esprit. Règle IV (١)

(٢) سوف نرى في الفصل التالي (القسم ١٩) أن الموضوع الأساسي

العلم الرياضي المسمى بتحليل الموضع Analysis situs أو علم
المواضع topologie هو فكرة الترتيب •

وللكم نوعان : كم منفصل ، هو العدد ، الذى يتكون أساساً من وحدات ، وكم متصل او مقدار ، ويمكننا أن نلاحظ فيه وحدات اخترناها بإرادتنا . ويتكون العدد — مؤقتاً على الأقل — من وحدات لا تقبل الانقسام . أما المقدار فهو ينقسم إلى ما لا نهاية له .

وإذن يمكننا أن نميز ، فى رياضيات القياس ، بين مجموعتين : رياضيات المقدار ، ورياضيات العدد .

٣ — رياضيات المقدار هى : الهندسة والميكانيكا الأوليتان :

إن موضوع الهندسة الأولية هو المكان . وقد ظهرت فى الترن السادس ق.م . فى اليونان . وكان الفيثاغوريون وعلى رأسهم فيثاغورس (من ساموس Samos) أول علماء الهندسة . وقد أكملها من بعده عدة علماء يونانيين ، واتخذت صورتها التقليدية على يد الأستاذ الإسكندرى إقليدس (٣٣٠ — ٢٧٠ ق.م) ، وقد ظل كتابه « المبادئ » ، الذى يشتمل بجانب هندسة السطوح وهندسة المكان ، على نظرية للنسب ، بل على نظرية للمعادلات — ظل هذا الكتاب أنموذجاً لكل الكتب الأساسية التالية ، خلال ما يربو على العشرين قرناً .

أما الميكانيكا فتدرس الزمان والحركة ، والقوة . وتنقسم الميكانيكا التقليدية إلى ثلاثة أقسام :

(١) الاستاتيكا « السكونية » التى تدرس القوة ، ومراكز الثقل ، وشروط التوازن . وقد أسس هذا العلم أرشميدس السيراكوزى (٢٨٧ — ٢١٢ ق.م) .

(٢) السينماتيكا (Cinématique) « الحركية » التى تدرس الحركة وأنواعها المختلفة ، وانتقال الحركة بواسطة التروس بأنواعها المختلفة ، والقضبان ، ودواليب الحركة ، وكل أجهزة الأدوات الصناعية بوجه عام . وقد ظهر هذا العلم على يد جاليليو (١٥٦٤ — ١٦٤٢) .

(٣) الديناميكا ، التي تصدد العلاقة بين القوة والحركة . وقد
تخذت صورتها الحالية على يد نيوتن (١٦٤٢ - ١٧٢٧) .

٤ - المكان أو الامتداد ، هو مقياس كل المتغيرات الأخرى ورمزها :

المكان هو أولا مقياس الزمن ورمزه . فالواقع أن الزمان عابر
بحسب جوهره . وأجزاؤه يخفتقى بعضها إثر بعض على السدوام .
وليس هناك وسيلة أخرى لتصوره ودراسته إلا بالرمز له بخط يسير
فيه جسم متحرك . بل سنرى فيما بعد أن العلم المعاصر يجعل الزمان
البعد الرابع للمكان . فليس ثمة وسيلة لقياسه إلا بالمكان ، عن
طريق الحركة .

٥ - مقياس الزمن يرد إلى مقياس المكان :

فلنتريث لحظة عند مقياس الزمن ، وهو مشكلة رياضية ترجع إلى
عدة ألوف من السنين : فمن المحال تثبيت وحدة زمنية ، لنجعل منها
أساسا للمقياس يمكن الاحتفاظ به ، بل يجب أن يصبح الزمان مكانا ،
ويقاس على هذه الصورة . وهذا لا يتأتى إلا إذا تحول الزمان إلى
حركة . غير أن الحركة التي ترمز إلى الزمن هي حركة مطردة . فأين
نجدها ، إذا كنا لا نعلم كيف نقيس الزمن ، وكيف أن الأمكنة
المتساوية تقطع في أزمنة متساوية ؟ تنطوي هذه المشكلة على نوع من
الدور ، لم تخرج منه البشرية إلا بصعوبة كبيرة : فلقياس الزمن ،
تختار حركات يحق لنا افتراض اطرادها ، أو اطراد تعاقبها في فترات
منتظمة . ويقوم هذا الافتراض المشروع على سببين ، أولهما سبب
سلبي : فلما أن نجد الحركة التي لا يطرأ عليها ما يسبب تغيرها حركة
دورية باطراد . ومن قبيل ذلك ، الحركات الفلكية ، التي لا يؤدي
الاحتكاك إلى إبطائها ، والتي تعود ، فضلا عن ذلك ، على اعتابها ،
أي تغل مرتبطة بملتها دائما . والسبب الآخر إيجابى ، وهو ينحصر
في أن العلة المنتجة للحركة تؤثر دوريا ، وعلى نمط واحد : فالجسم
الذي يسقط ، مثلا ، يصلح أن يكون ، في سقوطه ، مقياسا لوحدة

الزمن ، إذا نجحنا في جعله يسقط ثانية ، بعد سقوطه الأول مباشرة ، في نفس الظروف ، ومن نفس الارتفاع ، أو إذا ما سقط جسم آخر مماثل له من كل الوجوه بعد سقوطه مباشرة ، وب نفس الطريقة . وذلك هو وصف أدوات قياس الزمن ، المبنية على الثقل ، كالساعة الرملية أو المائية ، التي تنفى بالشرط الثاني ، والبندول الذي يفى بالشرط الأول . ولقد كانت الساعات الرملية والمائية هي أقدم الساعات التي يمكن حملها ، والفكرة التي تبنى عليها مفهومة . وأخيرا ، فإن الوسائل المختلفة للقياس تحقق كل منها الأخرى : فالساعة الرملية تحقق صدق الساعة التي تكونها حركات النجوم ، بل تمكنا من الاختيار بين هذه الحركات ، التي لا تنصف جميعها بالانتظام . أما البندول ، فاستخدامه أحدث بكثير من الساعة الرملية . وإنا لنعلم أن جاليليو قد اكتشف تساوى هزات البندول الضعيفة التي تبطن شيئا فشيئا في الزمن : أما الهزات « المستمرة » فمن الواضح أن تعريفها يدل على أنها متساوية في الزمن ، مادام البندول المعلق هو ثقل يظل دائما متساويا ، ويعود دائما إلى السقوط من نفس الارتفاع .

ولقد اكتشف « جاليليو » تساوى زمن هذه الهزات الأولى عن طريق مقارنتها بضربات الساعة النابضة (ساعة قديمة ، غير دقيقة) ، ثم حققها فيما بعد ، بمقارنتها بالحركات الفلكية . وقد أفلح بعد ذلك في الربط بين البندول وسقوط الثقل ، وفي الوقت ذاته ، نجح في الربط بين ذبذبات البندول في الساعة ذات البندول وذات الثقل . وقوام هذه الآلة العجيبة ، ينحصر في الربط بين ثقل يسقط بضربات صغيرة منتظمة وبين بندول ذي هزات متصلة . ويرتبط الثقل والبندول بطريقة تجعل كلاهما يتجنب الآخر ، بحيث أن ضربات البندول تثير السقطات المتعاقبة للثقل ، ثم توقفها ، بانتظام ، وبحيث أن سقوط الثقل ، هو الآخر ، يبقى على ضربات البندول . وتؤدي حركة الثقل إلى إدارة جهاز من المؤشرات ، له وجه دائري ، يمثل مجرى الزمان ذاته .

وعلى هذا النحو حلت البشرية مشكلة قياس الزمن .

٦ - قياس الحركة يرجع هو الآخر إلى قياس المكان :

أما الحركة فتقاس بقياس الزمن ؛ وبقياس مسارها ، وبهذا يمكن الوصول إلى تحديد سرعتها ، التي هي الجزء الذي قطع من مجال الحركة خلال وحدة زمنية ، وتمثل هذه السرعة بدوجة السرعة ، وهو جزء من مستقيم يمثل الاتجاه مباشرة ، ويمثل القيمة المطلقة للسرعة بطريقة رمزية .

ولقد أثار تصوير القوة بدوره مشاكل متعددة ، حلقتها البشرية بالتدريج . فالقوة هي أولا الجهد الذي يبذل للتغلب على الثقل ، بطريق مباشر أو غير مباشر . وهذه القوة أصبحت تقاس بالميزان ، ثم حلت محل فكرة الوزن فكرة الضغط ، التي لا تخضع لنفس القوانين ، كما تدل على ذلك مثلا مفارقة توازن السوائل *Le paradoxe hydrostatique* وأخيرا عرف نيوتن القوة ، في أعـم معانيها .
بأنها دالة مرتبطة بمعدل السرعة .

فالمعادلة : $ق = ك \times س$ (القوة = الكتلة في السرعة) أصبحت هي المعادلة الأساسية للميكانيكا الكلاسيكية .

٧ - المكان « صورة »

قلنا إن المكان هو موضوع الهندسة . غير أن هذا الموضوع ليس « شيئا » ، على غرار الضوء أو المسادة . إذ لو كان شيئا ، لكان إما مخترقا لهما أو مجاورا لهما ، فهل لنا أن نعدده حاويا *réceptacle* (أو حاويا شاملا كما قال أفلاطون) ؟ لكن المكان لا يمكن أن يكون حاويا إلا بمعنى مجازي ، إذ أن الحاوى الحقيقي له حدود ، وشكل ، وهذا ما لا يتوافر في المكان .

إذن فما المقصود بالقول بأن المادة في المكان ، أو أن المادة ممتدة ؟ إن المقصود بقولنا إن المادة في المكان ، هو أنها تقبل « التجاور » تبعا لقوانين معينة ، وأن أجزاءها المختلفة تشغل حيزا ، بحيث أن

كلا منها يستبعد الآخر ، تبعا لشكله ومقداره وبعده . أما المقصود بقولنا إن المادة ممتدة ، فهو أن لها شكلا ومقاديرا وأبعادا داخلية ، خاضعة لقوانين معينة . ومن هذا نستنتج إذن أن المكان أو الامتداد هو مجموعة من القوانين التي تنظم تجلور الأشياء تبعا لشكلها أو مقدارها أو بعدها . ولكن إذا أردنا إكمال فكرة المكان وجب علينا أن نضيف أن هذه المجموعة من القوانين تتحكم في الوقت نفسه في الإدراك الحسى للمادة ، وأنها هي التي تجعل هذا الإدراك ممكنا . فالمكان يشبه الشمس المعقولة عند أفلاطون بالنسبة إلى المثل ، لأنه ينظم وجود المادة وإدراكها في آن واحد . وهذه الطبيعة المزدوجة للمكان ، التي تجعل منه قانونا داخليا للمادة ، وغانونا لإدراكها في الوقت ذاته ، يُعبر عنها بكلمة « الصورة » . فالمكان هو صورة الحساسة الخارجية ، كما يقول « كانت » . وكلمة « صورة » تستخدم هنا بمعنى مجازي ، أصبح مألوفاً منذ أرسطو . وهي ترجمة لكلمة *eidos* في اليونانية . ويطلق أرسطو هذا الاسم على التركيب الداخلي لشيء ما ، والتنظيم الذي يتميز به ، والذي يجعله قابلا لأن يعرف . فالامتداد أو المكان هو التركيب الأساسي للمادة ، وهو الذي يجعل إدراكها ممكنا .

فكيف تعرف هذه الصورة ؟

٨ — هذه الصورة أولية *a priori*

هناك مذهب فلسفى دعت إليه ، بوجه خاص ، المدرسة الفلسفية الانجليزية في القرنين السابع عشر والثامن عشر (لوك ١٦٣٢—١٧٠٤ ، هيوم ١٧١١ — ١٧٧٦) — هذا المذهب لا يكتفى بالقول بأن لمعارفنا جميعها « أصلا » تجريبيا ، وهو أمر لاشك في صحته ، إذ أننا لا نستطيع أن نعرف شيئا قبل التجربة ، بل يذهب إلى أن كل معارفنا ناشئة عن التجربة أو الحواس ، وهو أمر مختلف كل الاختلاف ، إذ فمنه أن التجربة وحدها هي السبب في وجود معارفنا كلها وفي

تبريرها • وسنرى فيما بعد ، أن هذا رأى لم يتفق عليه مطلقا •
ومن جهة أخرى ، فإن التسوية بين التجربة والإحساس ، هو بدوره ،
رأى لم يتفق عليه مطلقا ، إذ ليس من المؤكد أن التجربة ترجع إلى
الحس ، بل من الجلائز أن تحتوى على عناصر تأتي من مصدر مختلف
كل الاختلاف — ويسمى هذا المذهب بالمذهب « التجريبي »
(*empirisme*) ، وهى كلمة مشتقة من اليونانية ، ومعناها التجربة^(١)

كذلك يوجد مذهب تجريبي يسلك نفس المسلك فى تفسير أصل
المعانى التى تكون الامتداد •

ولنضرب لذلك مثلا : فكتب الهندسه الأولية تقول عادة إن الخيط
المتد يوحى إلينا بفكرة الخط المستقيم ، وإن صفحة المياه الهادئة
توحى بفكرة المسطح • ولكن إذا ما تركنا جانبنا الصعوبة التى تتمثل
فى أن الخيط المتد ليس خطا مستقيما ، وإنما هو محدب يسمى
« قوسا » قد يقترب أو يبتعد عن الخط المستقيم الذى يعتبر حده
النهائى ، وكذلك إذا ما تركنا جانبنا الصعوبة الأخرى ، التى تتمثل فى
أن صفحة المياه الهادئة ليست مسطحا ، لوجود التموجات التى ترفع
الماء بهدوء شديد على الضفتين ، فكيف يمكن أن نتصور انعطية
التي « نغض الطرف » فيها عن سمك الخيط ؟ إن « غض الطرف »
معناه « ألا نحسب حسابا ••• » ، أى أن « نغفل ، أو ألا ندرك » •
ولكن إذا كان المرء يغفل السمك أو لا يدركه ، فذلك لأنه يفكر فى شيء
آخر : أى يفكر فى محور الخيط ، ويتصور الخط المستقيم الذى يعبر
عن اتجاهه • غير أن هذا التجريد لا يطل مشكلة معرفة مصدر فكرة
المحور وفكرة الاتجاه • وفضلا عن ذلك ، فعلم المكان يتبرأ أفكار
أخرى عديدة ، تفوق هذه عمقا وتعقيدا ، ومنها المنحنيات ، مثل
« القطاعات المخروطية » ، بما فيها من قطع مخروطى وقطع زائد

(١) كان اليونانيون يطلقون اسم التجريبي *empiricos* على الطبيب
الذى يزعم أنه يبنى ممارسته الطبية كلها على الخبرة والتجربة ، دون
أن تدعمها أية نظرية •

وقطع ناقص — وهي كلها معان أصبح بحثها أمرا مألوفاً منذ عهد بعيد ولكن التجربة لا ترودنا بأية صورة محددة لها . ونحن ، وإن كنا نقول إن مدارات الكواكب بيضاوية ، فإننا متى أردنا أن نتبين ذلك وجب علينا أن نتصور الشكل البيضاوى أولا ، دون أى نموذج . ولم يكن لدى اليونانيين ، حين أدركوا القطاعات المخروطية ، أى أنموذج ، بل استمدوها كلها من أذهانهم .

وهكذا يجد المرء نفسه مضطرا إلى القول بأن فكرة الامتداد لا تأتي من التجربة ، وأن الهندسة بأسرها « أولية » *a priori* ، أى أن التجربة ليست هى الأساس الذى يبرر وجودها .

٩ — لكن المكان لا يتكشف بحدس « أولى » ، بل هو يركب بطريقة أولية :

وعلى ذلك ، فالمذهب الأولى أو العقلى هو الصحيح . ومع ذلك ، فعلىنا أن نحسن فهم هذا المذهب ، وألا نفرط فى تبسيطه . وأبسط صورته — بل أبسطها إلى حد الغلو — هو الاعتقاد أن هناك عالما عقليا ، نستكشفه بملكة خاصة ، أو قد تكشف لنا بالأحرى قبل التجربة ، أى قبل ميلادنا ، وهو كما ما يقال عالم « فطرى » . وتلك هى بحذاقها نظرية أفلاطون ، ومالبرانش (١٦٣٨ — ١٧١٦) : فقد وصف أفلاطون رحلة النفس خلال عالم « المثل » قبل هبوطها إلى عالم الأبدان ، كما قال مالبرانش إننا نرى « الامتداد المعقول » فى العقل الإلهى . لكن يجب علينا أن نتعمق فهم فكرتهما ، إذ لو فهمنا المرء على نحو سطحى ، لواجهته صعوبات لا سبيل إلى حلها : إذ ما هى ملكة إدراك المعانى المحضة ، ورؤيتها على نحو ما ترى الأجسام ؟ إنها نوع من الإحساس الذى ينصب على شئ غير المادة . وإذا فهم المذهب العقلى على هذا النحو ، لم يعد إلا مذهباً تجريبياً محورا ، تحول إلى الطابع الأسطورى .

والفكرة التى ترشدنا فى تفسير المذهب الأولى *apriorisme* . هى

أن أفلاطون يرى أن العالم المحسوس ، أى عالم الإدراك الحسى ،
مستمد من العالم المعقول ، أى من عالم الهندسة . أما « ملبرانثس » ،
فيزعم أننا عندما ندرك حسيا ، فنحن « نرى فى الله » ، أى نرى
عالم الأجسام من خلال الامتداد المعقول ، وعن طريق هذا الامتداد .
وهذا ينبهنا إلى ضرورة البحث عن نقطة بدء الهندسة فى الإدراك
الحسى ذاته .

ونقول نقطة البدء ، ولا نقول « الأصل أو السبب » . وهذا بمعنى ،
بعبارة أخرى ، أن الإدراك الحسى ليس هو الذى يفسر الهندسة ،
بل الهندسة هى التى تفسر الإدراك الحسى . فالهندسة تبدأ مع
الإدراك الحسى . ولقد قال ليبنتز (١٦٤٦ — ١٧١٦) إن العالم قد
ظهر عندما كان الله يحسب *Dum Deus calculat fit mundus*
ويمكننا القول بأن العالم قد ظهر عندما كان الإنسان يحسب
Dum homo calculat fit mundus أى أن العالم قد ظهر من تلك
الهندسة التلقائية التى هى الإدراك الحسى .

إذا أردنا فهم المذهب العقلى ، وجب علينا أن ندرك أن العقل
يبدأ فى أداء وظيفته منذ مرحلة الإدراك الحسى . لكن ينبغى أيضا
ألا نتصور العقل على أنه مجرد وظيفة تأملية ، بل على أنه نشاط
فعال *activité opératoire* ، عامل ، يبنى العالم عندما يدفع
الإنسان بأكمله ، بجسمه وروحه ، وذنه وعضلاته ، إلى العمل ،
ولا ينطبق ذلك على الإنسان الفردى وحده ، بل أيضا على الإنسان
الجماعى الذى يحيا فى مجتمع .

١٠ — النشاط للفعل ينشئ المكان بوساطة مجموعات من الحركات فى الإدراك الحسى :

وإذن فما صورة الشيء ، وبمعه ، ومقداره ؟ إنها إحساسات بشرية
ولمسية نضمها ، بعضها إلى بعض ، عن طريق حركات : حركات
استطلاع ، وعيوز ، ومقارنة . وهذه الحركات الحقيقية ، تؤديها

الأذرع والأرجل ، وتهدف إلى تمكيننا من النفاذ إلى العالم المادى ،
المشترك بيننا وبين أقراننا • ولكننا فى نفس الوقت الذى ننسئ فيه
العالم المادى بفاعليتنا فيه ، نفهمه أيضا ، إذ أن المسافة ، والصورة ،
والمقدار ، كلها أفكار : فالصورة شكل هندسى يستمد من المظهر
المرئى والإطار الملموس والعضلى للشيء ، وهما يعبران عنها بطريقتهما
الخاصة ، والمسافة علاقة بين الشيء وبيننا ، وهى بدورها علاقة عقلية
فى جوهرها ، لأنها تستخدم فى تفسير التناقض الظاهرى بين فقدان
الاتصال اللصى ، ووجود الاتصال البصرى ، وهو تناقض يزداد قوة
لأننا عندما نحاول القضاء على فقدان الاتصال اللصى ، أى عندما
نلمس الشيء ، فإن الصورة البصرية تتضخم شيئا فشيئا •

وليس لنا أن نأمل هنا أن نصف النشاط الفعال للعقل الذى يسيطر
على الجسد فى الإدراك الحسى ، ولن نستطيع إلا أن نقدم عنه فكرة
مختصرة ، تكفى لإفهامنا أن المكان يبنى منذ مرحلة الإدراك الحسى •

١١ - يمكننا الشعور بهذا النشاط الفعال عن طريق الرسم :

ويبقى علينا أن نجعل علمنا بالمكان ممكنا ، أعنى أن نصونه إلى
موضوع من نوع ما • على أن المكان ليس موضوعا فى ذاته ، بل هو
صورة ، كما سبق أن قلنا • ومهمتنا هنا هى أن نصدد له نوعا من
الوجود المادى • فما هدف هذه العملية ؟ إن لها هدفا مزدوجا : هو
أن نشعر بالنشاط الفعال الذى كونا به المكان ، ذلك النشاط الذى كان
سيظل ، لولا ذلك ، غير منفصل عن أثره ، أى غير منفصل عن العالم
المادى - ثم العمل على إكمال النتيجة التى نصل إليها ، إذ من الممكن
أن يكون المكان ، بمعنى ما ، أكثر اتساعا من العالم المادى ، وأن
يسمح بتجاوز ذلك العالم •

وينبغى أن نؤكد هذه النقطة الأخيرة بأن نقدم مثلا لتقدم الهندسة
بالنسبة إلى الإدراك الحسى • فالعالم الذى ندركه حيا كرة جوفاء
نميش فى وسطها • وهو بميلارة أدنى ، كما قال ألبرانث « شبيه

بيضاوى دوار » أى أنه كرة مسطحة فى اتجاهها الرأسى ، لأننا نميل إلى اعتبار المسافة التى تباعد بيننا وبين السمعت على أنها أقل من تلك التى تفصلنا عن الأفق ، كما يدل على ذلك كبر الحجم الظاهرى للقمر عندما يكون قريبا من الأفق . فلنقل إذن إن تصوير هذا العالم بالكرة هو فى حد ذاته دليل على بلوغ الانسانية حدا بعيدا من العمق ، وأن البدائيين كانوا يتصورون أشكالا أكثر سذاجة من ذلك إلى حد كبير ، كوجود أمكنة مربعة مماثلة لخريطة موطن القبيلة . هذا ولنلاحظ أن هذا المكان المدرك ليس متساوى الوجهات *anisotrope* ، أعنى أن اتجاهاته ليست متساوية : فالاتجاه الرأسى ، وهو اتجاه الثقل ، له طابع مميز ، إذ أن للعالم المدرك أعلى وأسفل .

ولقد كانت الهندسة فى مراحلها الأولى هى التى جعلتنا نتصور مكانا لامتناهيا ، ومتجانسا ، على أنه أساس مثالى للمكان الذى ندركه بالحواس . وعندئذ نفهم أن من الممكن أن نتبادل الاتجاهات فيما بينها ، إذا ما نظرنا إليها على أنها مجرد اتجاهات فحسب ، وأنه من الممكن مد كل اتجاه إلى ما لا نهاية ، من حيث هو اتجاه . ونقول بالاختصار إن المكان المتجانس واللامتناهى هو وعينا بالمكان الذى ندركه حسيا .

بقى علينا أن نوضح العمليات الفعالة التى نصل بها إلى هذا الوعى والواقع أن ذلك يتم عن طريق الرسم والأساليب العملية التى تستمد منه ، كالنحت وقطع الأجرار . فهذه الأساليب ، لا تقتصر على اجتياز المكان ، بل نصنعه ونحققه ماديا ، وإذا نحن أدركناه بحواسنا على أنه موضوع ، استطلعنا التفكير فى طبيعته . فالرسم هو أول عالم هندسة وهو فى الوقت نفسه أول من يفكر فى المكان بطريقة ميتافيزيقية .

١٢ - الانتقال العملى من الهندسة إلى الميكانيكا انتقال مباشر :

بعد أن يدرك المرء المكان عن طريق الرسم ، ثم عن طريق الهندسة ، التى هى رسم عقلى ، ينتقل انتقالا طبيعيا إلى الميكانيكا .

والواقع أن الميكانيكا قد بدأت بوصفها هندسة للالات (المكينات) .
والقصور بالمساكينات ، الآلات التي يستخدمها الإنسان ليزيد من
قدرته ، ولكي يبذل قوة أقل للتغلب على مقاومة أكبر ، كما هي الحال
في « المعلقة » الرافعة مثلا . وإذا حاول المرء فهم الصفة شبيهة
السحرية للمعلقة ، فإنه يرسمها ، وعندئذ يدرك أنها نوع من الميزان
المائل غير المتعادل ، ويحاول أن يفسر عدم تساوى الأثقال المتوازنة
بعدم تساوى الذراعين^(١) .

١٣ - المذهب العقلي أو الأولي يؤكد النشاط الفعال المستقل للعقل :

ونتيجة ذلك هي أن أفلاطون ومالبرانش كانا على حق في الواقع :
فهناك بالفعل عالم عقلي ، بمعنى أن هناك عالما من الحقائق العقلية
التي يدركها الذهن ، بصرف النظر عن التجربة . غير أنه من الضروري
أولا أن ننظر إلى هذا العالم على أنه « غير منفصل عن التجربة » أي
أنه كامن فيها . فنحن نبنيه في التجربة ذاتها ، حتى يتسنى لنا فهمها .
والمعالم المادية أثر من آثار التجربة ، ولا يفهم إلا عن طريقها .

ثم يجب علينا النظر إلى هذا المعالم على أنه ناتج عن فاعلية .
فالعقل ليس سلبيا تجاه العالم الهندسي ، بل إنه هو الذي « يخلقه »
بأقوى معانى كلمة الخلق ، أي بمعنى أنه هو أصل وجوده ، وهو الذي
يخترعه .

على أن هذا الإبداع لا يتم اعتباطا ، بل هو أمر « يحقق » في كل
لحظة ، أعني أنه يدمج في حقيقة العالم المادى . فالإدراك الحسى
يحقق في كل لحظة عن طريق الفعل المادى . والهندسة تحقق ،
وذلك لأنها لما كانت تستخدم أساسا لعلم الطبيعة وبالتالي للمعرفة

(١) انظر الفصل الثالث عشر ، قسم ٤ : ذلك هو العمل الذي قام به

المسماة الخامسة بالمادة ، فان هذه الأخيرة هي السبيل إلى التحقق من صدقها (١) .

١٤ — العلم الأول للمعد هو الحساب الذى وضع الفيثاغوريون اسمه :

ونصل الآن إلى رياضيات المعد . لقد كان الفيثاغوريون هم الذين وضعوا أسس علم المعد ، ويمكن القول ، بمعنى ما ، إنهم قد اكتشفوا في السماء ذات النجوم ، التى تتمثل لنا في أشكال وأعداد في الوقت ذاته ، على هيئة مجموعات من النجوم . ولذا فان الفكرة الأولى للمعد كانت تنحصر في نقط متجمعة في أشكال معينة . فالمعد المربع ، مثل ٩ ، شكل مكون من ٩ نقط مجموعة في مربع ، له ثلاث خطوط في كل منها ثلاث نقط . وعلى هذا النحو بدأ المعد منفصلا بوضوح ، أى بدأ مكونا من وحدات .

وبهذه الرمزية الساذجة ، برهن الفيثاغوريون على نظريات حسابية . فمن المعروف مثلا أن مجموع الأعداد الفردية حتى (٢ - ١) يساوى ٢ . ولقد أثبت المحدثون ذلك باستخدام التدوين الجبرى ، فكتبوا التالية :

$$1 + 3 + 5 + \dots + (2 - 1) + (2 - 3) + \dots$$

ثم كتبوها هي نفسها بالعكس . كل حد تحت السابق .

$$(2 - 1) + (2 - 3) + \dots + 5 + 3 + 1$$

والمجموع يعادل ٢ ن ، لأن كل حد يساوى ٢ ن ، وعدد الحدود « ن » لأن المدى بينهما يساوى « ن » إذا كان هو ذاته مساويا

(١) الهندسة بوجه خاص صفة مستقلة ، لا تعتمد على غيرها .
كما سنرى في الفصل التالى .

٢ ن - ١ • فإذا كان المجموع يعادل ٢ ن ٢ ، فإن كلا من المتتاليتين
تساوى ن ٢ (١) •

ومن هذا ينتج أن مجموع الأعداد الفردية المتوالية يعطى المربعات
المتوالية (١) • ولقد كان الفيثاغوريون يقولون إن كل مربع يساوى
المربع السابق مضافا إليه زاوية الظل [gnomon] - وكانوا يعبرون
بكلمة زاوية الظل عن العدد الفردى ، إذ أن العدد الفردى يتكون من
عددين متساويين ، مضافا إليها العدد « ١ » مما يرمز إلى زاوية قائمة
ضلعها متساويان ، بحيث يكون الواحد المكمل هو رأس الزاوية •
فزاوية الظل هي مثلث مفرغ ذو زاوية قائمة (٢) •

وهناك الشكل الفيثاغورى الذى يمثل هذه النظرية (٣)

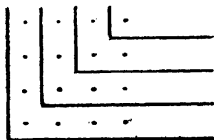
(١) لشرح هذه النظرية ، نفرض أن $n = ٥$ فيكون $(٢ - n) = ١ = ٩$
ومجموع الأرقام الفردية حتى ٩ هي $١ + ٢ + ٣ + ٤ + ٥ + ٦ + ٧ + ٨ + ٩ = ٢٥$
أى n^2 ،

أما شرح البرهان الجبرى الحديث عليها فهو :

$$\begin{array}{ccccccc} ١ & + & ٣ & + & ٥ & + & ٧ + (٢ - ١)٩ \\ | & & | & & | & & | \\ ١ + & & ٢ + ٥ & + & ٧ + (٢ - ١)٩ & + & ٩ \end{array}$$

إذا جمعنا كل عددتين رأسيين معا ، كان مجموع كل منهما $= ٢ن$ ،
وهذا ظاهر بالحساب ، كما أنه بالجبر ظاهر أيضا ، لأنه يساوى
($١ + ٢ - ١$) أى ٢ وكذلك $(٢ - ٢) + ٣$ ، أى ٢ ن وهكذا
..... أى أن لدينا مجموعات رأسية كل منها $= ٢ ن$ ، وعدد هذه
المجموعات ذاتها يساوى $ن$ (لأنها هي الأعداد الفردية ، التى يفصل بين
كل منها عدد زوجى) • فبالضرب اثنين يكون مجموع الصفيين معا $٢٢ن$ •
ونسا كان كل منهما معادلا للآخر ، كان كل منهما $٢ ن$ (وهو المطلوب)
(المترجم)

(١) فمثلا $١ + ٢$ (وهما أول عددتين فرديين) يعطى أول مربع
(٢) ، $١ + ٣ + ٥$ يعطى المربع الثانى (٩) ، $١ + ٣ + ٥ + ٧$
يعطى المربع الثالث (١٦) وهكذا (المترجم) •
(٢) كانت صورته الأولى هي القضيب العمودى المخروط فى الأرض ،
والذى يلقى الظل على الرقم الشمسى ، وهو يعد الأصل الأول للآلات
المعقدة التى تستخدم اليوم فى المراسد • (المؤلف)



وبالطريقة نفسها أثبت الفيثاغوريون أن مجموع الأعداد الزوجية حتى $2n$ يساوي $n(n+1)$ (١) . وفي هذه الحالة تسمى المجموعات المتعاقبة « متغايرة » . أعنى أعدادا كالمستطيلات قائمة الزوايا ، تتغاير في كل مرة ، إذ أن العلاقة $\frac{n+1}{n}$ تتنوع تبعا لكل قيمة من

قيم n . كذلك برهنوا على أن مجموع الأعداد المتعاقبة حتى n يساوي $\frac{n(n+1)}{2}$ (٢) وتسمى المجموعات المتعاقبة باسم

الأعداد « المثلثة » إذ أن المقدار $\frac{n(n+1)}{2}$ يمثل مساحة المثلث .

١٥ — العدد يركب في الإدراك الحسى ذاته ، بواسطة النشاط الفعال للذهن :

قلنا إن الحساب قد بدأ بتأمل السماء ذات النجوم . لكن هذا لا يعنى أن فكرة العدد تأتى من الملاحظة . فلنعترف بأن التجربة تبدو في هذه الحالة موالية تماما لتمييز الوحدات ، إذ أن الوحدة في هذه



(١) إذا فرضنا أن $n = 3$ مثلا كان مجموع الأعداد الزوجية حتى n هو $2 + 4 + 6$ أى 12 ، ويساوى $3(3+1)$ (المترجم) .
(٢) نفرض أن n هنا « ٥ » ، فيكون مجموع الأعداد المتعاقبة حتى n هو $1 + 2 + 3 + 4 + 5 = 15$ أى (المترجم) .

الصلة نقطة تتصل تلاما على صفحة السماء ، بحيث لا يكون أمامنا إلا ان نراها كلها متشابهة ، متجانسة (فيما عدا الفروق في اللمعان) ، وغير قابلة للقسمة مطلقا ، ولكن لم يكن بد من وجود شروط أخرى لكي تظهر فكرة العدد : فيجب أولا أن تطبق هذه الفكرة على كل المجموعات ، أى أن يكون العدد ٧ ليس خاصا فقط بعدد نجوم « الدب الكبير » ، بل بعدد أيام الأسبوع أيضا ، وبمجاثب الدنيا ، وحكماء اليونان .. الخ . وينبغى أن ينطبق العدد نفسه على كل المجموعات التي يمكن إحصاء نفس مجموعة الوحدات فيها : مثل المكرات (في عداد البلى) والتفاح (في سلة تفاح) . على أنه عندما لا يكون الامر متعلقا بنجوم ، فان الوحدة لا تبدو في ظروف تجريبية موثقة كهذه : فالوحدات ليست غير منقسمة ، ولا هي متجانسة . وفضلا عن ذلك ، فكيف يتم التمييز بين عديدين مختلفين ؟ إن الملاحظة لا تطلعننا إلا على انطباع غامض عن الاختلاف بين مجموعتين . هذا إلى أن ذلك الانطباع يختلف إذا كان الفارق العددي أقل من حد أدنى معين . فمثلا ، ليس ثمة فارق ، بالنسبة إلى البصر ، بين مجموعة مكونة من ١٠٠ نجم ، ومجموعة أخرى من ١٠١ نجما . أما من الوجهة العددية فهذا الفارق يساوى ذلك الذى يتمثل بين نجم مزدوج ونجم بسيط .

فلنقل إذن إنه لا وجود للعدد إلا إذا عد المرء أو أحصى . وهذه الفكرة نتيجة مباشرة لتحليلاتنا السابقة . وهى تتناظر تلاما الفكرة التى عرضناها بعدد المكان . فقد شرحنا المكان عن طريق نشاط فعال للعقل ، يجبر المجال الإدراكى ويرسم . وكذلك نشرح العدد بالعد ، أى فعل الإحصاء .

وهكذا تظل فكرتنا عن المذهب العقلى أو الأولى على ما هى عليه . فنحن نرى أنه هاهنا أيضا على صواب فى مخالفته للمذهب التجريبي ، ولكن بالشروط نفسها : فليس هناك عالم عقلى للأعداد ، وإنما توجد عملية عقلية للعد بطريقة سابقة على التجربة . وبهذا المعنى تكون

النظرية الفيثاغورية عن العقول أو الأعداد المثالية ، ونظرية مالبرانش
عن الأعداد العادة «nombres nombrants» (١) صحيحتين .

١٦ - العد ، عملية مادية وعقلية في آن واحد :

وهذا يؤدي بنا إلى عملية العد . ولنلاحظ أن لهذه العملية مظهرين:
فهى مادية من جهة ، إذ أنها فعل عطى ينصب على أشياء مادية ، كالبللى
في صندوق « البلى » . غير أن هذه العملية المادية تصحبها عقلية
عقلية هى تفسير لها . فالكل يكون نوعا من الإدراك الحسى الإيجابى ،
مشابها تماما لإدراك المكان حسيا .

ولقد أطلق على أبسط صورة لهذه العمليات اسم « مبادلة واحد
بواحد échange un contre un » وقوامها أن نجعل
لكل شئ في مجموعة شيئا يناظره في مجموعة أخرى ،
ونحقق تناظرهما واحدا مع الآخر . ولنضرب لذلك مثلا بالطفل الذى
لا يعرف العد ، فيكلف بشراء عدد من التفاح بقدر ما معه من القروش .
فهذا الطفل يستطيع أن يتأكد من أن كل قرش تناظره تفاحة .

على أن هذا لا ينطوى بعد على فكرة العدد ، بل على فكرة الوحدة
المحددة .

ولا يصل المرء إلى المرحلة التالية ، إذا عرف كيف يعد على أصابعه .
بل إذا عرف كيف يضع وحدة بالتوالى مقابل كل إصبع من أصابعه ،
معدودة تبعا لترتيب معين ، وبحيث يطلق على كل منها اسما مختلفا ،
كما يفعل البدائيون . تلك هى المرحلة « الترتيبية ordinal للعد .

أما مرحلة الأعداد الأصلية [cardinal] فيبلغها المرء عند مايكتشف

(١) وهى عنده في مقابل « الأعداد المعنوية nombres nombrés »
فالاعداد العادة هى الأعداد بمعناها الصحيح ، أى الأعداد الحسية ، التى
تعبّر عن عملية العد ، أما الأعداد المعنوية فهى المجموعات التى تعد
وحداؤها .

فكرة العدد مميزة ، لا فكرة ترتيب معين بين الأعداد فحسب ، أى عندما يدرك أن كل عدد يمثل مجموعة معينة من الوحدات ، تتكون عن طريق إضافة وحدة إلى المجموعة السابقة عليها في الترتيب : فالأربعة تعرف بأنها $٣ + ١$. وهذه العملية تتطلب من المرء أن يتصور كل عدد على أنه « كل » يعتبر وحدة لكثرة من الوحدات ، وأن يتصوره على أنه وحدة جديدة في مرتبة أعلى ، أو بعبارة أخرى أن يمثل الهوية بين $١ \times ٤ = ١ \times ٤$. ولقد أورد برنشفيك ملاحظة طريفة أبداهها الأب « بورزدان » P. Bourdian في « اعتراضاته » على « تأملات » ديكرت ، قال فيها « لقد عرفت شخصا سمع ذات يوم ، وقد دب النوم إلى جفونه ، دقات الساعة الرابعة ، فعدّها على النحو الآتي : واحد ، واحد ، واحد ، واحد ، ولما اهتدى إلى ما في تصوره من عرابة ، هتف : هذه ساعة مجنونة بحق : لقد دقت الواحدة أربع مرات (١) . وفي هذه الحالة ، شبه المرضية ، التي أدى فيها الشروع في النوم إلى إحداث خلل جزئي في التركيب العقلي ، يدرك المرء طرفي الهوية المكونة للعدد ، ولكنه يدركهما منفصلين . فالشخص ، وهو شبه نائم ، لم يعد يدرك الفكرة القائلة إن الواحد مكررا أربع مرات هو ذاته الأربعة مكررة مرة واحدة .

وعندما تتكون لدى المرء فكرة العدد ، والهوية الأساسية التي نعبر عن تركيبه ، وهي $١ \times ن = ن \times ١$ ، يمكنه تصور فكرة تكوين العدد الواحد ، بطرق كثيرة مختلفة ، كلها متساوية ، وأن يحدد العلاقة بين الأعداد بعضها ببعض ، فيستخلص من الهوية $٣ + ١ = ٤$ ، التي هي تعريف العدد ٤ ، أن $٢ + ٢ = ٤$ الخ وبهذا يتكون الحساب .

وسنرى في الفصل القادم ، حين نعرض مشاكل فلسفة الرياضيات الحديثة ، مدى التوسع الذي طرأ على علوم الامتداد والعدد .

الفصل السادس

منهج العلوم الرياضية

رأينا في الفصل السابق أن العلوم الرياضية الأساسية (الهندسة والميكانيكا والحساب) قد عملت تدريجيا خلال تاريخها على تحديد موضوعها بدقة . فأصبح تركيبها يتسم بانضباط يتزايد دون انقطاع ، وهي تعد اليوم ، بحق ، بناء محكما إلى حد بعيد . ومما له أهميته ، حتى من وجهة نظر الفيلسوف ، أن نفحص سبب هذا الاحكام ، وأن نتبين بوضوح دقة تسلسل التفكير الرياضى .

ولقد حدث بالفعل ، منذ أكثر من قرن من الزمان ، أن أخذ كثير من الرياضيين على عاتقهم مهمة القيام بتحليل نظرى لذلك العلم بعد نشأته . ففكروا في مبادئ علمهم ، أى في البديهيات والمعانى التى تعد أساسا للرياضيات . ولفكرة البديهية *axiome* معنى حديث مختلف عن المعنى التقليدى لهذه الكلمة كل الاختلاف فالمبادئ تكون مشروعة في نظر التفكير الرياضى الحديث إذا كانت تسمح بتشديد علم متماسك منتج ، لا لأنها تتطوى في ذاتها على بداهة مطلقة .

والاستدلال الرياضى دقيق منتج ، وهو في أساسه تعميمى كما أثبت ذلك بوانكاريه ، متفذا من الاستدلال التريدى *Par recurrence* نمونجا للاستدلال الرياضى . ويؤدى كل من الحدس والتفكير الشكلى إلى تزويد العلوم الرياضية بقدره هائلة على التعميم .

وفي نهاية الفصل ندرس الهندسات غير الاقليدية، وامتدادات فكرة العدد .

١ - المبادئ

١ - فكرة المبدأ • ميز إقليدس في المبادئ بين البديهيات والمصادرات والتعريفات :

إذا قلنا إن الاستدلال الرياضى يتكون من استنباطات دقيقة ، وإنه هو الاستدلال الاستنباطى على الحقيقة ، ففى قولنا هذا تكرار لصفة أوضح من أن تستحق مزيدا من التأكيد ، حتى بالنسبة إلى أبسط أنواع التعليم • فصحة النظرية الرياضية تتوقف على صحة الفروض ، على أن تكون قواعد الاستنباط قد طبقت ، بطبيعة الحال ، تطبيقا صحيحا • ولكي تصدق هذه الفروض يجب أن يكون قد سبق البرهنة عليها ، وهكذا دواليك • غير أننا لا نستطيع أن نتابع هذه الحركة الراجعة إلى ما لا نهاية ، متعقبين سلسلة البراهين في الاتجاه العكسى • فليس ثمة استدلال دون معطيات أولية • ونقطة البداية هنا قضايا ليست نتائج لأى برهان ، وتسمى هذه القضايا الأولية بالمبادئ - • وهى تستخدم أساسا لبراهين النظريات الرياضية • ويميز إقليدس ، فى هذه المبادئ ، بين البديهيات والمصادرات والتعريفات • فلنتساءل إذن إن كانت كل هذه القضايا الأولية لها قيمة واحدة من حيث البداهة •

٢ - البديهيات [Axiomes]

كثيرا ما نرى البديهية تعرف بأنها قضية بلغت فى ذاتها حدا من البداهة يجعلنا نعجز عن الاهتداء إلى قضايا أشد بداهة منها لبرهن بها عليها • ولقد اشترط « باسكال » للبديهيات أن تفى بهذه القاعدة : « يجب ألا تتطلب من البديهيات سوى أمور واضحة بذاتها كـ الوضوح » • وأضاف ، تبعا لذلك ، أنه « ليس علينا أن نحاول البرهنة على الأمور التى تبلغ بذاتها حدا من الوضوح يستحيل معه على المرء أن يجسدها هو أوضح منها ليبرهن به عليها » •

وإليك أمثلة لهذه القضايا: . المقسدازان المساويان لمقدار ثالث
متساويان — الكل أكبر من الجزء .

فنحن نجد في هذه القضايا مبادئ واضحة وضوحا مطلقا ،
وتصلح لكل الاستدلالات والتجارب .

٣ - المصادر : [Postulats]

غير أن هناك قضايا أخرى لا يبرهن عليها ، وتتخذ بدورها أسسا
للرياضة ، وذلك إني جانب البديهيات التي تتصف بالوضوح التام .
وتلك الأسس الأخرى تسمى بالمصادر ، ومن أمثلتها مصادرة
إقليدس المشهورة : لا يمكن أن يمد من نقطة خارج مستقيم إلا خط
واحد وواحد فقط ، مواز لهذا المستقيم . ولقد حدث كثيرا خلال
التاريخ أن حاول بعضهم « البرهنة » على هذه القضية ، أعنى أن
يجعل منها نظرية تستنبط من نظريات أخرى أو من بديهيات واضحة
بذاتها ولكن لم ينجح أحد في الإتيان بمثل هذا البرهان .

ومع ذلك فلو لم « يسلم » المرء بهذه القضية ، لتوقفت الهندسة
الإقليدية عن المسير . ولهذا طالبنا إقليدس بأن نسلم بها . فهي
إحدى « مطالبه » . فالمصادرة إذن « مطلب » يتقدم به العالم
الرياضي ، كما يدل على ذلك أصلها الاشتقاقي ، (يطالب = *postulare*)
فالرياضي يقول « سلموا لي بنقطة البداية هذه ، وسوف يضطر
ذهنكم طوال الاستدلال إلى قبول ما أستنبطه منها » . ويبدو ، كما
فيه إلى ذلك العالم الرياضي فردينان جونسث *Ferdinand Gonseth*
أن في ذلك مظهرا من مظاهر العجز بالنسبة إلى الفكر الدقيق : « فإذا
كنا نستطيع البرهنة على شيء ، فلن نقول أبدا إنه من الواجب علينا
التسليم به . فضرورة القبول تعادل استحالة البرهنة (١) » .

فلنقر إذن بأن المصادر المختلفة تقدم في العلوم الرياضية بوصفها
فروضا • ومع ذلك ، ينبغي ألا تشبه هذه الفروض بفروض العلوم
الطبيعية التي تخضع دائما للتحقيق « التجريبي » • فالفروض
الرياضية هي الأساس الذي يبدأ من بعده التفكير الرياضي في القيام
بمهمة الاستنباط • وإذن يجب علينا القول بأن العلوم الرياضية فرضية
استنباطية *hypothético-déductives* • وسوف نرى فيما بعد
أن العلوم الرياضية إذا كانت فرضية استنباطية فليس ذلك دليلا على
نقصان في قيمتها ، بل هو ، بعكس ذلك ، الشرط الأساسي لانساقها
ولتنوعها الخصب •

٤ — النظرة الحديثة إلى فكرة « البديهية » :

ولكن يجب علينا الآن أن نلح في بيان مسألة فلسفية خاصة جدا
تقوم الرياضة على أساسها • فقد رأينا من قبل أن بين البديهية
والمصادرة اختلافا كبيرا في « الطبيعة » • ولكن عندما يشرع الرياضي
في استخدام هذه المبادئ في البرهنة على مختلف النظريات ، متبعا
قواعد الاستنباط ، فإنه لا يشير إلى هذا التمييز بين ضبعتي
المصادر والبديهيات • فالمصادرة ، وإن كانت تفرض على ذهننا
بوضوح مطلق ، فإنها تؤدي دور « نقطة البداية المطلقة » بمثل اليقين
الذي تؤديه به البديهية • ويبلغ الأمر في ذلك حدا يجعل من الممكن
البدء ، في نظريات معينة ، بمصادر تصدم اندحس الساذج لأول
وهلة • وسوف نورد في هذا الفصل مثلا لمصادرة كهذه ، تصدم
الحدس • ولكن ، متى سلمنا بالمصادرة يجب اتخاذها أساسا مؤكدا :
أي أننا نستخدمها تماما كما لو كانت قضية بديهية في ذاتها •
وبالاختصار ، فالبديهيات والمصادر تؤدي نفس الدور بعينه وعلى
أساس هذا الدور تبني نظرية للبديهيات والمصادر •

وما دامت المصادر والبديهيات تؤدي نفس الدور ، فلم نتمسك
إذن بتفرقة لا تأثير لها البتة في تركيب النظريات الرياضية ؟ إن التفكير
الرياضي الحديث يرى أن نقطة البدء تكون مشروعة إذا كانت تتيح لنا

تشبيد علم متسق منتج ، لا إذا كانت تنطوى في ذاتها على بداهة مطلقة . وإذن فلماذا نحتفظ بكلمتين لكى نشير بهما إلى فضايا تؤدى عملها بطريقة واحدة ؟ الواقع أن اسم « البديهية » هو الذى يستخدم عادة ، حتى لو كنا إزاء إحدى المصادرات تبعا للنظرة القديمة . وكما لاحظ بوليغان Bauligand فاستخدام لفظ انبديهية يتجه إلى أن يفرض نفسه ، وذلك عن طريق مجموعة من الأنفاظ المشتقة منه ، مثل نسق البديهيات axiomatique ، ووضع البديهيات Axiomatisation ، وتكوين البديهيات axiomatiser . وهى كلها كلمات لا نجد لها مقابلا إذا بدأنا بكلمة المصادرة « (١) » .

ولكن إذا كانت التسمية تنطوى على قدر من الغموض ، فإن المعنى الذى يضيفه الفكر الحديث على فكرة البديهية لم يعد حوله ظل من الشك . فليس المهم أن تكون القضية التى نسميها بديهية واضحة بذاتها أو لا تكون . بل سيظل أستاذ الرياضة يستخدم في محاضراته كلمة البديهية ، دون أن يتجاوز مطلقا معنى القضية المبدئية التى لا يقوم عليها أى برهان ، والتى تمكن من البرهنة على قضايا أخرى ، ولن يشير الرياضى إلى أية بداهة كامنة في تلك القضية . وأقصى ما سوف يحدث ، هو أنه لو كتب مقالا موجها إلى الفلاسفة ، فسيشعر بأن من واجبه أن يذيل الصفحة بهامش يقول فيه : « لسنا في حاجة إلى أن نذكر القارىء بأنه ليس ثمة أى عنصر مشترك بين هذا المعنى لكلمة البديهية ، وبين المعنى التقليدى ، أعنى معنى الحقيقة الواضحة » (٢) .

(١) G. Bauligand «les méthodes mathématiques, centres de documentation universitaire p. 43.

(٢) Nicolàs Bourbaki ; L'architecture des mathématiques p. 4. in : les grands courants de la pensée mathématique ولقد جمع هذا الكتاب F. le Lionnais في ١٩٤٨ . فقد نشرت جماعة من علماء الرياضة ، باسم Nicolas Bourbaki ، عدة أبحاث رياضية معروضة بصورة تتسم باتباع منهج البديهيات وبالتجريد الخاضع .

ولقد اظلم الحديث عن هذا التعبير الذى طرا على معنى حلمه
ببديهيه لانه ينتقى ضوءا على صفه مميزة للتفكير الرياضى الحديث .
فمسد استبدلت بالابحاث الدائرة حول طبيعه الفكرة ، ابحاث حول
« وظيفة » او دور هذه الفكرة . وذلك تغيير هام فى وجهة النظر
يمهتنا ان نجد له فى فلسفه الرياضيات امثلة اخرى متعددة .

ولكن إذا لم يكن يتعين تحقق شرط النوضح الأولى فى البديهيات ،
بمعناها الواسع ، وإذا كانت تكتسب وضوحها من أمر يقرره الرياضى
الذى يتخذ إحدى القضايا نقطة بدء له ، فمعنى ذلك ان من الممكن
تنويع النظريات الرياضية ، بان نختار مبادئ أساسية مختلفة ،
وسوف نضرب لهذا التعدد مثلا عندما ندرس . خلال هذا الفصل ،
تكوين الهندسات غير الإقليدية . ولكن علينا الآن أن نبين أن هذه
الاختيارات البدئية لا تقوم على أساس الفوضى أو التعسف . وأن
مجموعة بديهيات نظرية رياضية تخضع لشروط دقيقة كل الدقة . وكل
هذه المجموعة من البديهيات تسمى « نسق البديهيات » .

٥ - صفات « نسق البديهيات »

ما صفات نسق البديهيات السليم ؟

(١) ألا تكون أية بديهية مناقضة للأخرى ، أى يجب أن تكون
على وفاق مع البديهيات الأخرى .

(٢) أن تكون البديهيات كلها مستقلة بعضها عن بعض .

(٣) وهناك صفات تخضع لها نظريات معينة ، ولكنها لا تتمثل فى
كل النظريات الرياضية مثل صفة التشبع Saturation (وسوف
نشرح معنى هذا اللفظ بعد قليل) .

فلنستعرض هذه الشروط التى سوف تؤدي بنا ، فيما بعد : إلى
ملاحظات ذات دلالات فلسفية عميقة حول علاقات التفكير الرياضى
بالتفكير المنطقى :

١ — يبدو أن الشرط الأول في غير حاجة إلى دليل . فنحن لانتصور أن يبدأ الرياضى نظريته من قضيتين متناقضتين . ولكن قد ينفق أن يكون التناقض بين القضيتين مستترا ، وعندئذ يجب الكشف عنه ، وإقامة البرهان عليه . والحق أن إثبات عدم تناقض نسق البديهيات قد يكون أحيانا مهمة عسيرة . غير أن الرياضى يستعين على ذلك بمعيار : فقد ثبت أن نسق البديهيات إذا كان يحتوى على بديهيتين متناقضتين ، فمن الممكن إثبات نظرية وضدها . فقبول مجرد تناقض « واحد » . يمكننا من البرهنة على كل شيء . ولنتنبه جيدا إلى أننا نجعل لهذه الصفة معيارا نظريا لا صلة له بأى انطباع نفسى مباشر .

٢ — أما شرط الاستقلال ، فقد يفهم على أنه مجرد حرص على التميز الخالص والأناقة . ذلك لأن من البديهي أن المرء لا يفيد شيئا إذا كرر ، بصورة تتفاوت غموضا ، إحدى البديهيات التى ينبغى أن تصاغ بأكبر قدر ممكن من الوضوح . ولكن وضع بديهيتين تعتمد إحدهما على الأخرى ، فى مرتبة واحدة ، فيه مخالفة لماهية نسق البديهيات ذاته . فإذا افترضنا أن نسقا من البديهيات يتألف من أ ، ب ، ج ، د ، فإننا نقول إن البديهية « د » تكون مستقلة عن البديهيات أ ، ب ، ج إذا لم يكن من الممكن استنتاجها منها . وعلى العكس من ذلك ، تكون البديهية « د » متوقفة على الباقيات إذا كان من الممكن إثباتها عن طريق البديهيات الأخرى . ولكن « د » تصبح عندئذ نظرية ، لا بديهية .

ويستخدم الرياضيون معيارا للاستقلال يفيدنا بحثه أشد الفائدة فى فهم فكرة نسق البديهيات — وإليك هذا المعيار :

فلنفرض أن نسقا من البديهيات يشتمل على أربعة بديهيات : أ ، ب ، ج ، د . فلكى نوقن أن البديهية « د » مثلا مستقلة عن الأخريات ، نفحص قائمة جديدة من البديهيات تشتمل على البديهيات أ ، ب ، ج ، د وعلى بديهية مناقضة للبديهية « د » تلتقضا تاما

ولننسهما (لا - د) • فلو كانت د متوقفة على البديهيات أ ، ب • ج
 لكان معنى ذلك أننا نستطيع البرهنة على « د » عن طريق أ ، ب • ج
 غير أننا جعلنا (لا - د) بديهية بدورها ، وبهذا نكون قد كونا
 نظرية متناقضة • فإذا كانت النظرية المؤلفة من البديهيات
 أ ، ب ، ج ، لا - د خالية من التناقض ، فمعنى ذلك أن البديهية « د »
 مستقلة بالفعل عن الأخريات • وبالطريقة ذاتها يبرهن على كل
 بديهية أخرى • وهكذا نجد أن معيار الاستقلال بدوره أبعد عن أن
 يكون مجرد شرط يوضع فحسب ، بل هو يحتاج في تطبيقه إلى قدر
 غير قليل من البراعة • ويستطيع الرياضي أن يبحث عن
 « نموذج » ، أعني عن نظرية خاصة سبق اختيارها ، تحقق فيها
 كل البديهيات فيما عدا تلك التي يراد إثبات استقلالها •

٣ - وأخيراً فالتحليل العقلي للنظريات الرياضية المحكمة البناء
 قد حاول الإتيان بنسق من البديهيات الكاملة • وهذه الصفة
 تعبر عنها بوضوح كلمة « التشبع saturation » • فنسق
 البديهيات يكون مشبعاً إذا لم يكن من الممكن أن تضاف إلى
 بديهياته بديهية تكمله (مستقلة عن الأخريات) دون أن تؤدي إلى
 تناقض النظرية • غير أن هذه الصفة ليست ملزمة من أجل تركيب
 نسق البديهيات تركيباً سليماً (إذ يلاحظ أن هناك نظريات عديدة
 لا تنطوي على هذه الصفة) • والحق أن إيضاح مدى ما تنطوي
 عليه هذه المشكلة من تعقيد ، يحتاج إلى تفاصيل فنية مطولة •
 ولكن لا شك في أن ما قلناه يكفي في بيان أن التفكير في نسق البديهيات
 هو في الحق شعور واضح بما يتصف به التفكير الرياضي من دقة
 بالغة •

ولقد كان أول من فتح باب الأبحاث في أنساق البديهيات هو
 الرياضي الألماني الكبير دافيد هيلبرت D. Hilbert (١٨٦٢ -
 ١٩٤٣) الذي نشر في سنة ١٨٩٩ كتاباً مشهوراً هو : أسس علم

الهندسة (١) Die Grundlagen der Geometrie وقد تجمعت حول « هيلبرت » مدرسة خرسست جهودها لما يسمى بمشكلة الأسس في الرياضيات ، اعنى لتبرير النظريات الرياضية عن طريق دراسة عدم تناقضها ، ودراسة صفات أخرى آتينا من قبل على ذكرها . وسوف نعود مرة أخرى إلى الكلام عن فكرة « هيلبرت » عندما نفحص مشكلة المفاهيم الأولى في العلوم الرياضية .

٦ - المفاهيم الأولى :

والواقع إننا لم نتحدث حتى الآن إلا عن القضايا الرياضية . وعلينا الآن أن ندرس المفاهيم التي يرد ذكرها في هذه القضايا (مثل مفاهيم النقطة ، المستقيم ، المسطح ، والمعد) . وفي دراستنا للمفاهيم سوف نهتدى إلى خطوة شبيهة بتلك التي أدت بنا إلى وضع المصادرات . فكما أن القضية لا تكون سليمة إلا إذا برهن عليها ، فكذلك لا يمكن الانتفاع بالمفهوم إلا بعد تعريفه . ولكي يعرف الرياضى أحد المفاهيم ، يستخدم مفاهيم أخرى ، وهذه المفاهيم الأخرى لا بد أن تكون مما سبق تعريفه . ولكن هذا معناه أن الرياضى يضطر إلى التوقف في حركة الرجوع إلى الوراء ، بحيث يتخذ لنفسه نقطة بدء هي مفاهيم لا تردنا إلى أى مفهوم آخر . وهذه المفاهيم الأولى يطلق عليها كثير من المناطق اسم اللامعرفات indéfinissables مثلما تسمى البديهيات « باللامبرهفات

• « Les indémontrables

ولكن نفس الملاحظة التي أبديناها بشأن القضايا الأساسية تنطبق أيضاً على المفاهيم الأساسية : فالمفاهيم التي تختار على أنها مفاهيم أولى وأساسية ، ليست « بطبيعتها » غير قابلة للتعريف ،

(١) تولى لوجل Laugal ترجمة هذا الكتاب إلى الفرنسية باسم Les fondements de la géométrie . ونشر في مكتبة Gauthier - Villars عام ١٩٠٠

وإما هي تقرر ، كما لو كانت غير قابلة للتعريف • (ومن الجائز جداً ان أحد المفاهيم الذى يقرر كمفهوم أول في نظريه معينة ، وبالتالي لا يعرف ، يصبح في نظرية أخرى مفهوماً مستمداً من غيره ، ويعرف تبعاً لذلك) •

وفيما يلي مثال لهذا التحول ، في مستوى الهندسة الأولية ، وهو مثال يستطيع المرء إدراكه بالحدس : فمن الشائع أن يتخذ مفهوم النقطة مفهوماً أول ، وعندئذ يعرف مفهوم الخط المستقيم بأنه يتحدد عن طريق نقطتين ، أى أنه توصيل نقطتين • ومن وجهة النظر هذه تكون النقطة مفهوماً أول ، والمستقيم مفهوماً مستمداً منها •

ولكن في خلال القرن التاسع عشر ، نظر إلى الأمور نظرة عكسية ، فأصبح المستقيم هو الذى ينظر إليه بوصفه مفهوماً من وجهة أنظر الجديدة هذه ، وأصبحت النقطة « تعرف » بأنها تقاطع مستقيمين •

على أن هذا التحول ليس مجرد لهو ذهنى ، بل إن وجهة النظر المزدوجة هذه كانت نقطة بدء الأبحاث التى كوّنت ما يسمى بمبدأ الثنائية *principe de la dualité* • فمثلاً لو ألقينا نظرة على كتاب « ألفريد كلتش Alfred Clebsch » المسمى « دروس في علم الهندسة *Leçons sur la géométrie* » (١) لوجدنا الصفحات فيه مقسمة إلى عمودين ترتب فيها النظريات بحيث تناظر كل منها الأخرى بدقة • ففي العمود الأيمن نجد النظريات معبراً عنها « بإحداثيات الخطوط » ، حيث يكون المستقيم هو العنصر غير المعرف ، وفي الأيسر نجد النظريات معبراً عنها « بإحداثيات النقاط » حيث تكون النقطة هي العنصر غير المعروف • وفي ممارسة مثل هذه المتناظرات التى يلعب فيها الخيال دوره يكتسب التفكير الهندسى مرونة كبيرة •

وفضلاً عن ذلك فإن المرء يستطيع أن يرى أن تعديل نقط البدء على هذا النحو يجعل الطابع العيني للمفاهيم ذا قيمة ثانوية . فالمفاهيم الرياضية لا تفرض علينا في تجربة عينية يكون لها أصل تجريبي ، إذ قد يوحى إلينا العالم المحسوس بضروب من الحدس ، غير أن هذه الضروب يجب أن يتم إعدادها في مستوى فكري لا يعود مدينا بشيء لحقائق العالم المحسوس . فالمفاهيم الرياضية لا تكتسب قيمتها إلا خلال التنظيم التجريدي الذي يدرس علاقاتها . وقد لاحظ بوريل Borel (١) أنه إذا كان هناك مفاهيم « أوحى بها في بدء الأمر أوجه شبه خاصة بالأشياء الحقيقية » (كالخط المستقيم ، والدائرة ..) « فإن الأعداد الخيالية ، والأعداد غير المتناهية ، وكثيراً غيرها من الكيانات الرياضية ، هي مجرد ابتكارات عقلية » .

٧ - التعريفات :

وكما أننا نستطيع تصنيف القضايا الرياضية إلى فئتين : قضايا يبرهن عليها ، كالفرضيات ، وقضايا أولية يسلم بها دون برهان ، كالبديهيات ، كذلك يمكن تصنيف المفاهيم إلى مفاهيم معرفة ، ومفاهيم أولى يسلم بها دون تعريف . وهنا قد يخطر اعتراض بالذهن : فكيف حدث أن أدخلنا التعريف ضمن المبادئ ، مع أن التعريف كما رأينا لا يبدو نقطة بداية ؟ إن علة هذا الغموض ترجع إلى أن المرء ينظر إلى فكرة المبدأ من خلال نظرة إجمالية أكثر مما ينبغي . فالقضية يمكن أن تؤدي دور المبدأ ، أعني يمكن أن تؤدي دور قضية يسلم بها دون برهان ، وتمكن من البرهنة على غيرها من القضايا ، دون أن تكون رغم ذلك هي الأولى زمنياً . ففنى العلوم

« La définition en mathématiques , » article dans (١)

« Les grands courants de la pensée mathématique » (Cahiers du Sud) p. 24.

الرياضية ذات التركيب المعقد ، لا يستطيع المرء أن يقنن بصفة نهائية كل المستلزمات الضرورية لبناء نظرية . فتعريف مفهوم ما هو نقطة نهاية على نحو ما ، ما دام سيستخدم أحياناً مفاهيم متعددة « سبق » تعريفها . ولكنه يستخدم مبدأ من أجل التوسع « التالى » فى النظرية . فتعريف الشكل البيضاوى مثلاً هو نقطة بداية بالنسبة إلى كل برهنة على نظريات الشكل البيضاوى .

ومن العسير أن نحدد على وجه السرعة خصائص التعريفات الرياضية : فطرق التعريف متباينة ^(١) ، ودراساتها مرتبطة بدراسة عميقة لموضوع الرياضة . وسنرى فى نهاية هذا الفصل عرضاً لطرق معينة فى التعريف (مثل إدخال مفهوم المجموع ، ومفهوم العدد الحقيقى ، ومفهوم العدد التخيلى ، ومفهوم القوة) .

٨ - النزعة الشكلية Formalisme :

بينما من قبل أن الرياضى يجد نفسه مستغرقاً فى القيام بعملية تجريد أساسية . وسنرى أن هذا الجهد الذى يقوم فيه الرياضى بعملية التجريد هذه ، يصل إلى أقصى حدوده فى عرض « هيلبرت » لهندسة إقليدس .

ولنقل باختصار ، إنه ما دام الرياضى ينفصل عن الطبيعة العينية للكيانات الرياضية ، فمن الواجب أن نفحص عن كثب دور هذه الكيانات الرياضية ، أو بعبارة أدق العلاقات التى توجد بينها . ولكى نكون على ثقة من أننا نفحص « علاقات » الكيانات الرياضية ، تاركين « طبيعتها » جانباً ، يجب أن نكون قادرين على التحرر من اللغة ذاتها ، وعلى فهم القيمة العميقة للمناهج التى تغلب الطابع الشكلى ، المجرد ، للتركيبات الرياضية . ولقد ألقى

(١) انظر مقال بوريل عن « التعريف فى الرياضيات » .

الرياضي « جان ديودونيه Jean Dieudonné » ضوءاً ساطعاً على المعنى العميق لمنهج « هيلبرت » ، فقال : « لم يستطع أحد ، حثل هيلبرت ، أن يحقق هذا البرنامج بمثل هذا القدر من العزم والوضوح ، ولم يبرر أحد قبله ذلك المبدأ الأساسي القائل بأن « طبيعة » الكيانات المدروسة لا أهمية لها في الرياضيات ، وأن العلاقات الموجودة بين هذه الكيانات هي وحدها الهامة » . « فبدلاً من كلمات « النقطة » ، « والمستقيم » ، « والسطح » ، ينبغي أن يكون في وسع المرء أن يقول دائماً ، دون أن يخشى الوقوع في الخطأ ، « منضدة » و « معقد » ، وكأس من الجعة » . ذلك ما عبر عنه « هيلبرت » منذ ١٨٩١ بدعابة تكررت في ذلك الاستهلال المشهور (والذي عد في وقته انقلاباً) لكتاب أسس الرياضيات ^(١) .

فلو رجعنا إلى الصفحات الأولى من كتاب « الأسس » ، لقرأنا فيها تحت عنوان « الاصطلاح convention » السطور الآتية :
لنصور ثلاث مجموعات مختلفة من الكائنات : ونقسم كائنات المجموعة الأولى نقطا ، ونشير إليها بالحروف أ ، ب ، ج ، د ، ... ، وكائنات المجموعة الثانية « مستقيمات » ، ونشير إليها بالحروف α ، β ، γ ، ... ، وكائنات المجموعة الثالثة سطوحا ونشير إليها بالحروف A ، B ، C ،

وبعد هذه التسميات الشكلية الخالصة ، يمين « هيلبرت » البديهيات التي تحدد علاقة هذه الكيانات . ولنذكر منها اثنتين على سبيل المثال : فلكي نقول إن النقطتين تحددان مستقيماً ، نكتب الآتي :

أ ب = α . ولكي نقول إن ثلاث نقط ليست على استقامة واحدة
تحدد مسطحاً ، نكتب ما يلي أ ب ج = α

وإذن فما نحن أولاء تجاه نوع من الشكلية المفرطة . فإذا تذكرنا أن مجموعة البديهيات تتألف من افتراضات ليس من الضروري أن تكون متفقة مع بداهات مطلقة ، أو مع تجارب العالم المحسوس ، وإذا لاحظنا أن « هيلبرت » قد أدخل الكيانات الرياضية تحت صفة « الاصطلاح » ، فهنا عبارة « برتراند رسل » التي يلجأ إليها الكثيرون في المناقشات الفلسفية ، دون أن يدركوا أحياناً أهميتها على وجه الدقة : « إن الرياضيات علم لا يعلم المرء فيه أبداً عم يتكلم (إشارة إلى الشكلية المحضة) ولا يعلم إذا كان ما يتكلم عنه صحيحاً » (إشارة إلى الاصطلاحات المبدئية ، التي يعلن المرء فيها صلاحية بعض القضايا والمفاهيم ، دون إشارة إلى بداهة عقلية أو إلى خبرة تجريبية) .

والواقع أن هذه الشكلية ، التي تغض الطرف عن الطبيعة الخسية المحددة للموضوعات الرياضية ، لا يمكن أن تنمو إلا في جو من المعاني الدقيقة المجردة ، ومن الطبيعي أن تعجز عن وصف النشأة التاريخية للعلم الرياضى . وهى لا تظهر إلا في تفكير نظرى في العلم بعد تكوينه . غير أن المرء لو أغفل الجهد الضخم الذى بذله الرياضيون المعاصرون من أجل بناء علمهم وتنميته بأكبر قدر من الدقة ، لكان في ذلك تجاهل لصفة من أبرز صفات الرياضة المعاصرة .

هذا ، وسنعود مرة أخرى ، في هذا الفصل ذاته ، إلى العلاقات بين الدقة والحدس ، وسنحاول ، بعد الدراسة الطويلة التى قمنا بها للمبادئ الأساسية فى النظريات الرياضية ، أن نحدد خصائص الاستدلال الرياضى ، من خلال مجموعة من عملياته تتسم بأكبر قدر من البساطة .

٢- الاستدلال الرياضى

٦- خصوبة الاستدلال الرياضى ودقته :

الرياضيات ، كما قلنا من قبل ، تركيبات فرضية استنباطية يؤدي فيها الاستنباط دوراً رئيسياً ، وكثيراً ما يوصف الاستنباط بأنه عملية تحليلية تنتقل من العام إلى الخاص ، ويتخذ القياس [Syllogisme] أوضح أنموذج للاستدلال الاستنباطى . فإذا ما قبلنا أوجه النقد التى وجهت إلى الاستدلال القياسى ، أمكننا القول بأن نتيجة البرهان ، فى الاستنباط ، إن هى إلا نتيجة سبق أن احتوت عليها المقدمات . وهكذا يكون الاستنباط عملية استدلالية دقيقة ، ولكنها عقيمة . وعلى العكس من ذلك يبدو أن الاستقرار هو الطريق الوحيد الذى يتبعه التفكير المنتج حقيقة ، إذ هو امتداد للمعرفة وتعميم لها ، وإن كان لا يزعم لنفسه ما للاستنباط من دقة مطلقة : فلنضع المشكلة أولاً فى هذه الصورة العامة جداً ، لكى نفهم الجدل المشهور الذى نشب فى مستهل القرن العشرين بين الرياضى بوانكاريه ، والفيلسوف جوبلو حول طبيعة الاستدلال الرياضى .

نفى مستهل هذا القرن ، قال « بوانكاريه » فى كتابه « العلم والفرض » (ص ٤) « ما طبيعة الاستدلال الرياضى ؟ أهو حقاً استنباطى كما يعتقد عادة ؟ إن المقارنة العميقة تبين لنا أن الأمر بخلاف ذلك ، وأنه يشارك ، بقدر معين ، فى طبيعة الاستدلال الاستقرائى ، وهذا هو السبب فى أنه منتج . ومع ذلك ، فإنه لا يفقد شيئاً من طابع الدقة المطلقة » .

فكيف نفسر جمع الاستدلال الرياضى بين صفة الخصوبة ، وصفة الدقة فى آن واحد ؟

١ - الاستدلال التريدي (١) • فكرة التعميم :

يأخذ بوانكاريه على عاتقه أن يثبت أن الاستدلال الرياضي لا يمكن إرجاعه إلى القياس « الذي لا يأتي إلينا بجديد » : وإنما هو في أساسه « تعميمي » مما يفسر طابع الخصوبة الذي لا سبيل إلى إنكاره في العلوم الرياضية • ويكشف بوانكاريه عن هذا التعميم في صورة من صور الاستدلال الدقيق تتميز بها الروح الرياضية : هي الاستدلال التريدي *raisonnement par recurrence* • وسوف نبين ، عن طريق مثال ، كيف ينمو هذا النوع من الاستدلال - فلنقترح مسألة في حاجة إلى حل ، هي إثبات عدم تساوى الطرفين الآتين :

$$(1) (1 + 1)^n > n + 1$$

حيث أ عدد حقيقي أكبر من ١ - ومختلف عن الصفر ، وحيث ن أى عدد صحيح أكبر من ١ •

• وللبرهان على هذه المسألة مرحلتان ، حسب الترتيب التالى (٢) •

(أ) نبرهن على أنه إذا كان عدم التساوى الذى تعبر عنه هذه المسألة صحيحا بالنسبة إلى قيمة معينة (ن) ، ولتكن ك ، كان أيضا صحيحا بالنسبة إلى القيمة ك + ١ (ولننقل على وجه الدقة إننا لا نعلم إذا كان يصح بالنسبة إلى قيمة ك هذه) •

(ب) نبرهن على أن عدم التساوى يصح بالنسبة إلى $n = 2$ • ومن هذين البرهانين يمكننا أن نستدل على أن عدم التساوى

(١) أخذنا بهذا اللفظ في الترجمة نظرا لأن الفكرة الأساسية في هذا الاستدلال هي التريديد والتكرار ، ومن هنا قرب بوانكاريه بينه وبين الاستقراء (المترجم)
(٢) هاك الاستدلال بتفاصيله •

صحيح لكل قيم n ابتداءً من ٢ • والواقع أننا قد أثبتنا في البرهان (ب) أن الصيغة تصح إذا كانت $n = ٢$ • على أننا أثبتنا في (أ) ، بصفة عامة ، أنه إذا كان عدم التساوى صحيحاً بالنسبة إلى قيمة معينة لـ n هي k ، فإنه يصح أيضاً بالنسبة إلى $k + ١$ • ولما كانت الصيغة (١) صحيحة عندما تكون $n = m$ ، فإنها تكون أيضاً صحيحة عندما تكون $n = ٣$ • ولما كانت صحيحة عندما تكون $n = ٣$ فإنها تكون صحيحة عندما تكون $n = ٤$ • وفي وسعنا أن نكرر هذا الاستدلال ذاته إلى ما لا نهاية ، ما دام البرهان (أ) قد أثبت أن الصيغة إذا صحت بالنسبة إلى أية قيمة لـ n ، فإنها تصح بالنسبة إلى القيمة التالية • وبدون البرهان (أ) كان يمكننا أن نحقق الصيغة (١) عندما تكون $n = ٢$ ، $n = ٣$ ، $n = ٤$ ، على التوالي ••• ولكننا لا نستطيع عندئذ أن نؤكد أنها تصح على ذلك العدد اللامتناهي من قيم n ، ابتداءً من ٢ ، فمن طريق البرهانيين أ ب مما ، يمكننا أن نؤكد صحة عدد لا نهاية له من الصيغ •

= لنفرض، أن $(١ + ١) \leq ١ + ١$ صحيحة . وفي وسعنا أن نضرب الطرفين غير المتساويين هنا ، دون تغيير معناهما ، في العدد $١ + ١$ ، فإدامت أكبر من $١ - ١$ ، فإن $١ + ١$ موجب دائماً وعندئذ نجد أن $(١ + ١)(١ + ١) \leq (١ + ١)(١ + ١)$ أي $(١ + ١)(١ + ١) \leq ١ + ١ + ١ + ١$ ولما كانت $١ + ١$ موجبة دائماً (مادام k موجبا ، ١ مختلفة عن الصفر) فبالأحرى يكون $(١ + ١)(١ + ١) \leq ١ + ١ + ١ + ١$ وهذا نكون قد برهننا على أنه إذا كان عدم تساوى الطرفين في (١) صحيحاً حيث $n = k$ فإنه أيضاً صحيح حيث $n = k + ١$ فلتحقق الآن عدم تساوى الطرفين في (١) حيث $n = ٢$ ، أى حيث يصبح القول إن $(١ + ١)^٢ < ١ + ١ + ١ + ١$ $(١ + ١)^٢ = ١ + ١ + ١ + ١$ $(١ + ١)^٢ < ١ + ١ + ١ + ١$ $(١ + ١)^٢ < ١ + ١ + ١ + ١$

وهكذا يمكننا أن نفهم السبب الذي قال من أجله بوانكاريه إن « الاستدلال الرياضي يشارك ، بقدر معين ، في طبيعة الاستدلال الاستقرائي » . فالاستقراء التريدي يسمح لنا أن نؤكد صحة صيغة في عدد لا نهاية له من الحالات ، بينما كان يمكننا عن طريق براهين مماثلة للبرهان (ب) أن نؤكد الصيغة (أ) في عدد « متناه » من الحالات فحسب . ولكن علينا أن نفهم كل فكرة في تفاصيلها الدقيقة . لهذا أشرنا بوجه خاص إلى كلمة « بقدر معين » . فبعد عدة صفحات ، يعبر بوانكاريه عن رأيه بوضوح تام يمكن من توقي كل خلط ، فيقول : « لا يستطيع المرء أن يتجاهل أن في الاستدلال التريدي تشابها ملحوظا مع عمليات الاستقراء المعتادة . ومع ذلك ، فلا زال بينهما اختلاف جوهري . فالاستقراء حين يطبق على العلوم الطبيعية يكون على الدوام غير مؤكد ، لأنه يركز على الإيمان بنظام عام للكون ... أما الاستقراء الرياضي ، أعني البرهان « التريدي » فإنه يفرض ذاته بضرورة محتومة ... » وإذن فقد أراد بوانكاريه أن يقرب الاستدلال التريدي من الاستدلال الاستقرائي كما يتمثل في العلوم الطبيعية لأنهما « يسيران في نفس الاتجاه ، أعني ينتقلان من الخاص إلى العام » ولكنه إذ يقربهما على هذا النحو يؤكد أيضا بوضوح أنهما « يرتكزان على أسس مختلفة » .

فما الاعتراضات التي وجهها عالم المنطق « جوبلو » إلى بوانكاريه ؟ إنه يقول له : لقد وصفت « الاستدلال التريدي » بأنه الاستدلال الرياضي على الحقيقة . غير أنه استدلال خاص إلى أبعد حد ، ولا يمكن أن ينطبق إلا على مجالات معينة في الرياضة ، وهي المجالات التي يتبدى فيها تعاقب الأعداد الصحيحة .

ولكن الشيء الذي أراد بوانكاريه أن يبينه ، ليس هو القول بأن « الاستدلال التريدي » هو أكثر الاستدلالات استعمالا ، بل هو الاستدلال النموذجي للتفكير الرياضي ، فهو استدلال صالح كل

المصلاحيه للكشف عن الخصائص التي يتميز بها الاستدلال الرياضى ،
 إذ أن الاستدلال الرياضى هو ، فى الواقع « أداة تمكن من الانتقال
 من المتناهى إلى اللامتناهى » بدقة كاملة « وهذه الأداة نافعة
 دائما ، لأنها حتى أتاحت لنا اجتياز ما نشاء من الخطوات بقفزة
 واحدة ، فإنها توفر علينا القيام بالتحقيقات المطولة ، المملة ، التي
 تسير على وتيرة واحدة ، والتي سرعان ما يصبح من المستحيل
 تنفيذها عمليا . غير أنها تصبح لازمة عندما يكون هدف المرء هو
 الوصول إلى النظرية العامة ، التي تقترب على الدوام من تحقيقها
 تحليليا ، دون أن نتمكن من الوصول إليها » . والواقع أن عملية
 التحقيق تصبح مستحيلة فى مجال اللامتناهى . فقد نستطيع التحقق
 من أن الصيغة (أ) صحيحة فى عدد متناه من الحالات ، ولكن
 البرهان الدقيق للاستدلال التريدىي يمكننا من تأكيد صحتها بالنسبة
 إلى القيم اللامتناهية التي يمكن أن تعزى إلى ن . وإذن فقد أراد
 بوانكاريه أن يثبت أن الرياضيات لا يمكن أن ترجع إلى سلسلة
 من الأقيسة ، وأنها تقوم على التعميم فى أسبابها ، وأنها تسمح
 لنا بأن نؤكد بكل دقة صفة معينة فى عدد غير متناه من
 الحالات . « هذا إلى أنه من الضروري أن يكون فى وسع المرء
 إثبات خواص الجنس دون أن يضطر إلى إثباتها بالنسبة إلى كل من
 الأنواع على التوالي » (العلم والفرض ص ٢٧) فبالاستدلال
 التريدىي « تكتسب قضايانا صفة العموم فورا » .

ولكن هل يجب القول ، كما قال بوانكاريه بتعجل ، بأن الاستدلال
 الرياضى ليس استنباطا على الإطلاق ؟ كلا بالتأكيد . ذلك لأن
 « بوانكاريه » قد سوى بين الاستدلال الاستنباطى والعملية
 القياسية التي تنتقل من العام إلى الخاص ، وكان فى ذلك متبعا
 منطق عصره . ولكن الحقيقة أن الاستدلال الاستنباطى يلجأ إلى
 عمليات فكرية معقدة ، تختلف كل الاختلاف عن القياس ، كما أثبت
 ذلك المنطق المعاصر . وحسبنا أن نذكر تلك الحقيقة البسيطة ، وهي

ان في وسع الرياضي أن يستبدل ، في الصيغة الرياضية وبشروط
دقيقة ، مجموعة من الرموز بمجموعة أخرى من الرموز - نقول
حسبنا ان نذكر هذا ، لتكون قد فهمنا مدى تقدم البرهان .
وفضلاً عن ذلك فالمنطق يدخله عمليات التعميم ، إن لم يكن في مراحله
الأولى . ففي نموه التالي على الأقل .

فأهمية القياس قد أصبحت ضئيلة في العمليات الاستنباطية
لتنى يقوم بها المنطق المعاصر .

١١ - فكرة التركيب :

فلنفحص الآن وصف جوبلو للاستدلال الرياضي . إنه يقول :
« البرهان هو التركيب » (١) على أن هذا التعبير الواضح جداً
يخفي وراءه أكثر التفسيرات تبايناً . والواقع أن كلمة « التركيب »
تعنى في نظر جوبلو التركيب المرسوم ، والعملية الجبرية ، والعملية
الذهنية (التي يميزها جوبلو عن عملية العقل) - وتركيب النتيجة
مع الفرض . ولنحتمكم إلى النصوص . إنه يقول : إن أهمية
الترخيصات المرسومة في الهندسة لم تخف على أحد ، ولكن المناطق
يميلون إلى أن يروا فيها مجرد عمليات مساعدة أو مهددة للاستدلال ،
في حين أنها هي الاستدلال نفسه » . (ص ٢٧٣) كما يقول : « ليس
ثمة قضية حسابية أو جبرية لا يبرهن عليها عن طريق « عملية »
أو سلسلة من العمليات » (ص ٢٦٩) كذلك يقول « ليست العمليات
التركيبية عمليات عقلية ، وإنما هي عمليات تنفذ ذهنياً » . (ص ٢٧٢)
وفي فقرة أخرى يقول جوبلو : « لكي نبرهن على أن فرضاً ما يستتبع
نتيجة ما ، نركب النتيجة مع الفرض » (ص ٢٧٢) ، ويريد جوبلو
أن يؤكد ، على وجه التحديد ، أن « النشاط التركيبي للعقل هو الذي
يظهر النتيجة الجديدة » (ص ٢٦٤) .

غير أن هذه الاستعانة بالنشاط التركيبي للعقل تظل تفسيراً على جانب غير قليل من الغموض ، وليس هناك من ينكر نشاط العقل الرياضي وإيداعه ، ولكن الواقع أن من العسير وصف الاستدلال الرياضي بصفة واحدة . وكل محاولة لفهم عملية الاستدلال الرياضي عن طريق تفسير واحد فريد ، تظل محاولة غير دقيقة . وإنما الواجب تحليل البراهين الرياضية المتعددة ، والرجوع إلى أكثر الأمثلة تنوعاً . ومن الضروري ، بوجه خاص ، ألا يقف المرء عند حد الأمثلة الأولية ، بل الواجب أن يدرس الاستدلالات التي تكون تعريفات موضوعاتها الرياضية نتيجة إعداد وثيد ، ونتيجة لتأليف بين آخر اتجاهات الفكر تبانياً ، وعندما نفحص دور الحدس والصياغة الشكلية ، سنصبح أقدر على إدراك طابع أتعميم والتكريب الذي يتميز به نشاط التفكير الرياضي .

٣ — الفكر الحدسي والفكر المثالي

١١ — الحدس الرياضي والحدس الحسي :

رأينا من قبل في الجزء الخاص بالمفاهيم [notions] أن المفاهيم الرياضية ، حتى وإن كانت من أصل تجريبي بالفعل ، فسيظل من الصحيح أن الرياضيات قد انفصلت عن ذلك الأصل التجريبي ، وأنها قد أصبحت علماً بريئاً من الصفات المحسوسة . فعندما يفكر الرياضي في الخط المستقيم ، فهو لا يفكر في خيط البناء ، وعندما يثبت أن النصفان تتلاقى في المثلث ، فإن برهانه يكون مستقلاً عن التحقيق المادي لهذا الشكل . ومن المحال أن يحل البيان بالرسم محل برهان بالاستدلال ، إذ ليس للرسم من عمل سوى أن يكون دعاماً للانتباه ، دون أن يكون عنصراً مكوناً للبرهان . « فالتصورات الهندسية تصورات فكرية » ، كما أكد الفيلسوف الألماني هوسرل Husserl ، الذي كان عالماً رياضياً في الوقت ذاته ، « وهي تعبر

عن شيء لا يمكن « رؤيته » • وعلى ذلك فليس من المستطاع
المعارنة بين الحدس الرياضى والحدس الحسى بأية حال •

١٣ — التفكير الحدسى والتفكير المقالى [Discursive] :

لكن هل سنهتدى فى الحدس الرياضى إلى تلك الصفات التى
اعتاد المفكرون أن يصفوا بها الحدس بمعناه الفلسفى ؟

إن الحدس يمكن أن يوصف فى هذه الحالة بأنه اتصال مباشر ،
فورى ، عینى ، بموضوعه • وهذا الاتصال المباشر يحقق فى الوقت
ذاته أوثق فهم لهذا الموضوع ، إذ يصل إليه فى جوهره ووجوده
الفردى • وبهذا يكون الحدس مضاداً لكل تفكير مقالى ، أو « سلسلة
من الحجج » ، أو خطوات للبرهان ، أو تنظيم شكلى ، أو تطبيق
دقيق لمنهج ما •

ويبدو أن من الممكن أن نهتدى إلى مثال للتقابل بين هذين النوعين
من التفكير ، عندما نقارن بين الهندسة والجبر الأوليين • فقد قال
ليبنتس [Leibniz] فى بحثه « فن الاختراع » « Ars inveniendi »
« إن علماء الهندسة يستطيعون البرهنة بكلمات قليلة على قضايا يصعب
إثباتها عن طريق الحساب إلى حد بعيد • فالطريق الجبرى يؤدى
دائماً إلى الهدف ، ولكنه ليس على الدوام أفضل الطرق » • فمن
الممكن أن نقابل بين البراهين السريعة اللامحة للفكر الهندسى ، وبين
بطء الحساب الجبرى وخطواته المتدرجة ، وأن نقابل بين رشاقة
البرهان الهندسى وثقل الحساب الجبرى ، وبين عبقرية الحدس
الهندسى وآلية المناهج الجبرية •

غير أن هذه المقارنة بين الهندسة والحساب لا تمكننا من تقدير
دور الحدس فى الرياضاة حق تقديره • والواقع أننا نهتدى إلى
التمييز بين الحدس والانضباط الدقيق حتى فى الجبر ذاته • فعالم

الجبر يهتدي أحيانا بالحدس السريع إلى منهج الحل ، ويشعر بالنتيجة مقبدا ، ويكون مجهوده في البرهان موجها بوضوح في هذه الحالة . وهو لا يأخذ على عاتقه مهمة اختبار دقة برهانه إلا في المرحلة الثانية من بحثه .

وفي هذا الاختبار الدقيق يبدو أن الرياضى يدعو كل الآخرين إلى التحقق من فكرته الخاصة ، فلا يعود الحدس الرياضى الذى يتحقق منه على هذا النحو ، فكرا فردياً بالمعنى الصحيح ، أى لا تتمثل فيه صفة طالما طالب بها أنصار الفكر الحدسى فى الفلسفة . وقد تبدو هذه الملاحظة مرتبطة بعلاقة فرعية ، وظهرية . للتفكير الرياضى . ولكن إذا كان الحدس الفردى فى حاجة إلى التحقق من صدقه حتى يمكن قبوله — ففى هذا ما يكفى لبيان طبيعته الحقيقية . فالحدس الرياضى لا بد من أن يتداول ، ومن الضروري أن يقبله مجموع الرياضيين قبولاً تاماً ، ومن الواجب أن يحكم عليه من خلال نقط اتصاله وارتكازه على النظريات الرياضية القائمة بالفعل .

وإذا كان من ضروب الحدس ما هو أساس لظهور بعض المشاكل الرياضية . وإذا كان منها ما يوحى بحلول لمشاكل معينة ، فلا يمكن مع ذلك تصور تفكير حدسى يستغنى عن الصياغة الشكلية الدقيقة . والمحق أن بين النظرات الحدسية والمناهج الدقيقة تأثيراً متبادلاً : فالتفكير القائم على الحدس فى حاجة إلى أن يؤكد ذاته ، وإلى أن يشيد بناءه عن طريق التفكير المقالى ، وهذا التفكير الأخير فى حاجة إلى استعادة صلته بالتأكيدات الحدسية . فإذا اقتصرنا ، كما فعل أحد الفلاسفة ، على القول بأن « التفكير الشكلى يستمد حياته من التفكير الحدسى » لما عبرنا بهذا إلا عن نصف الحقيقة . فمن الواجب أن يضاف إلى ذلك ، أن التفكير الحدسى يظل ، فى الوقت ذاته ، مرتبطاً بالتفكير الشكلى المقالى الذى يضمنى عليه اليقين والدقة .

وليلاحظ بوجه خاص أن « هناك بداهات تكون في بعض الأحيان خادعة إلى أبعد الحدود » ، على حد تعبير بوليجان Boulgand ولذلك ينبغي أن تكون الروح الجبرية algebrisme مرشداً للتفكير الذي يستند متسرعاً إلى البداهة الحدسية .

ولكن لا ينبغي أن يوصف الحدس عموماً بأنه قبول مباشر لكل بداهة تعرض للعقل . فهناك حالات يكون فيها الحدس « صادراً عن الروح النقدية بحق » : إذ قد يكون لدى المرء أداة جبرية موثوق منها ، ومنهج دقيق ، ومع ذلك قد يأتي حدس خصب فيشكلتنا في إمكان تطبيق المنهج « تطبيقاً آلياً » . وعندئذ يصبح الحدس دليلاً على حذر بالغ ، وعلى تفكير يقظ لا يثق بالحجج الاستدلالية التي تتشابه بطريقة آلية مفرطة . وقد اقترح بوليجان أن تسمى هذه الحدوس باسم « الحدوس المضادة » *contre-intuitions* ، ومن قبيلها حدوس الدالات المتصلة التي لا تحل محلها قيم .

ولكن إذا كانت هناك « حركة ذهاب وإياب بين ضروب الحدوس والروح الجبرية Aigebrisme » كما يقول بوليجان ، فمعنى ذلك أننا لا نستطيع القول بأن الحدس هو الخطوة الأولى حقيقية . فمن الممكن القول بأن إنشاء النظريات الرياضية يقوم « على أساس » حدوس ، ولكن هذه الحدوس ترتبط « بمعرفة » رياضية : وكلما اتسع نطاق المعرفة المكتسبة ، ازداد الحدس وضوحاً ، فالحدس الرياضي هو حدس أناس عارفين . والواقع أن ذلك الحدس الذي يبدو أنه يفرض علينا آفاقاً أو موضوعات « جديدة » ، إنما ينتج في حقيقة الأمر عن ألفة طويلة الأمد مع مفاهيم أعدها التفكير الشكلي الدقيق إعداداً طويلاً ، ومع نظريات أحكم هذا التفكير بناءها . « فالحدس لا يتدخل ابتداءً من معطيات عينية فحسب . . . بل سرعان ما يكتسب لدى الرياضي فاعلية في ظروف أوسع نطاقاً

من ذلك بكثير... فـالعالم الهندسة ، إذ يصبح أكثر « الفسة »
بـسـحيـات التي يدرسها ، ينتهي به الأمر إلى أن يكون لنفسه عنها
فكرة تعادل في وضوحها فـسـكرته عن الأشياء الحقيقية التي يحفل بها
العالم الخارجي . وعلى هذا النحو يتكون في بعض مناطق العالم
الرياضي ميل إلى إدراك علاقات ، عظيمة الدقة في أغلب الأحيان ،
وذلك عندما يكون كشف هذه المناطق قد بلغ حداً معيناً من
التقدم (١) . ونحن نؤكد هذه العبارة الأخيرة بوجه خاص ،
لكي نلح في بيان الطابع « الفني » للحدس الرياضي ، الذي يظل
مرتبطاً ارتباطاً وثيقاً بـتمكن الرياضي من المناهج ، وإلمامه الواسع
بالتفكير المقالي .

١٤ - حدس البديهيات :

حاولنا أن نبين مدى الارتباط والتكامل بين جوانب الحدس
والإجراءات المنضبطة في الرياضيات . ولكن قد يخطر اعتراض
بالذهن ، هو : هل يؤدي ظهور التفكير المرتكر على مبدأ
« البديهيات » إلى رفض الحدس رفضاً تاماً ؟ إنه لـيبدو أن وجود
مجموعة من البديهيات معناه أن المرء قد بلغ مرحلة من التجريد
لم يعد فيها أي مجال للحدس . والحق أن الرياضيين قد تصدر
عنهم تصريحات توحى إلى الأذهان الساذجة بمثل هذا الاعتقاد ،
وذلك كقولهم : « إنا لا ننكر أن معظم الصور الرياضية كانت
تحتوي ، في أصلها ، على عناصر حدسية محددة . ولكن من المحقق
أنها لما أُجردت من كل محتوى فقد أمكنها أن تكتسب هذا
التأثير العظيم الذي كانت تتطوى عليه في ذاتها بالقوة ، وهكذا

G. Baulgand : Les méthodes mathématiques.

Centre de documentation universitaire, 1948.

(١)

أصبحت قابلة للتعبير عن تفسيرات جديدة ، ولأداء وظيفتها في إعداد النظريات الرياضية » (١) .

فلنرجع لحظة إلى هذا التفكير الذى يعتمد على البديهيات ، والذى سبق أن أشرنا إليه : إن مهمة البديهيات لا تنحصر في مجرد تقنين الفروض والقواعد في نظرية رياضية خاصة ، بل إن نسق البديهيات لا يقتصر في الواقع على عرض البديهيات والمعاني الأولية الخاصة بنظرية ما ، وعلى دراسة مدى اتساق هذه البديهيات فيما بينها ، واستقلال كل منها عن الأخرى ، وإنما يسمى إلى فهم « السبب العميق » للاستدلالات المتسلسلة ، والكشف عن هيكل الاستدلال ، بغض النظر عن « طبيعة » الموضوعات التى تتدخل في النظريات الرياضية . وهو يجمع النظريات لأنها تعالج موضوعات رياضية لها طبيعة واحدة ، وإنما لأنها تكشف عن بناءات واحدة .

وكما يقول هنرى كارتان (٢) : « لفترض أن بديهيات نظرية رياضية ما قد اختبرت بصفة نهائية . وعندئذ ينبغي ألا تقتصر نظريتنا الرياضية على أن تكون تجميعاً جامداً للحقائق ، أعنى لفنتاج البديهيات ... فلكى تكون الرياضة أداة فعالة ، ولكى نستطيع ، نحن علماء الرياضة ، الاهتمام بها من أعماق نفوسنا ، فلا بد أن تكون تركيباً حياً ، ولا بد أن نرى فيها بوضوح تسلسل النظريات ، وأن نجعل فيها النظريات الجزئية . وفي هذه المحاولة بدورها نستعين بمنهج البديهيات الذى يزودنا بمبدأ للتصنيف » .

(١) Nicolas Baurbaki: L'architecture des mathématiques.
in «les grands Courants de la pensée mathématique»,
p. 47.

(٢) Sur le fondement logique des mathématiques, in
«Revue scientifique», Janvier 1943 p. 11

وفي هذا المجهود الذي يبذله الرياضي لاستخلاص بنىاءات النظريات ، حتى يقارن هذه النظريات فيما بينها ، ويكون منها مجموعات ، نجده يقوم بعمل « تجريدى » تماما . فعليه أن يتجرد من الحدوس العينية ، التي تجعل تفكيره خاضعا للمجالات الفردية الخاصة . وعليه ألا يقتصر على ثقافة محدودة تكفى بأمثلة جزئية ، أو حتى بنظريات خاصة ، بل يجب أن يصل إلى فهم « التركيب الهندى » للرياضيات ذاتها . ولكن دراسة الصور المجردة تدفعنا عندئذ إلى استخلاص أفكار عامة « موجهة » . وإذا كان في منهج البديهيات خروج على الحدوس العينية ، فمن المحقق ، مع ذلك ، أنه يكشف عن طبيعة الأشياء ، ويجعلنا نجيد فهم ماهية النظريات الرياضية ونحسن « رؤيتها » بوضوح كامل . « فالآن لم تعد الرياضة على الإطلاق ، كما كانت فيما مضى ، تأليفا آلياً محضاً بين صيغ منعزلة ، وقد أصبح الحدس الآن - أكثر من أى وقت مضى - يسيطر تماما على نشأة الكشوف الرياضية ، غير أنه أصبح منذ الآن يمتلك الوسائل القوية التي تمده بها نظرية الأنواع البنائية الكبرى ، وهو يسيطر بلمحة واحدة على مجالات هائلة وحد بينها منهج البديهيات *L'axiomatique* هوى المجالات التي يبدو أنه لم يكن يسودها من قبل سوى الاضطراب الشامل . فمنهج البديهيات المبني على المنطق البحت ، لم يكتف بأن جعل لعلمنا أساسا راسخا . بل أنه يتيح لنا إجادة تنظيمه وإجادة فهمه ، ويجعله أكثر غايلية ، ويستبدل بالحسابات أفكاراً عامة » (١) . ولكن ليست هذه علامة حدس أصيل يمكننا أن نسميه حدس التنظيم المجرد ؟

لئن فرى الآن إلى أى حد تكون التفرقة بين التفكير المقالى والتفكير القائم على الحدس فى الرياضيات تفرقة مضطمة .

فحتى في المجال الذي يبدو فيه أن الحدس قد استبعد ، نراه يعبود إلى الظهور بصورة قد تكون غير مألوفة ، ولكنها قوية إلى حد بعيد . وهكذا فبناء أكثر الأساليب الفنية الرياضية تجريداً يقتضى الالتجاء إلى أكثر ضروب الحدس خصوبة وعمقا .

١٥ - الحدس والنزعة الحدسية :

ينبغي ألا نطلق اسم « النزعة الحدسية » على كل نظرية في نقد المعرفة تؤكد دور الحدس في التفكير الرياضى ، إذ أن هذه الكلمة أصبحت اليوم مقتصرة على المذهب « الرياضى » لعالم رياضى هواندى معاصر هو « بروفر Brouwer » . وكما يقول « جونست Gonseth » : « إن النزعة الحدسية تقترح نظرية جديدة وتطبيقا عمليا جديدا للتفكير الرياضى » . وتعترف النزعة الحدسية بمعطيات ، هى بضعة مفاهيم ذات وضوح بديهي ، ويضع عمليات أساسية للفكر . وهى لا تقبل سوى المفاهيم الرياضية التى يمكنها أن تبين بالفعل عملية « تركيبها عن طريق هذه المعطيات » ، ويرى « بروفر » أنه لا يكفى أن نثبت عدم تناقض أحد المفاهيم حتى نسلم بصحته ، بل يجب أن نكون قادرين على تركيبه ، وذلك على حد التعبير الذى نصادفه على الدوام فى كتابات بروفر . فمذهب بروفر لا يكون إذن سوى « جزء » من الرياضيات الكلاسيكية فحسب . ففى بعض الحالات الخاصة المعقدة جدا والخاصة باللامتناهى ، قد يجد المرء قضايا ليست متناقضة (وبالتالي ليست باطلة) ولكنه لا يستطيع الجزم بصحتها - أعنى بما إذا كان من الممكن تركيبها بالفعل . فى هذه الحالات لا يمكن تطبيق مبدأ الثالث المرفوع . وعلى ذلك فلا يمكن فى رأى بروفر الاعتراف بصحة مبدأ الثالث المرفوع بصفة مطلقة . وإذن فهذا الموقف مرتبط برفض المنطق التقليدى ، ويقتضى منطقاً جديداً (صياغه تلميذ لبروفر هو : هيتنج Heyting) . ولكن النزعة الحدسية ليست منطقاً

بحسب جوهرها ، وإنما هي مذهب رياضي ، وفضلا عن ذلك فالمنطق في نظر بروفر ، شأنه في ذلك شأن كل لغة ، ليس دقيقا في التعبير عن النشاط الرياضي الذي هو حدسي في أساسه .

غير أن مذهب بروفر يظل مذهبا خاصا جدا ، وهو على هامش الرياضيات الكلاسيكية تماما .

رابعا — الهندسات اللاإقليدية

١٦ — المصادر الخامسة لإقليدس • هندسة لوباتشفسكي :

إذا أردنا توضيح بعض خصائص منهج البديهيات ، فلن نجد في ذلك خيرا من القيام بعرض سريع للهندسات اللاإقليدية . ولقد ذكرنا من قبل المحاولات المتعددة التي بذلت طوال عصور عديدة للبرهنة على مصادرة إقليدس القائلة بوجود خط مواز ، وخط واحد (وهي المصادرة الخامسة) . وفي مستهل القرن التاسع عشر « أدى الإخفاق العام إلى إثارة فكرة جديدة لدى علماء الهندسة ، بصورة تبلغ قدرا غير قليل من الدقة ، هي أن مسلمة إقليدس لا يمكن البرهنة عليها ، ومن الضروري أن نسلم بها دون برهان ، أو أن نسلم بأخرى تعادلها » (١) . وبالتدريج أخذت الآراء تتجه إلى رفض الفكر القائلة إن قضية إقليدس هي نظرية لم يكشف بعد برهانها ، فاعتبرت مصادرة حقيقية لا يمكن استنباطها من المصادرات الهندسية الأخرى . ولو تذكرنا معيار استقلال المصادرات الذي أشرنا إليه في القسم « ٥ » ، لفهمنا معنى محاولة المعالم الرياضي الروسي لوبا تشفسكي Lobatchevski (١٧٩٣ — ١٨٥٦) • فلوباتشفسكي قد بدأ بمصادرة مرتبطة ببقية مصادرات الهندسة

الإقليدية ، وهي تنحصر في قضية تناقض مصادرة إقليدس ، إذ تفترض أن من الممكن مد مستقيمين لا مستقيم واحد ، من نقطة خارج مستقيم . ومن هذا الأساس الأول ، استنبط نظريات عدة ، ونشر نتائج أبحاثه باللغة الروسية في مطبوعات جامعة قازان Kazan في عام ١٨٣٠ ، ثم نشرها باللغة الفرنسية في مجلة *Journal de Grelle* ١٨٣٧ . ولا شك في أن النظريات التي تكونت على هذا الأساس الجديد كانت تناقض نتائج الهندسة التقليدية . فقد تبين مثلا أن مجموع الزوايا الداخلية للمثلث لا يساوى قائمتين ، بل هو دائما أقل من قائمتين . ولكن لوباتشفسكى لم يعثر على تناقضات « داخلية » في البناء الذي شيده على أساس معدل . ولو وجد تناقض داخلي لكان في ذلك برهان على أن مصادرة إقليدس لم تكن مستقلة عن المصادرات الأخرى في الهندسة ، وأنه يمكن البرهنة عليها .

ولا شك أن اعتراضا يخطر بالذهن ها هنا : فمن الجائز أن لوباتشفسكى لم يسر في التركيب الذي شيده إلى الحد الذي يجعله يصادف التناقض الذي كان كفيلا بهدم نظرياته ، وكان في الوقت ذاته كفيلا بأن يأتي أخيراً ببرهان على مصادرة إقليدس بطريق « الخلف » .

غير أن هذا الاعتراض قد وجد الإجابة عنه في مؤلفات الرياضي الألماني « فيليكس كلاين Felix Klein » (١٨٤٩ — ١٩٢٥) والعالم الرياضي « بوانكاريه Poincaré » (١٨٥٤ — ١٩١٢) . فقد وضع كلاين « أنموذجا إقليديا » للهندسة اللاإقليدية . ووضع بوانكاريه « مجمعا » يمكن من ترجمة نظريات لوباتشفسكى بلغة إقليدية . وعلى ذلك ، فإذا كان من الممكن الاهتداء إلى تناقض في بناء هندسة لوباتشفسكى ، فإن « المجمع » يتيح تجديد هذا التناقض في بناء الهندسة الإقليدية . فمجال صحة الهندسة

اللاإقليدية يعادل في عمقه تماما مجال صحة الهندسة التقليدية ، أي الهندسة الإقليدية القديمة (١) .

وإذن فقد بين بوانكاريه التكافؤ التام بين الهندسة الإقليدية والهندسة اللاإقليدية عند لوباتشفسكى ، من حيث الصدق . ومن هنا يكون السؤال عما إذا كانت إحداهما أصدق من الأخرى ، سؤالاً أسمى وضعه . ولندع بوانكاريه يتكلم : « فما قولنا في هذا السؤال : هل الهندسة الإقليدية صحيحة ؟ ليس لهذا السؤال أى معنى ، بل هو لا يختلف عن التساؤل عما إذا كان نظام القياس العشرى صحيحاً والمقاييس القديمة باطلة ، وما إذا كانت إحداثيات ديكارت صحيحة والإحداثيات القطبية باطلة . إن أية هندسة لا يمكن أن تكون أصدق من الأخرى ، وكل ما يمكنها هو أن تكون أكثر يسراً Plus Commode على أن الهندسة الإقليدية أكثر يسراً من غيرها ، وستظل كذلك دائماً :

١ - لأنها هي الأبسط ...

٢ - ولأنها تتفق إلى حد غير قليل مع خصائص الأجسام الطبيعية ، وهى الأجسام التى تقترب منها أعضاء جسمنا ، وعيننا ، والتى نصنع منها ما لدينا من أدوات للقياس » (٢) .

ولقد كان لهذه الإشارة إلى اليسر دور كبير في بداية هذا القرن ، فرأى البرجماتيون فيها تأييداً لمبدئهم الفلسفى القائل إن الحقيقة تنصف بأنها قيمة للمنفعة ، ولليسر .

والحق أنه مهما كان لهندسة إقليدس من قيمة عملية تكاد تكون شاملة ، فمن الممكن فعلاً أن تظهر حالات تصبح فيها الهندسة

(١) نستطيع ان نهتمى الى اطراف من هذا المعجم في كتاب بوانكاريه المشهور : العلم والفرض La science et l'hypothèse ص ٥٧ .
(٢) المرجع نفسه ص ٦٦-٦٧ .

الإقليدية «أكثر» فلسفية وأبعد للبعين» الخاصة . فمعناها بدأت
 كمنهجية التسمية العامة لا ينشأ عن تطبيق ، بل من الممكن للتعبير
 عنها عن طريق هندسة أخرى (أي هندسة ريمان)
 بطريقة أكثر يسرا منها في هندسة إقليدس . وعلى هذا الإشارة
 إلى العسر لا يمكن أن تعدا بمعيار القيمة «العقلية» «والتجريبية»
 المطلقة-لهندسة لكل الهندسات .

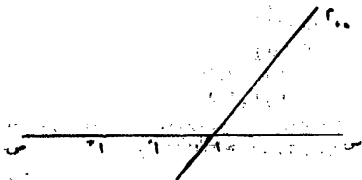
٧ - هندسة «ريمان» :

لقد أشرفنا منذ قليل إلى الهندسة الإقليدية عند ريمان Riemann
 (١٨٢٦ - ١٨٦٦) . وهذه الهندسة بدورها لا تقبل قضية إقليدس
 القائلة بوجود مواز واحد . وتتخذ هندسة «ريمان» بدلا من
 مصادرة إقليدس مصادرة أخرى تقول إنه لا يمكن رسم أى خط مواز
 لمستقيم : فأى مستقيمين على سطح معين يمكن أن يتقابل . والواقع
 أن سطح أية كرة (حين ننظر إليه دون أية إشارة إلى بعد ثالث)
 يمثل فيه مجال صالح للتوسع في هندسة ريمان ذات البعدين .
 فعلى مثل هذا السطح تكون الفكرة المناظرة للخط المستقيم في
 المسطح (١) الذى عرفه إقليدس ، هي دائرة كبيرة (وكما أن الخط
 المستقيم هو أقصر مسافة بين نقطتين على سطح واحد ، فكذلك
 الحال في الكرة ، حيث يكون الجزء من الدائرة المحصورة بين نقطتين
 هو أقصر مسافة بين هاتين النقطتين) . وواضح أن «المستقيم» عند
 ريمان (أى الدائرة الكبيرة) لا يمكن أن يكون له خط مواز (أى
 دائرة كبيرة أخرى) من نقطة على «السطح» (الكرة) خارجة عن
 هذا المستقيم . وفي هندسة ريمان يكون مجموع زوايا المثلث أكبر
 من قائمتين (إذ أن مجموع زوايا المثلث الكروى أكبر بكثير من
 قائمتين) .

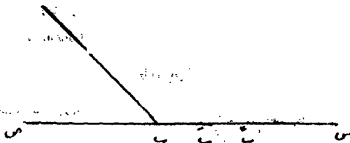
(١). يلاحظ الفرق بين سطح الكرة عند ريمان (Surface) والسطح
 عند إقليدس plan (المسطح)

١٨ - هل تتعارض مصادرة لوبانتشفسكى مع الحدس ؟

في هذه الإشارة إلى هندسة السطح الكروي نرى دليلاً علمياً « لنموذج » هندسة لاإقليدية في نظر الحدس . على أن معارضة الحدس الشائع قد تكون أعظم في بعض الأحيان . فكثيراً ما يبنى المرء تصور التعارض مع تجربة شائعة ، ومع هذا ليس معتاداً . ومع ذلك فيبدو من الممكن تبرير المصادرات الجديدة على أساس الحدس . وسنقدم فيما يلي تخطيطاً سريعاً لهذا العمل الذي يقوم به الحدس بالنسبة إلى مصادرة لوبانتشفسكى القائلة إن من الممكن أن يعد من نقطة خارج مستقيم مستقيمان موازيان لهذا المستقيم . فكيف يحاول المعلم ، في مرحلة تعليمية مبكرة ، أن يقدم فكرة الموازي ؟ نفرض نقطة م خارج المستقيم س س ، ونمد منها قاطعاً يقابل س س في أ ، وننتصور أننا نغير موضع هذا القاطع في نقطة أ ، ٦ ، ٦ ، ٦ ، وهي نقط تتباعد إلى اليسار بالتدريج ، ثم نقول إنه في النهاية ، عندما تبعد النقطة أ إلى ما لا نهاية ، يصبح القاطع موازياً للمستقيم س س .



وغنى عن البيان أننا لو كنا قد تناولنا القاطع م ب ، ومجموعة من النقط ب ، ب ، ب ، متباعدة نحو اليمين ، لأصبح لدينا خط مواز في النهاية عندما تبعد النقطة ب إلى ما لا نهاية في جهة اليمين .



واليك الآن ما اختاره إقليدس وما اختاره لوباتشفسكى . ففي رأى إقليدس أن الموازي المكون من نهاية القواطع على اليمين والموازي المكون من نهاية القواطع على اليسار ، هو مواز واحد . أما لوباتشفسكى ، فيرى أن هذين المستقيمين النهائيين هما موازيان يظلان متميزين في النهاية ، كما تميز مجموع القواطع اليمنى من مجموع القواطع اليسرى .

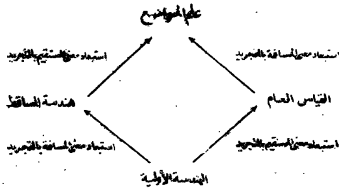
وبالاختصار فإن إقليدس يفترض فرضاً زائداً على لوباتشفسكى . وفي نهاية الأمر يتضح أن هندس لوباتشفسكى كان هو الأكثر حرصاً ، وهو الذي يضيف إلى الهندس الأصلي أقل إضافة ممكنة ، وهكذا ، فمتى أقلعنا عن الخلط بين الهندس وبين إحدى العادات ، ومنى تركنا للعقل حريته التسامح في الهندس ، فلن نستطيع القبول إن مصادرة لوباتشفسكى أقل اتفاقاً مع طبيعتنا من مصادرة إقليدس .

١٩ - تصدد الهندسات

وهناك دوافع أخرى متعددة للإكثار من الهندسات . ولكن قد يسمى المرء فهم الارتداد الحالى في المذاهب الهندسية ، إذا أغفل ما يتصف به التفكير الهندسي من وحدة وثيقة . فالهندسات التي تتباين فيما بينها تبايناً هاملاً ، يمكن أن تتلاقى مما على نحو ما ، وأن تتحد في مجموع محكمة متسقة من المذاهب .

ولكى نمطى فكرة عن هذا التنظيم المتسق للهندسيات ، نطالع على لوحة ظهرت في الكتاب القيم الذى ألفه لومسيان جودو

(١) Lucien Godeaux



فلنبدا بالهندسة الأولية ، وهى تتنظم نوعين من الأفكار : أفكار يدخل فيها معنى المسافة ، وأخرى يدخل فيها معنى الخط المستقيم . فإذا استبعدنا أحد هذين المعنيين أو الآخر عن طريق التجريد ، استطعنا الوصول إلى نظرتين أكثر عمومية .

فإذا جردنا معنى المسافة ، وصلنا إلى هندسة المسقط .

وإذا جردنا معنى الخط المستقيم ، وصلنا إلى علم القياس العلم . فإذا قمنا بجمع ذلك بتجريد معنى الخط المستقيم من هندسة المسقط وصلنا إلى علم الموائع . Topologie

كما نصل إلى علم الموائع هذا أيضا إذا جردنا القياس العلم من معنى المسافة . وهكذا يتمثل لنا علم الموائع - الذى كان يسمى من قبل بتحليل الموضع analysis situs فى صورة نظرية عالية فى العمومية ، لا تتدخل فيها سوى الخصائص الترتيبية الأساسية ordinates (فلما كانت الطوبولوجيا لا تتدخل معنى المسافة فى اعتبارها ، فلا مكان فيها للقياس mesure) . وكما يقول جودو

« Groupes » والطوبولوجيا ، من وجهة النظر العنصرية ، دراسة المسطحات والمجموعات المبردة ، ويكون المسطحان أو المنحنيان متكافئين في الدراسة الطوبولوجية : إذا أمكن تطبيق أحدهما على الآخر عن طريق تغيير شكله ، ولكن دون تمزيق أو تغطية . والطوبولوجيا ، رغم ما يبدو عليها من بساطة مردداً إلى تلك التجريدات التي أوضحتها ، علم رياضي عظيم الصعوبة ، لهذا كانت تجذب كثيراً من المشتغلين بالرياضة .

٢٠ - فكرة المجموعة :

من بين الأسس التي يقوم عليها تصنيف النظريات ، نجد أن لاعتبارات « المجموعات » الرياضية أهمية خاصة . فلنوضح بإيجاز فكرة المجموعة هذه .

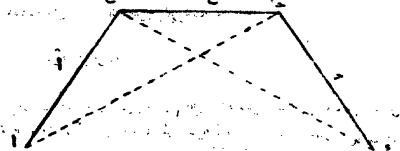
المجموعة هي طائفة من العناصر يمكن أن « تؤلف » حتى مثلي . على نحو يعيد تكوين أحد عناصر المجموعة . ولهذا التلخيص ثلاث خصائص :

١ - أولها أنه ترابطي associative : فإذا تأملت ثلاث عناصر أ ، ب ، ج ، ففى وسمى أولاً أن أولف بين أ ، ب ، ثم أولف بين نتيجة هذا التاليف الأول وبين ج ، ولكننى أستطيع أيضاً التاليف بين أ وبين نتيجة تاليف ب ، ج : وفى الحالتين أحصل على نتيجة نهائية واحدة .

٢ - يوجد فى المجموعة عنصر محايد (ويسمى أيضاً عنصر وحدة) . وتاليف عنصر محايد مع أى عنصر فى المجموعة يؤدى إلى تكوين هذا العنصر .

٣ - لكل عنصر فى المجموعة عنصر منظر له (ويسمى أيضاً مقابله) . والتاليف بين العنصر ونظيره يؤدى إلى العنصر المحايد .
فلنضرب لذلك مثلاً : هو نقلات أحد المسطحات . فإذا ألفنا بين

نقلتين (أ، ب) بدنه ب (ج) (أضربنا إجمالاً النقلتين بالتعاقب) استنتجت
لدينا نقطة هي أ (ج) (التي تؤدي بالنقطة أ إلى النقطة ج) .
١ - فإذا أجرينا ثلاث نقلات أ، ب، ج بحيث تصل النقطة أ إلى د
فإنه يستوى علينا أن نبداً من أ إلى ج ثم إلى د، أو من أ إلى ب
ثم إلى د .



٢ - النقطة المحايدة هي التي يمكن تسميتها بالنقطة المتعددة ، التي
تترك كل الأشكال ساكنة على ما هي عليه .
٣ - كل نقطة تناظرها نقطة متماثلة معها : فلو تأملنا أ ب ، لوجدنا
النقطة المناظرة هي ب أ . والتأليف بين هاتين النقلتين المتناظرتين
يؤدي بنا إلى النقطة أ ، التي كنا قد بدأنا منها . فنتيجة هذا
التأليف هي النقطة المحايدة كما عرفناها من قبل .
وإن فتتقاتل المسطح تكون مجموعة .

ونلاحظ - على هامش هذا الموضوع - أننا قد عرفنا خلال
العرض نظاماً للبيدييات بطريقة مجردة تماماً : وهو نظام البيدييات
القائم بالمجموعات ، والذي ضربنا له مثلاً ملموساً ، هو مجموعة
نقلات المسطح .

أما الهندسة الأولية ، فتتضمن لمجموعة التغيرات والتشابهات ،
وهذا التعبير المجرد يفسر تجربة شائعة : فمن الممكن تغيير موضع

شكل دون تغيير الشكلية ذاتها، وهو المكنى بزيادة أو نقصان أبعد شكل بنسبة واحدة، دون تغيير خصائصه الهندسية، والذي يدهش في الأمر أن هذه الأوصاف المتطابقة تكفي للدلالة على ماهية الهندسة الأولية. فإذا ما انتقلنا من الهندسة الأولية إلى مذهب هندسي آخر، كالطوبولوجيا مثلاً، ونجسنا مجموعة أخرى، ففي حالة الطوبولوجيا، يجب فحص مجموعة تسمى بالمجموعة « المتماثلة الأشكال » *groupe des homéomorphies* وتلك هي مجموعة التغيرات الزوجية المتناظرة والمتصلة، أعني مجموعة التغيرات التي تجعل شكلين يتناظران نقطة نقطة مع بقاء جوارهما مستمرا.

وفكرة المجموعة لا تكفي بأن تسود الهندسة. بل إن الميكانيكا التقليدية تفحص لمجموعة معادلات لورنتس *Lorentz*.

وهذه الفكرة، التي تبدو يمثل هذه البساطة في ظاهرها، قد احتدى إليها شاب فرنسي عبقري قُتل في مبارزة وهو في العشرين من عمره، هو إيفارست جولوا (Evariste Galois) (1811 - 1832).

وقد طبق « جولوا » هذه الفكرة على حل المعادلات الجبرية، وثبت من بحثه الأخير الذي كتب في الليلة السابقة على المبارزة، أن جولوا قد أدرك ما في استخدام المجموعات في الجبر من خصوصية عظيمة. والواقع أن فكرة المجموعة، ومعها بعض المعاني الأخرى المتشابهة (مثل معنى الجسم والطلق الدائرية...) فكرة أساسية في الرياضيات الحديثة: « فنظرية المجموعات هي، بمعنى ما، الرياضة مجردة من مادتها ومردودة إلى صورتها المحضة » (١).

(١) أورده فريبه Gustave Verriest في كتابه *Les nombres et les espaces*. éd. Colin p. 94

الاعداد السالبة والاعداد الكسرية

٢١- تماثل الأعداد الصحيحة لـ ١

أوضحنا في الفصل السابق كيف نشأت فكرة العدد ، فربما نرى العدد كأن ينحصر في إيجاد تناظر بين مجموعتين (بحيث يرتبط شيء من إحدى المجموعتين بشيء من المجموعة الأخرى) . فإذا أمكن إيجاد مثل هذا التناظر حتى تستنفد كل الأشياء في المجموعتين في وقت واحد ، أمكن القول إن عدد الأشياء في المجموعتين واحد .

ولكن لا يمكن معرفة العدد معرفة صحيحة ، إلا إذا استطاع المرء الوصول إلى التناظر بين الأشياء وأسماء الأعداد ، ثم إلى المعنى المجرد للعدد . وسرعان ما تتكون في الذهن فكرة السلسلة غير المحددة من الأعداد الصحيحة ، ويفهم المرء كيف يستعمل النظام الرقمي دون أن يقف عند حد ، عندما يدرك أن عملية الوصول إلى الرقم التالي لعدد معين بإضافة واحد ، يمكن أن تستمر على ما هي عليه ، إلى ما لا نهاية . لهذا يمكن القول إن السلسلة غير المنتهية للأعداد الصحيحة الموجبة تتبدى لدينا في حدس بسيط .

٢٢- الأعداد السالبة والأعداد الكسرية :

لفحص سلسلة غير محددة من الأعداد الصحيحة الموجبة ١ ، ٢ ، ٣ ، ... — — — ن . فإذا أخذنا أي اثنين من هذه الأعداد ، أمكننا دائماً أن نجمعها فتكون النتيجة التي نحصل عليها هي دائماً عدد في السلسلة م . ولكننا إذا نظرنا إلى حالة الطرح ، وجدنا أن هناك حالات لا يعود فيها الطرح ممكناً . لهذا أدت الرغبة في المضي في عملية الطرح دون أي عائق ، إلى وضع مفهوم العدد السالب ، وبالتالي إلى زيادة سلسلة الأعداد عن طريق الأعداد السالبة ،

كما نوت استعانة المبررة بطرية القسمة جون باق بين الأعداد
للصحيحة في الحالات معينة وعلى التوسيع في فكرة الممدد، عن طريق
خلق الأعداد السكرية . وكما نرى في الرياضيات رسول بيسرول
Paul Dubreil في وجهته عن الجور . في الشكل الأعداد التي
تبار عن طريق مورد تحليل مورد تحليل لفكرة العملية ، أهمية
قصوى (١) .

١٣ - الأعداد الجبرية rationnels والأعداد الصماء irrationnels

فلنقصر الآن امتدادات الممدد كما تظهر عندما نستخدم الممدد
للتعبير عن نتائج القياس mesure : فقياس بُعد معين (وليكن
قياسه ، على بُعد آخر يُتخذ وحدة . وعندما جاول الفيزيائيون
قياس طول المربع ، متخذين وحدة القياس من طول نحصل عليه
بتقسيم ضلع المربع أقساماً متساوية ، أدركوا أن القياس في هذه
الحالة لا يمكن أن يتم « بدقة » وهكذا تبين أنه لا يوجد قياس
مشترك بين طول الضلع وطول القطر ... فلم يكن من الممكن
الاهتداء إلى « مقياس مشترك commune mesure » بين هذين
المستقيمين اللذين يتمثلان في شكل بسيط جداً .

ولقد كان في ذلك « إخفاق » لتطبيق العدد على قياس الأبعاد .
ومع ذلك ، كان من الضروري البحث عن « كيان » رياضي للتعبير
عن « العلاقة » بين هذين الطولين اللذين تبين عدم وجود مقياس
مشترك بينهما . ولما كان للرياضيون قد نظروا دائماً إلى الأعداد

(١) Paul Dubreil : *Algèbre, Géométrie* — Villars 1948 p. 24

ويطلب التوفيق بين الاستعداد . يتجلى مع الفكرة الحديثة عن المساواة
للجدا : « مفهوم المساواة الجبرية يتناول على الأقل بأن هذه المساواة
ممكنة دائماً . أي أن لكل زوج « هـ » لا يساوي « هـ » من العناصر
في مجموع معين . تظهر النتيجة « هـ » التي تنتمي إلى نفس هذا المجموع .

الصحيحة ، على أنها واضحة بطلية أمام العقل ، ولما كان من الممكن القول بأن الأعداد الكسرية ترجع إلى الأعداد العنصرية (بوضعها علاقة بين عمدين صحيحين) فقد كان من الطبيعي أن يطلق على مجموع الأعداد الصحيحة والكسرية (الموجبة والسالبة) اسم الأعداد الجذرية (١) . أما الكيانات الجديدة التي لا يمكن التعبير عنها بأعداد جذرية ، فقد سميت « صماء » .

إذا رجعنا إلى النظرية الأساسية في قطر المربع ، لوجدنا أن الممدد الأصم الذي صادفناه كان $2\sqrt{2}$ ، إذا اتخذنا من ضلع المربع وحدة (٢) . ولنقل ثانية إن هذا العدد لا يمكن أن يوضع في صورة كسر (وهو الممكن حسابه باستخراج الجذر التربيعي ، ولكن الحساب يظل تقريبيا على الدوام) .

وبهذه الإشارة إلى الجانب التاريخي ، وضحا كيف ظهرت فكرة الأعداد الصماء في الهندسة . ولكن دورها في الجبر واضح . فالجذر $2\sqrt{2}$ هو جذر المعادلة $x^2 - 2 = 0$ صفر . ونستطيع كتابته عدد لا متناه من المعادلات تكون جذورها كلها أعدادا صماء .

وهكذا نرى أننا إذا أردنا حل كل المعادلات الجبرية ، وجب علينا التوسيع في عتادنا العددي . فهناك حلول مغينة لمعادلات جبرية تعبر عنها أعداد صحيحة وكسرية . وهناك حلول أخرى تعبر عنها

(١) يلاحظ أن ترجمتها الحرفية هي : الأعداد «المقولية» ، كما يلاحظ أنه أشار قدامس هذه الجملة إلى أثر هذه الأعداد على «العقل» ، وذلك لتوضيح اشتقاق اللفظ . (المترجم)

(٢) قطر المربع هو وتر مثلث قائم الزاوية ضلعاه هما ضلعاه المربع ، ولما كان مربع الوتر في المثلث القائم يساوي مجموع مربعي المنهنيين على الضلعين الآخرين ، فافترضنا إذا افترضنا أن طول ضلع المربع (١) ، كان عرضه (١) أيضا ، وكان مجموع مربعي الضلعين (المساويين) $1^2 + 1^2 = 2$ ، الذي يساوي مربع الوتر ، فيكون طول الوتر $\sqrt{2}$ ، وهو $2\sqrt{2}$ ، وهو المطلوب . (المترجم)

أعداد صماء (ووليهود هذه الأعداد الصماء راجع إلى أن الأعداد الصحيحة والكسرية ليست كلها مربعات كاملة) ، وإذن فليضمن وحدة التفكير الجبري ، يجب أن نجتمع في نمق واحد بين مجموعة الأعداد الصحيحة ، والكسرية والصماء ، مثل $\sqrt{2}$. ولما كانت كل الأعداد الصحيحة والكسرية والصماء ، كما عرفناها الآن ، يمكن تصورها حلولاً لمعادلات جبرية ، ترتب على ذلك أنها تندرج جميعها تحت اسم واحد هو الأعداد الجبرية .

٢٤ - الأعداد العالية :

ومع كل ذلك فما زلنا بعيدين عن الوصول إلى كل السكيات الضرورية لدراسة الكم دراسة عامة . فهناك نقط على محور السينات لا يمكن تحديد نقطها البيانية عن طريق أى عدد من الأعداد التي أشرنا إليها حتى الآن . وهناك أعداد ليست حلا لأية معادلة جبرية . وتسمى بالأعداد العالية *transcendants* (العدد π مثلا عدد عال : إذ ثبت أنه لا يمكن أن يكون حلا لمعادلة جبرية) . ولما كانت كل الأعداد الجذرية (الصحيحة أو الكسرية) حلا لمعادلات جبرية ، فقد وجب أن تكون الأعداد العالية أعدادا صماء . فبالأعداد الصماء إذن نوعان : أعداد صماء مثل $\sqrt{2}$ ، وهي أعداد جبرية ، وأعداد صماء مثل π ليست جبرية . ومن ثم كانت عالية حسب تعريفها .

والأعداد الجبرية والأعداد العالية تكوّن مجموع الأعداد المسماة بالحقائق *réels* . ومن الممكن وضعها كلها مرتبة في مستقيم واحد ، ويكون مجموع هذه الأعداد هو مجموع كل فقط المستقيم . وهي كلها تتساوى في أنها الخواص للعدا . ومع ذلك فإنها كانت الأعداد

الأستاذ الرياضي ثراء بهذه الموضوعات الجديدة (١).

٢٥ - الأعداد الخيالية :

يبين الجبر في الأعداد الضمنية إلى جانب الأعداد الحقيقية :
وهي تظهر بدورها لتعميم القضايا . فإذا تأملنا مثلا المعادلة
 $x^2 + 1 = 0$ = صفر كان علينا أن نستخلص الجذر التربيعي
لعدد سالب ، وعندئذ نقول إن المعادلة ليس لها جذر حقيقي . ومع
ذلك غفى وسعنا أن نتصور إمكان حل هذه المعادلة إذ قلنا بفكرة
العدد الخيالي . غير أن المسألة في هذه المرة ليست امتداداً لفكرة
العدد بالمعنى الصحيح : إذ لا يمكن تصور العدد الخيالي بأنه نقط
على خط مستقيم ترتب عليه كل الأعداد الحقيقية ، بل إن العدد
الخيالي هو في الواقع تنظيم لعددتين حقيقيين . ويجب ألا يعبر عنه
بأنه نقطة على مستقيم فحسب ، بل على أنه نقطة على سطح .
وهنا تغيير كامل للمعنى الأساسي للعدد ، وهو تغيير يزيدنا شعوراً
بحقيقة مجموع الأعداد الحقيقية (أي الأعداد الجبرية والأعداد
العالمية) .

٢٦ - فكرة اللامتناهي - فكرة القسوة :

وبعد هذا العرض السريع للامتدادات المتعاقبة لمعنى العدد ، يجب علينا أن نفسح مكاناً لامتداد متطرف ، وأن نخبر بليجاز مسألة « العدد اللامتناهي » . والواقع أن الرياضة الحديثة قد أدركت ضرورة استبدال فكرة جديدة بفكرة العدد لحل مسائل تتعلق بمجموعات من الأشياء « لا نهائية لعددتها » . وتلك هي فكرة

(١) 131 عدنا إلى استخدام تعبيرات ظهرت ذاتها . أمكننا أن نسمى منهج أنخال معنى المحدد الحقيقي بالانحياز التكويني génétique . فإذ أعني للمحد الحقيقى ينتج عن طريق امتدادات متعاقبة لعنى المحدد الإصحاح . ولكن من الممكن اعتبار معنى المحدد الحقيقى مبالغة عن طريق مناهج التفاضلات السببية . فبعد هذا القول عن طريق خصائص التفكير في نسي من البصير .

« القوة » : تسمى الفئلت اللامتناهية من الأشياء باسم المجموعات
ensembles . ودراسة المجموعات مبحث أصبحت له أهمية قصوى
مهداً ما يقرب من قرن من الزمان . ويسمى الرياضيون الباحثون
فيه باسم المجموعيين ensemblistes .

فعلنى أى نحو تبدو فكرة قوة مجموعة لامتناهية ؟ يقال عن
المجموعتين إن لهما نفس القوة إذا أمكن وضع تناظر بينهما عنصرا
عنصرا (أى تناظر فردى بين كل زوج) .

فكما أن العدد قد استمد معناه من أن فئتين متناهيتين تتفقان
فى العدد ، فكذلك تستمد القوة معناها من أن مجموعتين لامتناهيتين
لهما نفس القوة .

ونقول بعبارة أخرى إن معنى العدد لا يصلح لدراسة مجال
اللامتناهى ، بل ينبغى أن نستعين فى هذه الدراسة بفكرة القوة .
وهى فكرة توسع معنى العدد ، وتستخدم مع ذلك فكرة التناظر
واحداً واحداً ، التى نجدها فى أساس بناء الحساب ذاته .

فلننظر بالأمثلة إلى تطبيق فكرة القوة . ولنفحص مجموع حواصل
الضرب فى ٣ ، ومجموع حواصل الضرب فى ٥ . فإذا كنا بصدد عدد
متناه ، أى الأعداد المسائة الأولى مثلا ، كان عدد حواصل الضرب
فى ٥ أقل بطبيعة الحال من عدد حواصل الضرب فى ٣ . ولكن إذا
قارنا المجموعات اللامتناهية عن طريق فكرة القوة ، وجدنا أن
المجموعتين (حواصل الضرب فى ٣ وحواصل الضرب فى ٥) لهما
نفس القوة ، التى تساوى بالقياس قوة مجموع الأعداد الصحيحة ،
وهى القوة الأساسية المسماة بقوة « الحدود dénombrable » .
ويكفى أن نضع ٣ ، ٥ « بوضعها حواصل » لكى نبين أن من الممكن
إيجاد تناظر بين هذه المجموعات الثلاث حداً حداً :

$$\begin{array}{ccccccc} ٠ & ٠ & ٠ & ٠ & ٠ & ٠ & ٠ \\ ٠ & ٠ & ٠ & ٠ & ٠ & ٠ & ٠ \\ ٠ & ٠ & ٠ & ٠ & ٠ & ٠ & ٠ \\ ٠ & ٠ & ٠ & ٠ & ٠ & ٠ & ٠ \end{array}$$

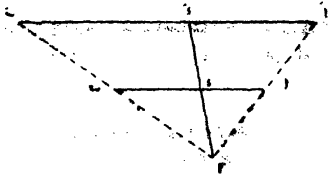
وليس من العسير أن نثبت أن مجموع الأعداد الكسرية يساوي هو الآخر قوة الممدود . بل من الممكن أن نثبت بها أمرا آخر أصعب ، وهو : أن مجموع الأعداد الجبرية (التي تشمل ٠ إلى جانب الأعداد الصحيحة والكسرية ، على أعداد مثل $\sqrt{2}$ ، $\sqrt{3}$ ، $\sqrt{4}$ ، $\sqrt{5}$) له هو الآخر قوة الممدود .

ولقد كان لاستبدال فكرة القوة بفكرة العدد قيمة تنظيمية كبرى في بحث مشاكل اللامتناهي العددي . وعلينا أن ننتبه جيدا إلى هذه القيمة . والحق أن الفكرة هنا ليست عسيرة ، بل إن كل فيلسوف يريد أن يظل على صلة بالمشاكل الحديثة يستطيع أن يفهمها دون عناء كبير .

أما مجموع الأعداد الحقيقية (وبالتالي مجموع نقاط المستقيم) فيجب أن نبحث له عن قوة أخرى . فهذا المجموع ليست له قوة الممدود ، بل قوة الكم المتصل التي سوف نفحصها الآن .

فلنفحص جزءا من مستقيم طوله AB ، وجزءا طوله مضاعف هو $A'B'$. ففي كل منهما بطبيعة الحال عدد لامتناه من النقاط ، ومع ذلك فإذا أردنا مقارنة هاتين المجموعتين اللامتناهيتين من النقاط ، كان الجواب المتسرع هو أن نقط $A'B'$ ضعف نقط AB ، ما دام طوله $A'B'$ ضعف طول AB . ولكن لتتصور المستقيمين كما في الشكل التالي فمن الممكن أن تؤدي قواطع MD إلى إيجاد تناظر بين كل نقطة من AB وبين نقطة واحدة فحسب من $A'B'$ ، وبالعكس . وهكذا نجد أن مجموع AB ومجموع $A'B'$ لهما نفس القوة ، وهي القيمة

للجماعة بقوة المتصل . وليس هذا البرهان حديثاً بل إنه يظهر في كتاب دأويلر Euler (١) : « رسائل إلى أميرة الملقية » .



على أن فكرة القوة هذه ، التي ثبت أن لا غناء عنها في دراسة المجموعات اللامتناهية ، قد تحير الحدس . ولنضرب لذلك مثلاً : فلنتصور جزءاً من خط مستقيم أ ب ، ونقسمه إلى ثلاثة أجزاء متساوية ، ثم نمحو الجزء الأوسط . ثم نعيد عملية التقطيع في الجزئين ، ثم في أجزاء الأربعة الباقية ، وهكذا دواليك . قد تظن أن عمليات البتر هذه ، التي تتوالى إلى ما لا نهاية ، تؤدي إلى تناقص عدد نقاط أ ب بسرعة كبيرة . ولكن لنقل مرة أخرى إن فكرة العدد لا تصلح للتعبير عن عناصر المجموعات اللامتناهية . ويثبت الرياضيون أنه على الرغم من هذا التناقص غير المحدود ، يتبقى من المجموع الأول أ ب نقاط تكفي لسكى يكون المجموع الباقي مساوياً على الدوام لقوة المتصل .

ويصادفنا أمر آخر يدعو إلى الدهشة إذا تابعنا الرياضى في تقديره لقوة مجموع نقاط المسطح . فقد أوضح الرياضى الإيطالى

(١) ليونارد أويلر (١٧٠٧ - ١٧٨٣) عالم رياضى وفلكى سويسرى مشهور ظهرت له أبحاث عظيمة القيمة خلال القرن الثامن عشر (المترجم).

« بوسانو Pagan » توكيب المسمى الذي يمر بجميع نقط المربع .
ولساكن مجموع المنحنى له قوة التصل ، فلا يند أن نستنتج إلى
أن مجموع نقط المسطح له نفس القوة بالضغط .

والحق أننا إذا أردنا توضيح أهمية فكرة القوة هذه في الأبحاث
للدائرة حول ظواهر اللامتناهي ، فربما وجب أن نأتي بأمثلة أخرى
متعددة .

ولكن الأمثلة التي أوضحناها تكفي في بيان العمل الضخم لضروب
الحدس . التي تظل تصحح على الدوام عن طريق إنتاج العقل لأفكار
جديدة أخرى ، وهي أفكار أصلح من الصور الأولى التي كوَّنت
في حدس مقصرع .

الفصل السابع

العلوم الطبيعية

تتصف العلوم الطبيعية الحديثة بتطبيقها للرياضيات على معرفة الطبيعة ، تبعا لفكرة عبر عنها ديكرت ، وإن كان تحقيقها يرجع إلى كبار وجاليليو . وفيما بعد طبق « لافوازييه » هذه الفكرة على الكيمياء .

ومن الممكن رد مناهج هذه العلوم إلى ثلاث عمليات متتالية :

١ — تحديد الوقائع ، الذي لا ينحصر في مجرد ملاحظتها بدقة ، حتى لو كان ذلك من طريق آلات التحليل ، والتكبير ، والتسجيل ، بل ينطوي على قياس وقائع مختارة ، وتفسير هذا القياس وتصحيحه .

٢ — البحث عن القوانين ، أى عن العلاقات الضرورية التي تصدق بصفة عامة ، والتي تربط الوقائع بعضها ببعض . وليس هذا البحث قراءة بارعة للوقائع ، كما ظن « جون استيوارت مل » ، بل هو إبداع حقيقى . ومن الممكن تصنيف الأنماط الرئيسية للابداع التجريبي .

٣ — التحقق من صدق القوانين ، أو التجريب ، وهو اختبار الفكرة عن طريق وقائع ينتجها المرء أو ينتبأ بها . ويقال عن هذا التحقيق — تبعا لاصطلاح بيكن — إنه حاسم crucial

إذا كان يتخذ صورة برهان الخلف ، الذى نصل إليه بحذف الفروض الباطلة . ولكن هذا الهيئ لا يؤدي إبدأ إلى نتيجة دقيقة منطقيا .

واخصب اجزاء المنهج التجريبي هو « الفرض » ، الذى يخترع من أجل تفسير الوقائع بقانون سوف نتحقق من صدقه تجريبيا . والطبيعة الرياضية فرضية استنباطية ، شأنها فى ذلك شأن العلوم الرياضية ، وكل ما فى الأمر أن البرهان فى هذه العلوم الأخيرة يأتى عن طريق الاثبات الاستنباطى ، أما فى الأولى فالاستنباط يبحث عن البرهان فى الوقائع .

أولاً - نظرة إجمالية

١- ضرورة التفرقة بين الجانب النظرى والجانب العلمى ، وبين العالم
والهئس :

تقوم حضارتنا المادية على أساس الصناعة العلمية ، وهى تحقق
بذلك حلما طاف بذهن « ديكارت » .

فقد أكد ديكارت أنه « بدلا من هذه الفلسفة النظرية التى تعلم
فى المدارس ، يمكن الاهتداء إلى طريقة تتيح لنا - متى عرفنا قوة
وآثار النار والماء والهواء والنجوم والسموات وجميع الأجسام
الأخرى المحيطة بنا ، بمثل الدقة التى تعرف بها مختلف مهن الصناع
لدينا - استخدام جميع هذه القوى فى كل الاستعمالات التى تصلح
لها . وبهذا تصبح سادة مسيطرين على الطبيعة (١) » .

ولكن من الضرورى أن نميز فى ضروب التقدم التى أحرزها عصرنا
بين دور العلوم بمعناها الصحيح ، ودور الأساليب الفنية (التكنيك) .
ولهذا الفصل بين المجالين أهمية بالنسبة إلى مناهج البحث العلمى
أولا ، وبالنسبة إلى الأخلاق ثانياً وعلى وجه أخص . ذلك لأن من
الجائز أن يكون الحكم الذى تصدره على مدنييتنا إذا تأملنا النتائج
العلمية التى وصلت إليها ، مختلفا كل الاختلاف عنه إذا تأملنا
التطبيقات الصناعية التى استخلصتها من العلم ، وخاصة لأن هذه
التطبيقات الصناعية لم تصدر كلها عن العلم مباشرة ، بل الأمر أبعد
من أن يكون كذلك .

وعلى أية حال ، فالعلم يستهدف المعرفة : إذ يحصى العالم الذرات
ويقيس أبعاد النجوم ، ويحسب عمر الأرض . أما القائمة بالتطبيق

الإنسان وقوته ، وذلك باستخدام النتائج التي توصل إليها العلماء في معاملهم في أغلب الأحيان . فالتعيز بين الاثنين واضح كل الوضوح .

والذي يهمنا وهذه هنا هو العلم بمعنى الكلمة .

حقاً إن من العسير أن نفصله عن الأساليب الفنية فصلاً تاماً : إذ أن المصنع يشتغل من أجل العمل ، بمعنى أنه يزوده بأجهزة عديدة (كالآلات الكهربائية والعدسات الفلكية) — وهي أجهزة يحتاج صنعها إلى مقدرة صناعية غير ضئيلة . وفضلاً عن ذلك فالمصنع هو — بمعنى ما — معمل ضخمة للتحقيق التجريبي . وللكشف في كثير من الأحيان . فإذا كنا على يقين من صحة العلم . فإن قدرنا كبيراً من ذلك اليقين يرجع إلى أن ذلك العلم قد ثبتت صحته بالتطبيقات الصناعية . فالقوة تثبت العلم — ولكن العلم ليس هو القوة .

٢ — الفلك ، وعلم الطبيعة ، والكيمياء :

سوف نفرق ، بناء على المصطلحات التقليدية ، بين علم الفلك وعلم الطبيعة والكيمياء ، وإن يكن من المحال أن ننسب إلى هذه التفرقة قيمة مطلقة ، فنحن نعلم أن هذه العلوم الثلاثة قد أصبحت متداخلة في أيامنا هذه .

ومع ذلك فسوف تصبح نظرتنا إلى علم الطبيعة الرياضي أكثر وضوحاً إذا ما عدنا بها إلى الوراء قليلاً ، أي إلى العهد الذي كان علم الفلك وعلم الطبيعة والكيمياء فيه علوماً متميزة . وكما قال ديكارت : « فإننا ندرك طبيعة هذه العلوم على نحو أكثر يسراً إذا تأملناها وهي تظهر على هذا النحو شيئاً فشيئاً ، مما لو تأملناها وهي تامة كاملة » .

١ - فعلم الفلك الرياضى قد كسفه اليونانيون ، وقد أراد
 فيلاتون نفسه أن يحوله إلى نوع من الميكانيكا السماوية (١) .
 والواقع أن مشكلة التفسير الفلكى بالنسبة إلى اليونانيين كانت تقتصر
 على افتراض وجود حركات « حقيقية » أرادوا أن تكون دائرية
 مطردة ، حتى يمكن تفسير المظاهر البادية في السماء ، لأن الدائرة
 التي تعتبر بحركة مطردة كانت تبدو في نظرهم الشكل الميكانيكى
 الوحيد الذى يمكن أن يعقل حقيقة . ولا شك أن ميتافيزيقا
 (الفرجار) هذه - إذا أُجيز لنا هذا التعبير - كانت ضيقة الأفق
 إلى حد ما ، ولكن توجيهها كان صحيحاً إلى حد بعيد . ثم أدى
 تقدم الهندسة إلى تقم علم الفلك . فعندما أصبح الشكل
 البيضاوى مقبولا تماماً ، على غرار الدائرة ، وعندما أمكن تحويل
 عدد كاف من الأقواس بعضها إلى بعض ، عندئذ حدث ما يسمى
 بانقلاب « كبرنك » وأمكن الاحتذاء إلى قوانين كبلر . وإنا لنعلم
 أن كبرنك (١٤٧٣ - ١٥٤٣) قد اقترح في كتابه المسمى بالدورات
 السماوية Les révolutions célestes (والذى ظهر في نفس العام
 الذى توفى فيه) تغيير أساس ملاحظتنا الفلكية ، وذلك بأن تصح
 الشمس مركزاً رياضياً للكون بدلاً من الأرض . وقد صاغ كبلر
 للقوانين الثلاثة التى تخضع لها حركة كوكب المريخ حول الشمس ،
 ثم طبقت هذه القوانين خلال القرن السابع عشر على جميع
 النجوم وتوابعها . كما استدل كبلر الملاحظات الدقيقة التى قام بها
 أستاذ « تيكوبراى Tycho-Brahé » .

٢ - كان اليونانيون لا يكادون يعلمون شيئاً عن علم الطبيعة
 الرياضى (بمعناه الضيق) ، هذا إذا استثنينا علم الصوت الرياضى

الذى درسها الفيلسوفون باسم « علم توافق الأصوات » (١) . وكانوا يعتقدون أن عالم فوق القمر هو وجوده الذى يتمثل فيه النظام والقوانين ، والحكمة . وأن العالم الأرضى أقرب إلى الفوضى ، وأن هنا كان لديهم علم فلك عظمى ولم يكن لديهم علم طبيعى .

ولقد تفرع علم الطبيعة الحديث عن الميكانيكا القديمة ، وعلم الفلك لدى كبرنك . فى آن واحد . وكان جاليليو (١٥٦٤ - ١٦٤٢) هو الذى حدد صورته عندما وضع قوانين سقوط الأجسام ، ووضع « ديكارت » أسس علم الضوء عندما صاغ (فى وقت واحد مع الأستاذ الهولندى سنليوس Snellius) قانون الانكسار (فى بحثه : انكسار الضوء Dioptrique عام ١٦٣٧) . وأصبح علم الكهرباء ، الذى كانت تدخله عناصر الدجل والتهويش ، وربما التصوف فى القرن الثامن عشر ، علماً عقلياً رياضياً فى القرن التاسع عشر ، لى يد كولومب Coulomb .

٣ - أما الكيمياء الحديثة فقد بدأت على يد لافوازييه (١٧٤٣ - ١٧٩٤) . وكثيراً ما يظن أن « الانقلاب الكيميائى » الذى قام به لافوزييه ينحصر فى تحليله للهواء والماء . ولكن فى هذا غيباً له . إذ لن يرفع ذلك من قدره فوق « شيله Scheele » أو « بريستلى Priestly » مثلاً . وإنما يرجع إليه الفضل فى الكشف عن الوسيلة التى تصبح بها الكيمياء رياضية ، ولهذا عرف العنصر الكيميائى تبعاً لثبات الوزن فحسب .

ثانياً - منهج علم الطبيعة
٢ - قواعد « جون استيوارت مل » لا تفسر هذا المنهج :

سيطر على منهج علوم الطبيعة مدة طويلة وصفت خاطيء يرجع إلى جون استيوارت مل (١٨٠٦ - ١٨٧٣) ، الذى عرضته في كتابه عن المنطق (١٨٤٣) (١) . فلنوضح عنصر البطلان فيه ، لنسكى نستخلص وجه الصواب في ذلك المنهج العلمى .

فلقد نشأ « مل » في جو عقلى مشبع بروح المذهب التجريبي الانجليزى . على أن خطأ المذهب التجريبي يكمن في اعتقاده أن التجربة تقوم على أساس الإحساس الذى هو سببى تماما . ولكننا سبق أن أوضحنا أن الإدراك انصى بعيد عن الإحساس كل البعد . إذ هو ينطوى على قدر غير قليل من التنظيم العقلى . فماذا نقول عن التجربة العلمية ؟ إن هذا الخطأ يرجع إلى خطأ آخر ، ينحصر في اعتقاده أن الإحساس . أو بمقابلة أدق . الواقعة المجرسة . تنطوى في ذاتها على المعارف التى نستخلصها منها .

ونتيجة ذلك أن منهج علم الطبيعة . في نظر المذهب التجريبي . هو مجرد اقتطاع من سلسلة التجربة ، مع الاحتفاظ ببعضها الطبيعية . فماذا يكون التفسير ؟ إنه الكثيف عن عه الظاهر . والعلة هي « السابقة المضردة غير المشروطة » . ومعنى ذلك أنها الظاهر التى تسبق تلك التى نحن بصدد تفسيرها . وأنتى نسبها دائما ونسكى لإيجاده . وبهذا يمكننا استخدام المنطق لاستنباط الطرق والقواعد (Canons) التى يجب اتباعها في عملية الاقتناع هذه : (٢) طريقة الاتفاق : فما دامت العلة هي السابقة المضردة غير المشروطة ، فمن الممكن الاهتداء إليها إذا أدركنا أنها هي التى نستنبق الظاهرة المراد تفسيرها بأطوار مهمات تغيرت الظروف .

(١) John Stuart Mill : System of Logic, deductive and Inductive, chap. VIII and IX, Book III.

ولقد رأينا أن نمسك عرض ما فيه آراء . ونزيد بها أيضاً وإيجازاً . مع مراعاة عدم الإخلال بها

(ب) طريقة الاختلاف : وانها السبب هيته ، يمكن الاحتذاء إلى العلة أيضا إذا أحركتها أنها هي التي تفتلك ، إذا لم توجد الظاهرة . وظلت جميع الشروط الأخرى على حالها .

(ج) طريقة التلازم في التغير : كذلك يمكن التعرف على العلة إذا كان تغيرها يؤدي إلى تغير الظاهرة باطراد مع بقاء كل الشروط الأخرى على ما هي عليه .

(د) طريقة السوابق : إذا أمكن عزل مجموعة من السوابق والنتائج ، وأمكن ربط كل واحدة من النتائج ، فيما عدا واحدة ، بكل واحدة من السوابق فيما عدا واحدة ، كانت السابفة الباقية هي علة النتيجة الباقية : أي أن باقى السابفة هو علة باقى النتيجة .

فتفسير ظاهرة الندى ، في مظهر التجريبي . هو أن نعلم إلى مجموعة الظواهر المتشابهة فنزل منها بمهارة المجموعة التي تكونها الظاهرة (مثل تجمع قطرات الماء على حجر ، أو على عشب : الخ) ، والسابقة المطردة غير المشروطة (تباعد درجة الحرارة بين أحجر أو العشب الذي ظل أو أصبح أكثر برودة وبين الجو ، الذي يحفظ قدرا كافيا من الماء . ويصبح ، أو يظل أكثر حرارة) . وهنا نرى كيف يمكن تطبيق المناهج الأربعة على هذه الظاهرة .

ومن المؤكد أن اليأس من الوصول إلى العلة قد يدفع المرء إلى أن يسلك هذا المسلك عندما يكون أكثر حاجة إلى العمل منه إلى الفهم . وعندما تكون الظروف مواتية لذلك ، إذ تكون الصدق ، أو التقاليد قد وجهت العالم نحو السابقة الواضحة التي أحدثت النتيجة — وهذا المسلك شبيه بما يفعله من يحاول إيجاد تقاطع محتمل في بوتقة .

العلم « والتجربة التائهة » : ولكن العلم لا يتكون بهذه الطريقة . فالطريق التي وضعها استيوارت على طرق التجربة التائهة

experientia vaga (على هند تبين بيكن نفسه) • ونجد الدليل على ذلك في نفس التجربة التي أشرنا إليها من قبل ، وهي تجربة بلندي • فتفسير بلندي لا يقتصِر في عزل سلسلة متتابعة من الظواهر ، بل هو أن نتصور ، من وراء الظواهر ، القوانين الرياضيه الخاصة بالضغط المشبع لبخار الماء في درجات الحرارة المختلفة ، وهذه القوانين قد وضعها جاي لوساك Gay-Lussac وريفيو Regnault ، بعد تجارب عدة في المعمل . فالظاهرة التي استخدمها ستيفوارت مل لتوضيح نظرياته وتطبيقها ظاهرة مزيفة — وهي لم تقرر ولم تبحث في واقع الامر على النحو الذي تقضى به قواعده : بل كانت النظرية الرياضيه هي لأساس الضمني لها منذ البداية •

والخطأ الذي وقع فيه مل هو اعتقاده أن الظواهر تنطوي في ذاتها على التفسير • والحقيقة أن الواجب هو جلب التفسير إليها •

فالتفسير يختزع أكثر مما يكتشف ، ثم يحقق بعد ذلك • وأساس الرياضيه هي الأساس الضمني لها منذ البداية •

٤ — أمثلة لبحوث في العلوم الطبيعية تكشف عن عملية ذات ثلاث مراحل :

أول مثال نقدمه هو أنبوبة توريشيلي • فقد استشار صناع للنفورات في فلورنسا ، جاليليو ، في ظاهرة لاحظوها ، وهي أن الماء الذي يستخرجونه من الآبار بالمضخات الماصة لا يصعد أكثر من ٣٦ ذراعاً (١) (١٠ أمتار و ٣٣ سم) بأية حال من الأحوال •

(١) هُند رينوفيه Renouvier أولا نظرية ستيفوارت مل ، وذلك في كتابه (المنطق العام) (الفصل الرابع والثلاثين ، توضيح رقم ب) Logique générale (Colin) • وهندما ثابته وفي أيامنا هذه ، برنشتيك في كتابه : التجربة الانسانية والعلمية الطبيعية L'expérience humaine et la causalité physique

(الكنان ١٩٢٠) الجزء الأول ، الكتاب الثالث •

(٢) في الأصل الفرنسي 18 brasses وهو مقياس يساوي ذراعين تقريباً •

(المترجم)

فما سبب هذه الظاهرة ؟ يقبول علماء الطبيعة أن ارتفاع الماء في الأنبوبة يرجع إلى أن الطبيعة تنزع من الفراغ ، ولكن كيف نفسر أن هذا « الفرع » يتوقف عندما يصل الماء إلى ارتفاع ٣٦ ذراعاً ؟ أجاب جاليليو إجابة لا قيمة لها لأنها سطحية ، ولا تفسر شيئاً في واقع الأمر ، ولكن ظهرت عبقريته في علم الطبيعة الرياضية في نقطة معينة : فقد تنبأ بأن هذا الحد الأعلى من الارتفاع يتناسب تناسباً عكسياً مع كثافة السائل .

(أ) وهنا يبدأ عمل توريشيلي ، الذي كان تلميذاً لجاليليو . فهدأ خياله إلى إجراء تجربة يستخدم فيها أثقل السوائل ، أي الزئبق . فان كان جاليليو على حق فان الزئبق سوف يرتفع في أنبوبة مفرغة إلى ارتفاع أقصى ما تكون نسبته إلى الست والثلاثين ذراعاً كنسبة كثافة الزئبق إلى كثافة الماء . أعنى أنه سوف يرتفع قدر دراهم على وجه التقريب . وبدلاً من تفريغ الأنبوبة مما فيها من هواء باستخدام مضخة ، يلحم أحد طرفيها وتملاً زئبقاً حتى حافتها ، ويصب هذا الزئبق من الطرف الآخر . وتحصل الأنبوبة وهي مائلة بالزئبق ، مع تغطية الطرف المفتوح ، ثم تقلب في إناء من الزئبق . ثم يفرغ منها الغطاء تحت زئبق الإناء . فيلاحظ أن الأنبوبة إذا كانت طويلة بقدر كاف فان الزئبق يهبط فيها قليلاً ، ولكنه يظل مرتفعاً حتى المستوى المتوقع ، وهو « ذراعان وقيراط » (٢٦ سم) . تلك هي الظاهرة (حوالى ١٦٤٤) .

(ب) وقد ابتكر توريشيلي تفسيراً لها . وينحصر هذا التفسير في أن تنصور الأنبوبة وإناء الزئبق على أنهما الفرع الأول والفرع لوعاء على شكل الحرف U ، يحتوي على سائلين متوازنين أحدهما هو الزئبق ، فما هو الآخر ؟ إن الآخر هو الهواء الذي يجب لاختراعه بالمعنى الصحيح ، إذ أنه لم يكن من العناصر التي يلاحظ وجودها في هذه التجربة . ولكننا نعلم أن الهواء موجود ، وأن له وزناً . ثم إن

جاليليو كان هو الذي حدد كثافته بمقدار $\frac{1}{1000}$ من كثافة الماء . ونحن نعلم أيضا ، عن طريق الملاحظات الجوية ، أن الغلاف الجوى حول الأرض يبلغ سمكه ما بين « ٥٠ ، ٥٤ ميلا » على حد قول توريشيلي : فجميع هذه الظواهر يمكن ربطها بعملية رياضية . فبضرب ارتفاع للغلاف الجوى المعروف في كثافة الهواء المعروفة ، نحصل على ناتج يعادل إلى حد بعيد ، الناتج الذي نحصل عليه إذا ضربنا كثافة الزئبق في ارتفاعه العمودي فوق سطح الوعاء . وتلك هي الفكرة التي تتخذ صورة رياضية دقيقة .

(ج) هذه الفكرة تبدو من الآن راسخة ، بفضل ما تصف به من مطابقتها للعقل . وهي فكرة رائعة ، ولكنها لن تصبح صحيحة إلا إذا تحققنا من صدقها . ولم ينجح توريشيلي في الوصول إلى طريقة مقنعة للتحقيق ، تثبت بها صحة فكرة الأنبوبة التي تتخذ شكل U . وكان باسكال هو الذي اهتدى إلى هذه الطريقة ، وربما كان ذلك بايعاز من ديكار ، الذي قابله باسكال في باريس عام ١٦٤٧ . ولقد كان الصالون الباريسي لأبيه « إتيان باسكال Etienne Pascal » ، يكاد يكون نظيرا لمدرسة جاليليو في فلورنسا . ولما ترامت أنباء ظاهرة توريشيلي إلى أسرة باسكال في ١٦٤٦ ، أعادوا إجراء التجربة ، وفي ١٦٤٧ عرفوا فكرة توريشيلي ، وبعد شهرين من مقابلة بليز باسكال لديكار ، أرسل إلى صهره « فلوران برييه Florin Perier » ، في كليرون - قيران ، الإرشادات اللازمة لإجراء التحقيق : فعليه أن يعمل على تقصير ما كنا نسميه بالفرع الهوائي للأنبوبة U ، والصعود على جبل عال إلى حد ما (هو جبل بوى ديدوم Puy de Dôme) . وهناك يجب ملاحظة انخفاض الزئبق في الفرع الآخر . وأجرى « برييه » التجربة في نهاية صيف ١٦٤٦ . فنجحت نجاحا باهرا ، وشجع ذلك النجاح باسكال على مواصلة عمله على نطاق أوسع ، إذ انخفض عمود الزئبق انخفاضا مصوسا (درجتين) عندما صعد باسكال فوق برج « سان جاك دلابوشري » البالغ

لارتفاعه ٢٥ قامة ، كما انخفض عمود الزئبق نصف درجة في أعلى بيت يبلغ ارتفاعه ثمانين قدحا (١) .

وهكذا تم إثبات فكرة توريشيلي .

أما المثال الثاني فسندقبسه من نيوتن :

أ ، ب — خلال فترة أقامها نيوتن في بلدته الأصلية . متجنباً فيها حركة النجوم الثانوية حول النجوم الرئيسية (كالكواكب حول الشمس . والتتابع أو الاقمار حول الكواكب) بحركة السقوط .

ويزعم بعضهم أن الظاهرة الأصلية هي سقوط التفاحة . وأن الفكرة عندئذ كانت تنحصر في تشبيه حركة القمر حول الكرة الأرضية بسقوط التفاحة على الأرض . والقول بأن القمر يسقط بدوره على الأرض بلا انقطاع . وإن كانت له سرعة أصلية تؤثر سقوطه إلى حلاً نهاية . فإذا كان للبقذائف في سقوطها سرعة مبدئية تبعد نقطة سقوطها . أفلا يمكننا أن نتصور أنه إذا كانت هذه السرعة كبيرة إلى حد ما (ونحن نعلم اليوم أنه يكفي أن تبلغ هذه السرعة ٨ كم في الثانية) فإن القذيفة تهبط حول الأرض . إذا جاز هذا التعبير ؟

(ج) وظل نيوتن عشرين عاماً يعد وسائل التحقق من هذه الفكرة (١٦٦٦ — ١٦٨٦) . وكان ذلك ينحصر في أن نبين أنه لو كان للقمر على مسافة قليلة من الأرض ، لسقط بنفس السرعة التي يسقط بها جسم سقوطاً حراً في باريس مثلاً (٩٠ سم في الثانية الأولى) . على أن نيوتن قد برهن بنظريتين في الميكانيكا ، على أن القوة التي

(١) انظر في هذا المثال الأول كتاب :

Pensées et opuscules, éd. Scolaire Brunschvicg (Hachette) p. 66 et suivantes. Lalande : Lectures sur la philosophie des sciences (Hachette) p. 140-144.

وانظر أيضاً مؤلف هذا الكتاب

Le développement de la physique Cartésienne (Vrin) (1984 p. 38-42).

تحفظ النجوم في مداراتها البيضاوية هي قوة « مركزية » أي تتجه نحو الجسم الذي يشغل أحد مركزي الشكل البيضاوي . وهي تتناسب تناسباً عكسياً مع مربع المسافة . وإذا فلنحقق الفكرة يكفي أن يكون ارتفاع السقوط الحقيقي للقمر على الأرض خلال ثانية واحدة مضروباً في مربع المسافة الفاصلة بينه وبين الأرض مساوياً لارتفاع سقوط جسم يسقط سقوطاً حراً في باريس في نفس هذا الوقت .

على أننا نعلم مقدار سقوط القمر على الأرض في الساعة مثلاً ، وهي المسافة التي يبتعد بها القمر ، أثناء سيره في مداره ، عن مماس هذا المدار ، خلال ساعة من الزمن . فإذا ما عرفنا الزاوية التي سار بها ، أمكن الحصول على تلك المسافة دون صعوبة ، عن طريق جدول حساب المثلثات . ولقد اتضح أن المسافة التي تقطع خلال ساعة تعادل بالضبط الارتفاع الذي يسقط فيه جسم سقوطاً حراً في باريس ، خلال ثانية واحدة . وإذا فالبرهان يكون قد تحقق إذا كانت النسبة بين المسافتين على النحو الذي يقتضيه القانون . وانتهى الأمر بنيتوتن إلى الحصول على تقدير للمسافة يحقق فكرته بالضبط : إذ أن القمر على بعد ٦٠ درجة أرضية ، و (٢٦٠) هي بالضبط العلاقة بين الساعة والثانية . وهي في الوقت ذاته مربع المسافة المطلوبة من أجل التحقق . ولقد كان التطابق تاماً إلى حد أن نيتوتن عندما تلقى رقم مسافة القمر ، لم يجد لديه ، على ما يقال ، من رباطة الجأش ما يمكنه من إعادة الحساب ، فاضطر أن يعهد به إلى أحد أصدقائه .

وهنا تم التحقق بالأرقام ، إذ اتضح أن الأرقام مساوية للظواهر التي كان على النظرية أن تفسرها وتتنبأ بها .

(د) وفي نفس هذا الاتجاه ، يمكننا أن نصل إلى نتائج أفضل من تلك . فإذا كان القمر يسقط على الأرض ، وإذا كانت الكواكب

بوجه أعم ، تسقط على الشمس الخ . فلا بد أن تسقط الكواكب بعضها على بعض ، وأن تسقط الأجسام الأرضية هي الأخرى ، بطريقة ما ، على الشمس ، بل على القمر ذاته . والنتيجة الأولى تسمى بالانحراف *perturbation* ، فالكواكب الكبيرة تؤثر في الكواكب الصغيرة وتجعلها تنحرف في مسارها قليلا عن المدارات التي حددها كبلر لها . ولقد كانت تلك الظاهرة معروفة قبل نيوتن . وها هي ذي قد فسرت . وبالمثل فإنه يمكن التحقق من صدقها ، أما الظاهرة الثانية فهي ظاهرة المد والجزر : فكتلة البحار تتجه نحو الشمس ونحو القمر (الذي هو أصغر منها ، ولكنه أقرب كثيرا) ، ويمكن التحقق من ذلك أيضا .

ولنلاحظ أن هذه التحقيقات الثانوية ، التي ظهرت متفرقة تماما ، والتي لم نخطر على بال نيوتن في مبدأ الأمر ، هي أفضل التحقيقات وأكثرها إقناعا (١) وسوف نأتي بمثال ثالث ، نعرضه عرضا مبسطا إلى أبعد حد (٢) .

(أ) كان لوفرييه *Le Verrier* ، وهو فلكي في مرصد باريس ، يعلم أن الكوكب أورانوس ، الذي كان عندئذ (في سنة ١٨٤٦) أبعد الكواكب المعروفة في المجموعة الشمسية ، ينحرف انحرافات معينة . وباتباع المنهج الذي وضعه نيوتن ، والذي عرضنا مبدأه العام من قبل ، تفسر هذه الانحرافات بعوامل معترضة ، هي الكواكب المجاورة عندما تقترب من أورانوس اقترابا كافيا . ويعد أن قدر تأثير كل من المشتري وزحل ، ظل هناك باق من الانحراف لم يتم تفسيره . (ب) وخطرت بذهن لوفرييه فكرة تفسير هذا الباقي بعامل

(١) في كتاب المؤلف الذي سبقت الإشارة إليه نجد لهذه المسألة عرضا أوسع وأدق من الناحية الفنية (الفصل الثالث قسم ٢ فقرة ٢) .

(٢) يمكن الامتناء إلى معطيات هذا المثال في كتاب لوران *Laurent* المشار إليه من قبل ، بعد الإشارة التي تحدث فيها عن لوفرييه

Le Verrier

معتبر من ثالث ، خارجي ، وبجهد إلى الحد الذي جعل الفلكيين لا ينتبهون إليه . وترجم لوفرييه هذه الفكرة بصيغة رياضية : نصيب كتلة الكوكب ، وصافته ، وبالتالي حجمه (أو عظمه magnitude كما نقول في اليوم) ، أعنى الضوء البادئ منه . وحدد موقعه في أكثر اللحظات ملائمة .

(ج) ويقف بعض علماء المناهج بالمرض التاريخي عند هذا الحد ، زاعمين أن لوفرييه لم يكن في حاجة إلى السماء لكي يوضح بوجود الكوكب . على أن في هذا خطأ . فلا بد أن يفتشى الحساب إلى ملاحظة ، وهي دون ريب ملاحظة تدخل فيها الذهن إلى حد بعيد ، وأدى الحساب دورا كبيرا في التمهيد لها ، ولكنها ملاحظة في نهاية الأمر . ودليل ذلك أن منهج لوفرييه قد طبق من بعده مرتين آخرين : الأولى من أجل تفسير انحرافات الكوكب الذي اكتشفه « بالصاب » والذي سمي باسم نبتون ، وبهذه الطريقة كشف الكوكب « التالي لنبتون » وهبلوتون . والمرة الثانية كانت لتفسير انحرافات عطارد . ولما كانت الطريقة قد نجحت في حالة نبتون وهبلوتون ، ما دام الكوكبان قد رُئيا ، فقد تعجل الباحثون وأطلقوا اسم « فلكان » على الكوكب الجديد . ولكن لم ير أحد فلكان هذا أبدا ، وظل أسطورة رياضية . هذا إلى أن أينشتاين قد فسّر انحرافات عطاردة بطريقة أخرى ، مختلفة عن هذه كل الاختلاف (١) .

وقد ثبت وجود الكوكب « نبتون » عندما شوهد . وسرعان ما تمت هذه المشاهدة ، وإن كان لوفرييه قد اضطر إلى الاستعانة بمرصد « برلين » المزود بألات أدق ، للكشف عن الكوكب . ولقد ظن بعضهم ، من تقسيم العمل هذا ، أن لوفرييه كان واثقا من وجود

(١) انظر الفصول ٩ ، ١٠ ، ١١ من كتاب بير هومبير
Pierre Humbert «De Mercure à Pluton» (Albin Michel).

هذا العامل المحترض بمجرد أن قلنا بخصاب علمه ، ولكن الأمر لم يكن كذلك على الإطلاق ، إذ أن حساب لوفرييه حدد النقطة التي كان يجب أن يوجد فيها ، وهو مبدأ « برلين » قد قرر أنه يوجد هناك بالفعل .

ولعل القارىء قد لاحظ أننا أسمينا الظاهرة التي بدأ منها لوفرييه باسم باقى الانحراف . وتذكرنا كلمة « الباقي » هذه بالطريقة الرابعة من طرق حل ، ولكن الواقع أنها إذا كانت تذكرنا بها ، فما ذلك إلا لكي تكشف عن الخطأ الذى وقع فيه « ستورات حل » . فطريقة لوفرييه مثال ممتاز لطريقة البواقي الصحيحة : وذلك هو باقى النتيجة . أما باقى العلة ، فلا يعطى ابداً ، بل هو يخضع بتمامه . وفي هذا المثال ، كان هذا الباقي هو نبتون (او بلوتون) الذى لا يعدو أن يكون فكرة محضة .

٥ - مراحل المنهج ثلاثة : من الواقعة إلى الواقعة عن طريق الفكرة : ينحصر المنهج فى الصعود من مجال التجربة إلى عالم العقل ، أى عالم الصنيع والمعادلات . ثم نعود فنهبط إلى عالم الواقع لكي نضمن الصلة بين المعقول والواقع . ونحن فى ذلك أشبه بسجين الكهف عند أفلاطون : إذ يصعد من المحسوس إلى الأفكار ، ومن الكهف إلى العالم الحقيقى الذى يغمره ضوء الشمس ، ثم يعود فنيهبط إلى الكهف لكي يهتدى فيه إلى المحسوس من جديد ، وليفسره بالأفكار .

وإذا شئنا ، قلنا بعبارة أفضل من هذه ، إن التفكير فى علم الطبيعة الرياضى يرسم دائرة ، ولكن هذه الدائرة ليست « دوراً فاسداً » على حد تعبير المناطقة . ويرجع ديكارت ذلك إلى أنه « لما كانت التجربة تضىئ يقينا كبريا على معظم نتائجها ، فإن الأسباب التى استخلص منها هذه النتائج لا تستخدم فى إثباتها بقدر ما تستخدم فى تفسيرها . وإنما الأمر على عكس ذلك ،

غالفنتائج هي التي تفسر الأسباب (١) . ولنعبّر عن هذا النص عظم التركيز ، الذي صيغ في لغة تخالف اللغة الشائعة إلى حد ما ، بتعبير آخر فنقول : إن التجربة تضيئ اليقين على نتائج الأفكار التي نبكتها (أو معلولاتها) ، وبهذا لا تكون الأفكار (الأسباب) التي استنبطت منها هذه النتائج برهانا على الوقائع ، بل هي تفسير لها ، بينما البرهان يأتي على عكس ذلك ، من الوقائع . ولنقل بعبارة أخرى ، إن الفكرة تفسر الوقائع ، والوقائع تثبت صحة الفكرة . وكان من الممكن أن يكون في هذا دور ، لو أن كلا من الفكرة والوقائع يبرز من على الآخر .

٦ - المرحلة الأولى . تحديد الوقائع : قياس الوقائع المختارة وتصحيحها وتفسيرها :

يبدأ العمل باتصال أولى مع الواقعة . وكل ما في الأمر أن الواقعة التي نبدأ منها قد سبق أن أعدها العقل إلى حد كبير . وليس في هذا ما يدعو إلى الدهشة . فالملاحظ أولا أن الإدراك الحسي ذاته يتضمن إعدادا عقليا . فعندما نتحدث مثلا عن « القمر » وهو موضوع إدراك حسي شائع ، يبدو مباشرا تماما - فإننا نستعين في الواقع بتجربة إنسانية ترجع إلى ألوف السنين ، تبنى على التقريب بين ظواهر مختلفة . ونستطيع تقريب فكرة الإعداد العقلي هذه إلى الأذهان إذا فكرنا مثلا في تعبير مثل « القمر الجديد » الذي يفترض إيماننا بموت « القمر القديم » وظهور آخر أحدث منه . فالقول إن القديم هو ذاته الجديد : اكتساب حديث العهد (١) .

(١) في كتاب لوكريس Lucrèce : في طبيعة الأشياء ، de rerum Natura (الكتاب الخامس سطور ٥٦٤ - ٧٧٠) يمكن الافتداء إلى أمثلة لمعتقدات فلكية قديمة عرضها هو في صورة نظريات صحيحة . وانظر أيضا في مجموعة الحكايات التي كتبها أناتول فرانس Sous l'invocation de Clio (Calmann Lévy) بعنوان خصا من قصة كرم لاتريبات ، يفصح عن الإيمان بوجود أقمار عديدة سحلية (ص ١٨٥) . (م ١٢ - المنطق)

وفضلاً عن ذلك ، فإذا كان العلم يكمل الإدراك الحسى بمعنى ما لأنه يفسره ، فإن العلم ينكر الإدراك الحسى بمعنى آخر . وتلك هى حركة الرافض التى عبر عنها ديكارت بكلمة « الشك المنهجى » . فديكارت يرفض أولاً عالم الإدراك الحسى . ثم يعود مرة أخرى إلى العالم ، ولكنه ليس نفس العالم الذى رفضه ، فهو ليس عالم الإدراك الحسى ، بل عالم الطبيعة الرياضية .

والسبب فى ذلك غاية فى اليسر ، وهو فى أيامنا هذه قد أصبح أوضح مما كان فى أيام « ديكارت » . ولقد سبق لنا أن ذكرنا عنه شيئاً فى معرض الحديث عن مبدأ النسبية : فالملاحظ الساذج لا يتصف بأية صفة تؤهله لملاحظة الواقع : فحواسه هى حواس حيوان أرسى ، قد تكيفت ، بعد تطور طويل جداً ، بالحياة الأرضية ، واتجهت نحو الفعل أكثر منها نحو المعرفة . وهذا ما أكدته « برجسون » بعده حين قال : « إن الإدراك الحسى ينظم المكان بنفس النسبة التى ينظم بها الفعل الزمان » (١) . وهذا ما أثبتته فى آن واحد بحوث التثريح المقارن ، وعلم النفس التجريبي ، وتحليل الإدراك الحسى ، وتاريخ العلوم (٢) .

قياس الواقعة : فى هذه الظروف كانت النتيجة الضرورية هى أن نياس من المعرفة البشرية ، وأن تصبح النسبية شكاً ، لو لم تكن عبقرية الإنسان قد تغلبت على الصعوبة بالتوسع فى استخدام الأداة الرياضية . ولقد بين « فولتير » بكل وضوح فى روايته الفلسفية « ميكروميجاس Micromegas » كيف أن القياس الرياضى ذو قيمة موضوعية شاملة (٣) . فقياس الشيء هو فى ذاته

Matière et mémoire (Alcan) P. 14

(١)

(٢) انظر فى هذه المسألة ، الملاحظات الغربية الطريفة التى أبدتها Bachelard فى كتابه القيم La formation de l'esprit Scientifique Paris, Vrin, chap I. II. III.

(٣) يرجع القارىء فى هذا الى المنظر الطريف الذى تقابل فيه ساكن سيروس Sirius بساكن زحل وساكن الأرض فى كتاب فولتير

Romans et contes de Voltaire. Bible. de la Pléiade. P. 114 - 115.

معرفة له ، والتعبير عن الواقعة التى نقيسها بصيغ رياضية ، هو
فى ذاته فهم لها .

فالواقعة العلمية إذن واقعة حورتها الرياضيات . فلتوضح
بإختصار العمليات التى تمر بها :

١ - إن الواقعة ، كما قلنا ، تقاس أولا . ولا جدال فى أن
العلم قد أحرز تقدما كبيرا باختراع الآلات التى تزيد من قوة
الإدراك الحسى ، كالمنظار الفلكى والمجهر ، أو تلك التى تسجل هذا
الإدراك ، كجهاز التصوير الفوتوغرافى والسينما ، أو تلك التى تحلله ،
كجهاز تحليل الطيف ، وهو الذى خلف ، وكل المنشور [prisme]
الذى حلل به نيوتن ضوء الشمس . ولكن ليس هذا هو الأمر
الأساسى : إذ أن هذه الآلات إذا كانت تزيد من قدرة حواسنا ،
فإنها لا تغيرها ، والمهم هو اختراع الطرق الفنية للقياس ، الذى
تطور فأصبح علما للقياس métrologie . فعلم الحرارة يقتضى
استخدام ميزان الحرارة (الترمومتر) ، وقد ظهر علم الكهرباء
عندما حل محل علم الطبيعة المسلى الخاص بالآلات التى تداعب الجسم
ببهايات كهربائية ، علم صارم مبنى على استخدام الكشف الكهربائى
ومشتقاته .

تصحيح الواقعة ٢ - كذلك تصحح الوقائع . والحق أن محال
الحديث عن وسائل التصحيح التجريبي واسع جداً . فمن
المعروف أن أية قراءة لأى جهاز ، مهما كانت أمينة ، لا تقبل أبداً على
علائها ، بل يجب أن تمر بعمليات حذف متعددة ، تعديلها على نحو
لا يظل فيه سوى باقى residu واحد . ذلك لأن الإدراك الحسى
المعتاد محدود بطريقة غير شعورية ، وهو يزودنا بمعلومات عن جسمنا ،
وعن شخصيتنا المعنوية ، وعن المؤثرات التى نخضع لها من جميع
المصادر ، مثلما ينبئنا تماما بمعلومات عن الموضوع . ولنضرب
لذلك مثلا : فإذا أرجعنا ملاحظة فلكية إلى أبسط مظاهرها ، وأردنا
فقط أن نحدد الساعة التى عبر فيها نجم بمحور المنظار المكبر ،

وجدناها تتوقف على سرعة استجابتنا ، ثم إنها تنصب على شعاع من الضوء يصل إلينا من النجم ، ويستغرق وقتا حتى يصل إلينا ، ويتعرض لكل أنواع التحوير والانكسار . ولكي يكون لنا الحق في تشبيهه بخط هندسي مستقيم يربط فوراً بين عيننا وبين الموقع الحقيقي للنجم في اللحظة المطلوبة ، يجب أن نقوم بسلسلة من الحسابات هي في حقيقة الأمر استدالات ، تبدأ من الواقعة وتنتهي إلى الفكرة . فتصحیح الملاحظة يعنى استبدال فكرة معينة عن الواقعة بالواقعة نفسها .

تفسير الواقعة ٣ — كذلك تفسر الواقعة . وقد بين بوانكاريه في تحليل رائع ذاعت شهرته ، كيف يمكن القول في التجربة الكهربائية إن « التيار يمر » (١) . فذلك لا يكون إلا بالاستعانة بكل المعلومات المكتسبة ، بحيث تقف هذه المعلومات حول الملاحظ مؤيدة له ، وتقرر هذه الملاحظة معه ، إن جاز هذه التعبير . ففي المثال الذي أورده « بوانكاريه » ، يكون الشيء الذي يراه الملاحظ ، هو تغير موضوع النقطة المضيئة . وهذا التغير يعنى أن الجلفانومتر ذا المראה يؤدي عمله ، وبالتالي أن المغناطيس والملف الكهربائي قد أثر كل منهما في الآخر . الخ . فتفسير ملاحظة هو بدوره ، وعلى نحو آخر ، الاستعاضة عن الواقعة بفكرة .

اختيار الواقعة ٤ — ثم إن الواقعة تختار : إذ أن عددا ضئيلا من الوقائع التي تحدث حولنا بلا انقطاع هو وحده الذي يدخل في مجال العلم . وليس ذلك راجعا إلى أن عدد هذه الوقائع أكبر من اللازم ، بل يرجع أيضا إلى أنه يندر أن تكون لهذه الوقائع أهمية في الموضوع . فالواقعة هي واقعة معملية أو واقعة ملاحظة ، أي أنها واقعة منتقاة . فما شروط استبقائنا لها ؟ إننا نستبقها إذا كانت تنم عن فكرة ، وعندئذ توصف بأنها « بسيطة » . والحق أنه

١. Poincaré : La valeur de la science (Flammarion) (١)
XI et III.

إذا كان علم الطبيعة الرياضي قد بدأ بالفلك ، فذلك لأن النجوم — لحسن الحظ — قد بسطها بعدها عنا ، فلا ندرك منها في بداية الأمر إلا نوعاً من العلاقات الهندسية (١) .

والكثيرون يدهشون عندما يجدون العلماء يرفضون معظم الوقائع التي تعرض عليهم . فالؤمنون بتحضير الأرواح مثلاً يكدسون وقائع الاتصال الروحي عن بعد (télépathie) ، ويدهشون لانصراف العلماء عنها ، فيستخلصون من ذلك حجة يحملون بها على « العلم الرسمي » كما يقولون . ولكن الواقع أن المسألة مسألة علم فحسب ، أعنى علماً يهتم أولاً ، وقبل كل شيء ، بما هو بسيط ومعقول .

٧ — المرحلة الثانية : البحث عن القوانين هو إبداع بمعنى الكلمة :

يطلق اسم القانون على العلاقة التي تربط برباط الضرورة الشاملة واقعتين أو أكثر من الوقائع المتعاقبة أو المقترنة في الزمان ، أو بين عنصرين أو أكثر في الظاهرة الواحدة . فقانون الأوتاد المشدودة مثلاً يربط بين طول الوتر ومقدار توتره وكثافته ، وبين ارتفاع النغمة التي يحدثها . وقانون الجاذبية العامة يربط الكتلتين والمسافة بالقوة الجاذبة ، وقوانين الاصطدام تنظم توزيع السرعات بين الكرات التي تتقابل ، تبعاً لكتلتها . وقوانين سقوط الأجسام تحدد المكان لذي يقطعه الجسم في السقوط في علاقته بالزمان وعجلة السرعة . ولكل القوانين التي ذكرناها صورة رياضية ، وهي كلها تؤيد أن العلاقة هي تحديد دقيق ، وهي قوانين عامة ، بمعنى أنها تصدق على كل زمان وكل مكان .

فكيف اهتدى العقل إلى هذه القوانين واخترعها ؟ ذلك هو سر الخلق العقلي ، أو بعبارة أدق ، معجزة حرية العقل في التصرف .

إذ أن بين شروط الخلق ، والخلق ذاته ، هوة سحيقة على الدوام .
وهذه الهوة قد تبدو أشد أو أقل عمقا ، تبعاً لمدى سهولة
الخلق . وتاريخ العلم يقدم إلينا عدة حالات نموذجية .

الحالات المختلفة للابداع :

١ — حالة التجريبية الظاهرة : عندما تقاس الوقائع وتترجم
بالأرقام ثم ترتب في قائمة (tabula بلغة بيكن) فإنها تتم عن علاقة
بسيطة ، كاللتناسب الطردى أو العكسى مثلاً . وعلى هذا النحو
كشف « ماريوت Mariotte » القانون المعروف باسمه حين قارن
بين الأحجام والضغط المختلفة لكتلة واحدة من الغاز الذى يتوازن
مع عمود سائل يتفاوت ارتفاعه .

٢ — وقد تزداد الحالة تعقداً : إذا كان هناك شخص معين هو
الذى أجرى التجارب التى جمع بها الملاحظات وأعد بها القوائم .
ثم أتى عالم آخر فقام ، معتمداً على مجهود الأول ، بقراءة القانون
الذى خفى عنه . ومن المحتمل أن تكون هذه هى الطريقة التى اهتدى
بها ديكارت إلى قانون جيوب الزوايا خلال دراسته لكتاب كبلر
المسمى « انكسار الضوء Dioptrique » (١٦٠٠) . فكلور لم يكن
قد اهتدى إلى القانون ، ولكن يمكن القول بأنه أشار إلى الاتجاه
الموصل إليه .

٣ — حالة النظرية أو التمثيل الضمنى Analogie Latente : لسنأ
نعلم كيف اكتشف قانون انعكاس الضوء على يد إقليدس المزعوم ،
الذى اقتصر على عرض ذلك القانون فى كتابه : انعكاس الضوء
Catoptrique بوصفه إحدى المصادرات . ولكن مجرد عرضه له على
هذا النحو ، يوحى بأنه كان يرى فيه نوعاً من البداهة المسلم بها .
والأغلب أن تكون هذه البداهة راجعة إلى مجاز أو تمثيل : هو
مقارنة شعاع الضوء المنعكس بكرة تصطدم بجدار ، إذ يبدو أن

مبدأ التمثيل يوجب أن تخضع الكرة في مجال حركتها لقانون تساوى الزوايا .

٤ - حالة التركيب الرياضى المحض : أثبت هجنز Hygens رياضياً قوانين اصطدام الأجسام ، في الحالة التى تكون فيها الكتل متساوية ، ويتم الاصطدام في نفس خط الحركة ، وذلك بأن بدأ بأبسط حالة ، وهى تلك التى تحذف فيها كل مظاهر عدم المساواة ، فيكون للجسمين أ ، ب نفس السرعة س . وفي هذه الحالة سوف نسلم ، بناء على مبدأ التماثل Symétrie ، بأن الجسمين يرجعان في اتجاه عكسى محتفظين بسرعتيها . ولنفرض الآن أن شخصاً يلاحظ ، قد انتقل بنفس السرعة س (مع بقاء كل الظروف الأخرى على حالها) ، وسار في نفس اتجاه أ . فالنسبة إليه تكون أ ساكنة و ب آتية تجاهه بسرعة ٢ س . ولما كان الملاحظ يواصل سيره في نفس الاتجاه بعد أن يقابل ب ، فإن ب هى التى تبدو الآن ساكنة ، و أ هى التى تبتعد عنه إلى الوراء بسرعة ٢ س . وإذاً يمكننا أن نستنتج أنه إذا قابل جسم متحرك جسماً ساكناً له نفس الكتلة ، فإن الجسم المتحرك يتوقف ، ويرث الجسم الآخر حركته بنفس السرعة وفي نفس الاتجاه . وذلك ما تحققه التجربة .

٥ - حالة البساطة التى نسلم بها على أساس احتمال الصدق : من الحقائق المعروفة أن الأجسام التى تسقط تزداد عجلة سرعتها . وأبسط صفات هذه العجلة هو اطرادها . وذلك هو ما سلم به جاليليو .

٦ - حالة تجاوز نطاق التجربة extrapolation : صاغ قانون تذبذب الأوتار ، أو صاغ الجزء الأساسى منه على الأقل (أعنى ذلك الذى يتعلق بالطول والتوتر) لأول مرة في سنة ١٦٣٦ على يد الأب مرسين بمدينة مينيم Minime ، وكان مرسين صديقاً لديكارت .

على أنه لم يكن في متناول يد مرسين ، لاثبات ذلك القانون ، أية وسيلة لإحصاء المتوسطذبذبات التردد التي يناظرها مثلا صوت « لا » ، والذي يحدث عن ٣٥ ذبذبة في الثانية . وغاية ما كان يستطيع أن يفعله هو أن يحصى ما بين ٨ و ١٠ ذبذبات في الثانية ، ومثل هذا التردد لا يحدث صوتا . ولكن ما يعجز عنه السمع ، يقدر عليه الإبصار . وعلى ذلك فقد بدأ يجربه بوتر منفرد طوله ١٧ مر ١٧ قدما (حوالى ٧٠ سم) مصنوع من أمعاء الخروف ، وشد هذا الوتر بأوزان تتراوح ما بين $\frac{1}{4}$ رطل و ٤ أرطال . ولم يكن هذا الوتر المنفرد يحدث أى صوت ، ولكن كان من الممكن حساب ذبذباته . وهكذا كشف قانونه بإحصاء هذه الذبذبات ، وبالبحت عن كيفية تفاوت عددها عندما يقل الطول ويتغير الثقل الذى يشد الوتر . وقد بلغ من ثقته بالنتيجة التى وصل إليها على هذا النحو أنه حدد بواسطة قفزه عقلية تخرج عن حدود التجربة (وذلك ما يسميه بتجاوز نطاق التجربة extrapolation) التردد المناظر لما يسمى « بنغمة الكنيسة » أى النغمة التى يرجع إليها الممنون الذين تصدر عنهم ، فى قداس الكنيسة ، أكثر الأنغام انخفاضا (وهذه النغمة تصدر عن أنبوبة للأرغن ذات طول معلم) .

وهكذا نرى أن كشف القوانين يتطلب ثقة مطلقة فى معقولة الطبيعة ، وفى إخلاصها للقوانين ، وفى خضوعها للرياضيات بمعنى ما . ولا شك أنه ليس للمرء أن يؤمن بأن الطبيعة ستظل مخلصا للقانون الذى توصل إليه . فقد يكون هذا قانونا غير صحيح ، ولكن يظل المرء على ثقة من أن هناك قانونا ، وأن لهذا القانون صورة رياضية . هذا إلى أن مجرد الملاحظة العلمية التى تحول الظاهرة إلى رقم تفترض مثل هذه الثقة ضمنا . وإذن فكشف القوانين يفترض مبدأ صاغه الميتافيزيقيون بصيغ مختلفة ، بدأ معظمها فى صورة مجازية ، ومن قبيل ذلك قول أفلاطون : « إن الله يسلك دائما سلوك عالم

الهندسة » ، وقول ليننتر : من حساب الله صنع العالم
• Dum Deus calculat fit mundus

٨ - المرحلة الثالثة : التحقق من صدق القوانين أو التجريب ، اختبار الفكرة بواسطة الوقائع :

وإذن فليست مهمة التحقق هي التأكد من وجود قانون ، بل التأكد من أن القانون هو ذلك الذى كشف . والتحقق هو ملاحظة الوقائع التى أحدثها المرء أو تنبأ بها ، والتى حدد صورتها سلفا بطريقة رياضية ، بناء على القانون الذى اهتدى إليه . ونقول : أحدثها أو تنبأ بها ، إذ أن من الممكن ، من حيث المبدأ ، أن نخلق الوقائع وأن نركبها تركيبا تاما فى أجزاء معينة من علم الطبيعة بمعناها الخاص ، وفى الكيمياء . أما فى العلوم الأخرى ، كعلم الفلك ، فليس ذلك الخلق ممكنا ، وعندئذ يقتصر المرء على التنبؤ بها .

١ - ومبدأ التحقيق ليس عسيرا فى علم الطبيعة الرياضية ، مادامت نتائج القانون الذى نهتدى إليه تنطوى ضمنا على صور جميع الوقائع التى نريدها ، وتكفى عملية حسابية لتحديددها .
ولكن يجب أن تكون النتيجة قابلة للتحقق من صحتها ، ومتفقة مع الإمكانات المادية للمعمل أو المرصد .

٢ - ينبغى أن تنطبق الشروط الفنية العملية للملاحظة على مشاهدة الواقعة التى سوف نحدثها . وهذه مسألة ينطبق عليها ما قلناه عن الواقعة العلمية فى الفقرة السادسة من هذا الفصل .

٣ - وأخيرا ، ينبغى ألا يركز التحقق على الملاحظة التى اكتشف القانون على أثرها . فعلى المرء ، إن استطاع ، أن يوسع الحدود التى تمت فيها الملاحظات الأولى ، أو أن يغير المجالات التى أجريت فيها .

(أ) مثال لتوسيع الحدود : من الممكن أن تعد التجارب الصوتية التي أجريت بطريقة تسجيل الأصوات على أسطوانة ماري Marey محققة للقانون الذي امتدى إليه مرسين .

(ب) مثال لتغيير المجالات : إن قانون نيوتن ، الذي اكتشف بدراسة مدارات الكواكب ، يتيح لنا أن نفسر ونتنبأ بما يلي : انحرافات مدارات الكواكب ، والمد والجزر ، وهو أيضا يفسر حقيقة عرفت في وقت نيوتن ذاته ، وهي اختلاف الجاذبية الأرضية تبعا لخط العرض ، إذ أن الأرض منبعجة عند خط الاستواء ، كما يثبت من قياس درجة من درجات خط الطول في أماكن مختلفة من خطوط العرض . وعلى ذلك يكون الجسم أبعد عن المركز الذي يجذبه ، أى أن وزنه يقل ، تبعا لقانون نيوتن . ولم يستطع نيوتن أن يقيس الجاذبية المتبادلة لكتلتين على سطح الأرض ، بل توصل العلماء إليها فيما بعد (تجربة يوتفوس Eotvos) ، وكان في ذلك تحقيق آخر .

٩ - التجربة الفاصلة experimentum crucis وهي المصادم التجريبي لبرهان الخلف :

يرجع هذا التعبير إلى « فرنسيس بيكن » وقد ورد ذكره في كتابه « الأورجانون الجديد (١) » . والصورة الصحيحة التي يضيفها عليه هي « مثال الصليب »insantia crucis : والمقصود بالصليب هنا الإشارة التي تحدد مفرق الطرق . « فالمثال » أى الواقعة ، يهدف إلى وضع الطبيعة في مفترق الطرق ، لنرى أى الطرق سوى تسلك : أى أنها ، بتعبير مجازى آخر ، هي أن نرغم الطبيعة على الاختيار .

وهذا التعبير يدل على نوع حاسم من التجريب ، يوصف بأنه قاطع ، ويتيح لنا أن نختار بين فرضين ، لأننا قد تصورنا التجربة

واجزئناها بحيث أنه إذا صح أحد الفرضين أصبحت قيمتها مختلفة كل الاختلاف عنها إذا صح الفرض الآخر ، بل تصبح مضادة لها . وفيما يلي مثال مشهور : ففي مستهل القرن التاسع عشر ، انقسم العلماء إلى فريقين يعضد كل منهما فرضا مضادا عن طبيعة الضوء :

(١) الفرض المسمى بالفرض الجسيمى *Corpusculaire* ، والذي يؤكد أن الضوء هو بث لجسيمات . وفي هذا الفرض ينسر انكسار الضوء عندما ينتقل من الهواء إلى الماء بالجاذبية التي يمارسها الماء بحيث يكون انتقال الضوء في الماء أسرع .

(٢) والفرض الثانى هو التموجى *ondulatoire* : فالضوء هو انتقال اهتزازات في الأثير ، دون أن يصحبه انتقال مادة . وفي هذا الفرض ، يكون الانكسار نفسه راجعا إلى تعطيل ناتج عن الماء ، فيسير الضوء في الماء أبطأ مما يسير في الهواء (١) . وفي ١٧٣٠ تخيل فوكو *Faucault* تجربة تسمح بالمقارنة بين سرعة الضوء في الهواء وسرعته في الماء : فيقسم شعاع ضوئى إلى حزمتين ، تمر إحداهما بأنبوبة مليئة بالماء ، ويختلف الشعاعان عند وصولهما باختلاف صورة النقطة التي يسقطان فيها على شاشة . وفي الجزء المشترك من مسارهما توضع مرآة تدور حول نفسها بسرعة تصل إلى حد أن الشعاع الضوئى ، بعد أن يصطدم بالمرآة التي تدور ، ثم ينعكس على مرآة أخرى ثابتة ترده إلى المرآة الدائرة ، لا يرتد إلى نفس الموضع من المرآة التي تدور . وإذا فالضوء قد انحرف ، ويزداد انحرافه كلما ازداد بطئا . ويبين الموقع النسبى لنقطتى الوصول ، بطريقة مباشرة وفاصلة ، أى الشعاعين هو الأبطأ ، وبالتالي أى الفرضين هو الصحيح . والواقع أن الفرض التموجى هو الصحيح .

(١) انظر فيما بعد (الفصل العاشر قسم ٥٥٤) شروحا أكثر تفصيلا لهذين الفرضين ، ونحن نفترض أنهما معروفان بالقدر الكافى ، عن طريق الكتب المدرسية في الضوء .

وفي مبدأ الأمر تثير القدرة الإقناعية لهذا النوع من الأمثلة دهشة المرء . ومع ذلك فإن هذه الأمثلة نادرة . ويبدو أن التجربة الفاصلة ترودنا بنوع من برهان الخلف على الفرض الذي تثبت صحته .

١٠ - ولكن ليس هناك تجربة فاصلة بالمعنى الصحيح :

بين بيير دوهم (١) Pierre Duhem أنه ليس ثمة تجربة فاصلة بالمعنى الصحيح ، وذلك لسبب عرفناه من قبل : فالواقعة العلمية التي يراد أن تكون دليلاً للإثبات ، تفسر عن طريق معارف سبق اكتسابها ، أي أن لها في ذاتها مضمونها نظرياً كاملاً ، بحيث أن الفرضين لا يتعتلان في صورتها الخالصة . فالشيء الذي يحققه المرء عندئذ هو العلم كاملاً ، وقد أضيف إليه محتوى جديد هو الفرضان المتضادان . فإن كان جواب التجربة عن أحد الفرضين بالسلب ، فإن نعلم على وجه الدقة إن كان ما تكذبه هو الفرض الذي نحن بصددده ، أو كان مسألة أخرى في ذلك العلم يجب علينا معاودة بحثها . ونقول بعبارة أخرى ، إن العلم في جملته هو الذي يكون صواباً أو خطأ ، لا الفرض الواحد .

١١ - هناك تشابه عميق بين العلوم الرياضية والعلوم التجريبية : تبين لنا أن منهج الطبيعة الرياضية نصف رياضي ونصف تجريبي .

La Théorie physique, son objet et sa structure. Paris (١)
(Chevalier et Rivière) 1906, seconde partie, chap VI, § III :
« l'experimentum crucis » est impossible en physique.

والواقع أن التطورات الثابتة أثبتت صحة رأي دوهم : فقد اضطرت العلماء إلى العودة إلى فرض الجسيمات (انظر الفصل المباشر ، قسم ٥) . فالأمر الذي أثبتته التجربة « الفاصلة » التي قام بها فوكو ، لا يبدو أن يكون التليل على أن الضوء أبطأ في الماء منه في الهواء . ومن الممكن أن يكون الفرض التتوحي صحيحاً في هذه الناحية ، غير أن فرض الجسيمات قد يكون بدوره صحيحاً في نواح أخرى كما سنرى فيما بعد . وعندئذ يضطر المرء إلى التوفيق بين الفرضين .

فهو رياضى من حيث إنه يستبدل بالواقعة المشاهدة واقعة ذات صورة رياضية ، ويدخل هذه الواقعة فى صيغة رياضية ، هى الدالة . وهو تجريبي من حيث إنه يبدأ بمشاهدة أمر ما ، أى بإدراك حسى ، تدخل فيه الذهن على نطاق واسع حقا ، ولكنه إدراك حسى على أية حال . ثم إن العلم يعود فى نهاية الأمر إلى ذلك الإدراك الحسى الذى بدأ منه . فضلا عن ذلك ، فالإدراك الحسى الأخير هو الذى يحكم على القانون ، فلما أن يؤكد صحته ، ولما أن يرفضه مؤكدا بطلانه .

ومن ثم فإن قوام منهج الطبيعة الرياضية هو الفصل بين العمليتين اللتين كان يجمع بينهما البرهان الرياضى ، واللتين لا يستطيع منهج علم الطبيعة أن يجرهما مجتمعين : أى العملية التى يتم بها الفهم ، والعملية التى يتم بها التحقق .

فهناك إذن تشبه عميق - مع وجود اختلاف واضح - بين المنهج الرياضى ومنهج الطبيعة الرياضية ، أى بعبارة أعم ، منهج العلوم « للتجريبية » اعنى العلوم الخاصة للتجريب .

المعانى المختلفة لكلمة الفرض : التشابه والاختلاف السابقان يدل عليهما تشابه واختلاف المعانى التى تفهم بها كلمة الفرض التى تستخدم فى الرياضة وفى العلوم التجريبية معا .

فالكلمة اليونانية *hypothesis* تعنى الأساس المنطقى أو المبدأ (أى ما يوضع تحت *supposé* ، أو ما يفترض) .

(أ) ومن هنا كان المعنى الأول لكلمة الفرض : إذ يشير إلى المبادئ المعترف بها (كالتعريفات والبديهيات والمصادرات) والتى تستخدم نقطة بدء فى الرياضيات . غير أن هذا المعنى قد أصبح قديما .

(ب) ويقرب من ذلك معنى آخر يستخدم بدوره فى الرياضة ، وفيه يكون الفرض هو الحالة المعطاة للشكل أو العلاقة المعطاة . (كالفرض فى النظريات الهندسية) .

وكثيرا ما يستخدم معلوم الرياضيات كلمة الفرض بهذا المعنى الثانى الذى يرتبط بالاول ، لأن حاله الشكل أو علاقته إذا ما أعطيت . فانها تضمن فى الوقت ذاته ، الخصائص التى عرفت من قبل ، وبالتالي تضمن المبادئ بالتدريج .

ولنلاحظ العنصرين اللذين ينطوى عليهما هذا المعنى : فالفرض هو ما يسلم به ، ويعطى ، ويوضع على نحو ما ، وما يتفق عليه . وهو أيضا ما يستخدم اساسا نتقدم من بعده .

(ج) والفرض ، فى علم الطبيعة الرياضيه وفى العلوم « التجريبية » بوجه عام ، هو القانون الذى يخترع ، والذى سوف يتحقق أمرا من صدقه . وعلاقته هذا المعنى بالمعنيين السابقين واضحة ، إذ يظل الفرض نقطة بدء لتقدم تال ، وهو نقطة بدايه تحد مبدأ ، أعنى انها أكثر وضوحا من نتائجها ، وكل ما فى الأمر أن الفرض هنا لا يعود مبدأ يوضع بطريقة حملية مطلقة وتنتقل حقيقته إلى نتائج ، بل هو مبدأ مؤقت لا زال مشكوكا فيه ، يسمى إلى البحث عن الحقيقة باستخلاص ما ينطوى عليه من نتائج . فما يأتى به الفرض هو المعقولييه . ومن الواجب ان يذهب إلى الحقيقة باحثا عنها ، ومن هنا أتى التخمين الذى أصبح فى نهاية الأمر مرتبطا بالفرض .

(د) سوف نعرض فيما بعد (١) لمعنى رابع لكلمة الفرض ، وفيه يكون الفرض هو النظرية ، أعنى أنه تفسير للظواهر يتصف بأنه أكثر عمقا وتخمينا فى الوقت نفسه . وفى هذا المعنى الرابع ، يكون التخمين أشد وضوحا ، غير أن المعقولييه بدورها تصبح فيه أعظم . فالعنصر المشترك بين العلوم الرياضيه والتجريبية هو أنها تستخدم « الفروض » مع فارق واحد ، هو أن الفرض يكفى للتحقق من صدق النتائج فى الرياضة وحدها ، ولكنه هو الذى يقوم بالتفسير فى كل هذه العلوم .

ومن المحتمل أن تكون العلوم الرياضيه قد بدأت بمرحلة تجريبية . ومن ناحية أخرى ، فقد أشرنا إلى الأصول التجريبية التى يرجح

انها كانت أساس الهندسة والميكانيكا . وفي مقابل ذلك بينا أن البحوث الأولى في الطبيعة الرياضيه تتمثل في صورة إقليديه ، تبدأ بمصادر ونظريات . والخلاصه ان العلوم الرياضيه هي علوم تجريبيه تأكد طابعها العقلي وأصبح ثابتا .

ولكن لم حانت ذلك ؟ وما أصل هذه الميزه التي تنفرد بها ؟ أو لفتتاعل على عكس ذلك فنقول : ولماذا لا تصل العلوم الاخرى إلى هذه المرتبة ؟

في نهاية الفصل السابق آجبنا عن هذا السؤال إجابة جزئية . فقد قلنا إن نشاطا عقليا معيناً ، أعنى ذلك النشاط الذى يحصى ، ويضع العلاقات ، ويرسم الأشكال ، قد وصل في الرياضيات إلى مرحله الاستقلال الذاتى ، أعنى إلى الشعور التام بذاته ، والاكتفاء الكامل بنفسه . ذلك لأن الوقائع التى بدأ منها بسيطه ، أعنى أنه أمكن استخلاصها للوصول بسهولة إلى الأفكار التى استطاع الذهن إنشاءها ، والتى تؤدي إلى فهم هذه الوقائع . ففي الرسم مثلا أمكن الانتقال بسهولة من الخط المرسوم إلى المستقيم ، وفي نظرية الآلات (الميكانيكا) أمكن الانتقال من الآلة الماديه إلى عناصرها العقلية (ذراع الرافعة ، أنحدار السطح المائل ، نقطة التطبيق ، الاتجاه ، شدة القوة) . وعندئذ تبين أن الأفكار التى أنشئت على هذا النحو تفسر الوقائع التجريبية التى بدأنا بها في أول الأمر تفسيراً كاملاً . فالخصائص الهندسية للدائرة تفسر كون الخط الذى يقيس محيط حلقة ، أيأ كان حجمها ، هو في جميع الأحوال أكبر قليلا من ثلاثة أمتال الخط الذى يقيس قطرها . والخصائص الهندسية للشكل البيضاوى تفسر كون الحلقة التى ينظر إليها من زوايه تبدو دائماً في شكل بيضاوى .

ولكن الموضوعات التى تدرسها العلوم التجريبية معقدة ، وربما كانت كما قال ليننتر ، معقدة إلى حد لا نهاية له ، بحيث يستحيل استيعابها . فالضوء والحرارة مثلاً يتكشفاً في كل لحظة عن خصائص غير متوقعة (وأعتقد منهما بكثير الحياة ، وهي موضوع العلم الذى سوف نتحدث عنه في الفصل التالى) .

إن الضوء ينشر في خط مستقيم ، وينعكس تبعاً لقوانين هي في ذاتها بسيطة إلى حد ما . وطالما اقتصر البحث على هذه المسائل ، كان من الممكن تصور علم « هندسى » للضوء يكون ملحقاً بعلم الهندسة ، وذلك لو أضفنا عدداً من المصادر المكتملة . ولكن كشفت بعد ذلك الوقائع المعقدة الغامضة التى يشتمل عليها علم الضوء « الطبيعى » ، وهى التى بدأت بالخصائص الضوئية العظيمة التعقيد للبلورات ، مثل بلور « سبات Spath » فى آيسلنده^(١) ، ومنها إلى الانعطاف أو الزينغ diffraction^(٢) ، وإلى تلون الشرائح المعدنية الرقيقة بلون قوس قزح^(٣) الخ .
ومع ذلك ، يظل بين العلوم الرياضية والعلوم التجريبية علاقة مزدوجة :

- ١ — فالأولى هى المثل الأعلى للثانية ، التى تسمى إلى التشبه بها ، على نحو ما أمل ديكارت .
- ٢ — والأولى هى صورة الثانية ، فكل ما هو معقول فى المجال التجريبى ، له تركيب أو صورة رياضية .

١٢ — العلوم الرياضية وعلم الطبيعة الرياضى فرضية استنباطية :
يمكننا أن نعبر عن التشابه بين العلوم الرياضية وعلم الطبيعة الرياضى بقولنا إن كلا منهما علوم « فرضية استنباطية » ، ونعنى بهذه الكلمة أن مناهجها المشتركة تنتقل من الفرض إلى نتائج عن طريق الاستنباط . وفى العلوم الرياضية تثبت النتيجة عندما يتم الاستنباط . وفى علم الطبيعة الرياضى يبدأ التحقق بعد أن يتم الاستنباط . وفى الأولى ينزل البرهان من الفرض إلى النتائج ، وفى الثانية يصعد من النتائج إلى الفرض .

(١) الفصل الخامس من كتاب Traité de lumière تأليف هيجنز Huygens (١٦٧٩) عنوانه : « الانعكاس الغريب للبلور آيسلنده » .

(٢) عرض هذه الصفة جريمالدى اليسوعى Grimaldi فى ١٦٦٢ فى كتابه : فى الضوء والألوان وقوس قزح .
(٣) كشفه نيوتن فى كتابه « علم الضوء » ، (١٧٠٤) .

الفصل الثامن

علوم الحياة

علم الفسيولوجيا (وظائف الأعضاء) هو دراسة الوظائف التي تتألف منها الحياة . وهو يقتصر في بحثه للمادة الحية على النظر إليها من حيث ما فيها من حتمية ، وعلى تفسير الوظائف عن طريق البيئة الداخلية . وهكذا فان منهجه هو في أساسه منهج العلوم الطبيعية والكيميائية ، أى أنه منهج ثلاثى يشتمل على ملاحظة الظواهر ، والكشف عن الفرض ، والتحقق من صحته . ولكن يبدو أن الأحياء تتمثل فيها غائية توجه الأجزاء نحو المجموع الكلى للكائن العضوى ، وهذا التوجيه هو موضوع دراسة أبحاث حديثة .

وقد نشأ علم الحياة عن مذهب التطور ، الذى يرجع إلى « لامارك » و « دارون » . ومذهب التطور في أساسه تفسير للأشكال الحية عن طريق البيئة الخارجية ، والسلالات السابقة ، أعنى أنه تفسير لها عن طريق ظروفها وعزلها ، لا عن طريق مرتبتها في التصنيف : ومن هنا كانت هذه الأشكال قابلة لأنواع من « التحول » . ولكن تفسير « لامارك » لهذه التحولات بواسطة صفات مكتسبة عن طريق تكيف الأعضاء أو الوظائف تحت تأثير البيئة ، ونقل هذا الاكتساب بالوراثة ، وكذلك تفسير دارون لها عن طريق تغيرات مورثة تحدد الانتقاء الطبيعي ، نقول إن هذه التفسيرات لم تعد مقبولة لدى باحثى علم الحياة المعاصرين .

ومع ذلك ، فالمذهب التطورى يظل منهجا للبحث والتفسير . ويوجه عام الحياة الحديث جهوده نحو بحث مشاكل علم الأجنة [Embryologie] وعلم الوراثة .

١ — علم وظائف الأعضاء

١ — الفسيولوجيا هي دراسة الوظائف التي تتألف منها الحياة :

موضوع علوم الحياة هو الخصائص التي تتميز بها الكائنات الحية . ولقد كانت هذه العلوم في الأصل مختلطة بالطب . غير أن النمو المتتابع للمعارف . وتأثير العلوم المتصلة بالطب ، أدباً إلى الفصل بين النظرية المحضة وبين التطبيق العملي ، وإلى تمييز علم العلاج «Thérapeutique» أو فن الشفاء ، وهو الطب بمعناه الصحيح ، من « العلم » النظري المحض ، وهذا العلم النظري ينقسم إلى :

١ — علم التشريح : وهو علم قديم جداً ، ينحصر في وصف « الأعضاء » التي يتكون منها الكائن العضوى ، ويقتضى مجموعة من العمليات لاقتطاع الأعضاء (أى تشريحها) ثم إعدادها تمهيداً لحفظها ، أو ملاحظتها دون مشقة .

٢ — الفسيولوجيا : وعلى العكس من ذلك ، فإن العلم المسمى بهذا الاسم حديث إلى حد ما . ورغم أن الكلفة التي تدل عليه ترجع إلى القرن السادس عشر ، فإنه لم يصبح علماً محدداً إلا في القرن التاسع عشر ، بفضل جهود كلود برنار . وهو ينحصر في دراسة « الوظائف » أى القوانين التي تؤدى الكائنات الحية وظيفتها تبعاً لها . والمنهج المميز له هو « التشريح الحى vivisection » ، أى ملاحظته بطريقة عمل الأعضاء « الحية » التي يجرى عليها التجارب بوساطة عمليات مختلفة ذات طبيعة جراحية : كالإبتر التجريبي ، أو « عمليات القصد » التي تهدف إلى فحص السوائل التي يفرزها العضو أثناء أدائه لوظيفته ... الخ . ولقد أصبح علم وظائف الأعضاء أهم العلوم التي تفرعت عن الطب القديم وأكثرها نفعا .

٢ - الفسيولوجيا ليس لها أن تفسر الحياة :

وهنا يعرض سؤال أولى ، فهل تستطيع علوم الحياة أن تفسر لنا كنه الحياة ؟ لا شك في أن المرء يميل إلى الثقة بقدره هذه العلوم ثقة لا حد لها . ولكن للمرء أن يخشى من أن الحياة بطبيعتها لا تخضع خضوعا مطلقا لمناهج العلم .

فما الكائن الحي إذن ؟

الحياة والفردية :

١ - لقد قيل إنه هو الفرد ، أى هو حقيقة تنطوى على طابع مزدوج ، هو أنها : مصددة المعالم ، منعزلة في المكان ، قائمة بذاتها ، أى بمعنى ما حقيقة لا ينفذ إليها غيرها ، كما أنها مزودة بوحده داخلية ، بحيث تغنى الأجزاء إذا انحل الكل ، أى إذا أصيب الكائن العضوى في مقتل . ولاشك في أن فردية الحيوان أو النبات ليست مطلقة ، إذ يتفق أحيانا أن يعاد تركيب الكائن العضوى عن طريق أحد أجزائه المنفصلة ، بل إن هذه الظاهرة هي المعتادة في أنواع معينة من التكاثر ، كما هي الحال في تكاثر النباتات بانفصال بعض أجزائها . ولكن الذى نستنتجه من ذلك ، كما قال برجسون في عبارته الدقيقة ، هو « أن الفردية لا تكون كاملة أبدا ، وأنه كثيرا ما يكون من العسير ، بل من المحال أحيانا ، أن نفرق تفرقة واضحة بين ما هو فردى وبين ما هو غير فردى ، ولكن هذا لا يحول دون القول بأن الحياة تسعى إلى تحقيق الفردية ، ولكن هذا لا يحول دون القول بأن الحياة تسعى إلى بطبيعتها » (١) . ولقد كان علماء الكيمياء القدامى يقولون إن الكائن العضوى كونه مصغر microcosme . وإذا كان من سوء الفهم أن نتصور الكون المصغر على مثال الكون الحقيقى ، وعلى أنه مكون من أجزاء تتناظر أجزاء الكون ، فمن المؤكد مع ذلك أن الكائن العضوى

الحي يشبه الكون إلى حد معين ، يتمثل في أنه هو الآخر كل يسدو
موجودا لذاته •

الحياة ، والطبيعة ، والميل :

٢ - وللكائن الحي «طبيعة» ، أو « ماهية » داخلية ، يمكن تصورها
على أنها حقيقة تعبر عن طريقة تركيب ذلك الكائن • ولقد تصور
« اسبينوزا » ^(١) هذه الطبيعة على أنها نوع من « التناسب من شأنه
أن يؤدي بكل الأجزاء إلى الاحتفاظ فيما بينها بنفس علاقات الحركة
والسكون » •

٣ - يبذل الكائن العضوى من أجل هذه الطبيعة أو الماهية
« جهدا للمحافظة على وجوده » كما قال اسبينوزا ^(٢) « أعنى » ميلا
إلى المحافظة على صيغة تركيبه أو إلى إعادة تركيبها •

الحياة ، والتمثيل ، والتعويض :

٤ - هذا الميل يبعث في أعماق الكائن الحي وظائف التغذى
والتعويض • فبال تغذى « يمثل » مواد خلا ما تأتيه من الخارج ، أى
أنه يلائم بين هذه المواد وبين تركيبه ويدمجها فيه • وفضلا عن ذلك ،
يعوض ما يفسد من كيانه ، بأن يعيد إلى حد ما بناء الأنسجة المصابة
(ظاهرة الاندمال cicatrisation) ويطرد أسباب الفساد أو يبطل
أثرها • ولقد كان الأطباء القدماء يقولون بوجود قوة علاجية
للطبيعة vis medicatrix naturae أى قدرة طبيعية تعيد
ترميم الكائن • والحق أن علاج المرض يحدث في كثير من الأحيان ،
بل في أغلب الأحيان ، عن طريق ، « ترك الطبيعة تعمل » ، أى عدم
الوقوف في وجهها • ولقد كان أنصار « طب الانتظار » - أعنى
أولئك الذين يؤمنون بالعلاج الذى تنتظر فيه الطبيعة حتى تقضى على

Ethique, partie II, lemme V, à la suite de la
proposition XIII.

(١)

Ethique, partie III, propositions VI, VII et VIII.

(٢)

أصل الداء أو تعيد الأمور إلى نصابها — كانوا يقولون : علينا أولا
الأنفعل شيئاً يضر [primo non nocere] • والواقع أن شفاء
كسر في العظام ليس غير إعادة وضع الطرفين في الموضع المعتاد (أى
جبر الكسر) ثم الانتظار حتى يتم الالتئام من تلقاء ذاته • ومن هنا
كان « أمبروازباريه » Ambrosie Paré يقول عن الجرح « لقد
كنت أضمده ، ولكن الله هو الذى يشفيه » •

غرائز البقاء والتكاثر :

• — ويبدو هذا الميل بصفة أكثر وضوحاً ، فى « الغرائز » ،
التي هي نظم تلقائية من الأعمال ، تهدف بوضوح إما إلى حفظ الكائن
الحى (كالدفاع عن الذات ، أو الحركة ، أو البحث عن الغذاء أو
التكاثر) ، وإما إلى تكاثره (كالحمل ، وإخراج الكائن الجديد وتغذيته
وحمايته ... الخ) •

الحياة والغائية :

وهكذا تجرى الأمور كما لو كان الكائن الحى ينطوى فى ذاته ، كما
يقول كلود برنار (١) ، على « فكرة موجبة » تحققها قسوة داخلية
وتحميها ، وتعمل على امتدادها ، وهذه الفكرة هي مصدر وحدة
الكائن الحى •

٦ — وبذلك يكون للكائن الحى « مصير » خاص به ، وتمر حياته
بسلسلة من « المراحل » التى تتحدد من الداخل • فالكائن الحى
« يهرم » على حد تعبير برجسون ، أى أنه يسير من الميلاد إلى
الموت عبر سلسلة من المراحل التى « تنضج » (١) ثم تؤدى به إلى
الهلاك ، ومدة حياته محدودة •

Introduction à l'étude de la médecine expérimentale (١)

2e partie, chap II. 81

L'évolution créatrice (Alcan) P. 16-17

(٢)

ومادام الأمر كذلك ، فإننا ندرك السبب في أن بعض الفلاسفة اعتقد أن التفسير المألوف في العلوم الطبيعية الكيميائية لا ينطبق على الكائنات الحية ، لأن هذا التفسير يقتضى أن يكون موضوعه داخلا في نطاق الحتمية العامة ، دون استثناء أو امتياز ، وألا يكون متصفاً أو منفرداً بشئ خاص به ، وأن تكون طبيعته خارجة عنه تماماً . أو على الأصح ، ألا تكون له « طبيعة » ولا « ماهية » . إذ يفسر كل ما يطرأ عليه تفسيراً كاملاً بالبيئة المحيطة به والقوانين التي يخضع لها ، وهذه القوانين ليست كامنة فيه ، بل إن هذا هو الشرط الذي يسمح بتطبيق الرياضة على المادة ، إذ لا تكون للمادة قوانين رياضية ولا علم طبيعة رياضي ، إلا إذا فسرنا كل ما يطرأ على المادة بعلاقات متناسبة رياضياً مع ما هو خارج عنها . ويترتب على ذلك أن التفسير العلمي ينتقل من الأجزاء إلى الأجزاء ومن الأجزاء إلى الكل ، ولكنه لا ينتقل أبداً من الكل إلى الأجزاء ، بل إن العلم لا يعرف كلا ولا فرداً بالمعنى الصحيح . وهذا هو ما يسمى بالتفسير عن طريق الأسباب .

ولقد رأينا الآن أن الحياة تتطلب ، فيما يبدو ، نوعاً آخر من التفسير ، ذلك هو التفسير بالغايات ، أو بالغائية . والغاية هي الهدف المقصود ، وليست مجرد نتيجة . فالغائية هي تفسير الظواهر بفكرة موجهة يعبر عنها الكائن العضوى أو ينطوى عليها . وهى — على حد تعبير « لاشلييه » الموجز — « عليه الفكرة » (١) ، في حين أن العلم لا يعترف إلا بعلية الظاهرة السابقة .

فإذا كانت الغائية « حقيقية » ، فإننا نتردنا بالتفسير « الصحيح » ، أى أن أداء الوظائف في الكائنات العضوية يرجع إلى « الطبيعة » ، « والماهية » ، « والفكرة الموجهة » ، لا إلى تركيب الكائن العضوى ، أى طريقة تنظيم « أجزائه » ، أى أنه إذا كانت هناك وظيفة تسمى بالهضم ، فذلك راجع ، في نظر التفسير العلمى ، إلى أن الكائن العضوى

(١) Dans la «Vocabulaire technique et critique de la philosophie» publiée par André Lalande (Alcan) t. I. P. 259

يشتمل على معدة ، وعلى عصاره هضمية • أما في التفسير الغائي •
فإن المعدة والعصاره الهضمية توجدان من أجل الهضم ، أى لكي تتم
عملية الهضم • فالوظيفة « تخلق » العضو ، والحياة « تخلق » الحائن
الحى •

٣ — الفسيولوجيا تتجه إلى الاستغناء عن التفسير الغائي :

من الصحيح أن هناك تصورا معينا للغائية يوقعنا في أسئلة عسيرة
لا سبيل للعلم إلى الاجابة عنها ، وذلك بقدر ما يظل هذا التصور
مرتبطا بالفلسفة التلقائية التى ترى الانسان صانعا homo faber ،
أعنى كائننا يستخدم وسائل معينة من أجل تحقيق غاية ما • هذه
الأسئلة هى :

١ — (ميتا فيزيقا الغائية) : كيف يمكن تصور هذا الخلق ؟ هل لنا
أن نتحدث عن غاية إلهية ؟ أم نقصر على افتراض « طبيعة خيرة »
أى طبيعة تسهر على رعاية مصالح الكائنات الحية ؟

٢ — (مشكلة القيم) : إن الغاية أسمى من الظواهر التى يجب
عليها تفسيرها ، وهى أرفع فى قيمتها منها • فالحيوان أعظم قيمة من
أعضائه • وهكذا يؤدى التفسير الغائي إلى إقحام اعتبارات « القيمة »
وهى اعتبارات لا شأن للعلم بها •

٣ — (اتفاق الغايات) كيف نوفق بين كل التفسيرات الغائية ؟
أيتسنى لنا التوفيق بين ما هو فى صالح كائن عضوى وما هو فى صالح
كائن آخر ؟ وهل خلق العشب « من أجل » أكلة العشب ؟ أم أن أكلة
العشب خلقت « من أجل » أكلة اللحوم ؟ ولن ، أو لم ، خلقت أكلة
اللحوم ؟

تلك سلسلة من المشكلات التى يفضى إليها التفسير الغائي بالمعنى
الذى حددناه من قبل ، أو إن شئت فمنه التفسير القائم على التشبيه

بالإنسان *anthropomorphique* ، وهي مشكلات لا قبل للعلم بها .
ولذا أمكن أن توجه إلى هذه الغائية في علم الحياة الاعتراضات
التالية (١) : كل تقدم في العلم إنما هو تقدم في التفسير عن طريق
العلل . فمثلا كان الرأي متفقا من قبل على أن العلم يفسر الظواهر
المتعلقة بأداء الأعضاء تامة التكوين لوظائفها (*Catagenèse*) ، ولكنه
يخفق في تفسير تركيب هذه الأعضاء وخلقها ونموها (*Anagenèse*)
ولكن تبين أن خلق الأعضاء (وكان يسمى من قبل *Ontogenèse*
أي خلق الفرد) يرتبط ارتباطا وثيقا بالهرمونات التي تفرزها الغدد
الصماء ، كالغدة الدرقية مثلا ، التي تفرزها الأجسام الدرقية .
وهكذا يتضح لنا أننا بسبيل الوصول إلى نظرية « سببية » عميقة
خاصة بظواهر تكوين الأعضاء .

٢ — على أن المسألة لا تقف عند هذا الحد ، فالتفسير الغائي لا يمكن
الانتفاع به من الناحية العملية . ففي التطبيق الطبي ، لا يهمنا أن
نعلم إذا كان الهضم « غاية » للمعدة . والواقع أن المعدة تهضم
« لأنها » تفرز العصارة الهضمية ، وأن المرء يصاب بعسر هضم عندما
تنقص في العصارة الهضمية مادة معينة يمكن أن يحل محلها دواء معين .
ولقد قال بيبكن — ساخرا « إن السعي وراء العلة الغائية إنما هو سعي
عقيم لا يولد شيئا ، مثله مثل العذراء التي تهب نفسها لله » .

*Causarum finalien inquisitio sterilis est, et tanquam virgo Dei
consecrata, nihil pavit.* (٢)

ولهذه الأسباب اتجهت علوم الحياة إلى الاختصار على الأسباب وإلى
إغفال الغايات . ولكن هل هذا الإغفال ممكن ؟

أجل ، لأن التفسير الغائي يفترض التفسير بالسبب ، أما العكس

(١) استخدم برجمسون هذه الالفاظ في « التطور الخالق » ص ٢٧ .

(٢) أورد هذه العبارة *Nauxion* في طبعته للمختارات من مؤلفات

بيبكن :

*De dignitate et augmenta scientiarum (principaux chapitres
de Francis Bacon de Verulam), Delagrave, P. 29.*

فغير صحيح . فالغاية تفترض الوسائل ، والوسيلة تؤدي دور السبب بالنسبة إلى الغاية ، التي هي دائما نتيجة ومعلول . ومن هنا أمكن القول إن الغائية وإن تكن شيئا يزيد على السببية ، فإنها سببية مثل كل شيء ، وهي في حاجة إلى السببية . فالغائية إذن لا تكفى بنفسها . وإذا كانت العين قد خلقت « لكي » تبصر فذلك لأن تركيبها يؤدي إلى الإبصار بوصفه « نتيجة » .

أما التفسير بالعلّة أو السبب فهو قائم بذاته تماما ، بل إن أشد أنصار الغائية تحسبا مضطرون إلى الاعتراف بوجود حالات لا وجود للغاية فيها (atellie) أو حالات تتجاوز فيها الغاية hypertellie ، على حد تعبير كوينو Guénot (١) .

لهذا السبب كان في استطاعة علوم الحياة أن تستبعد الغايات تماما ، وأن تحذو حذو الطبيعة والكيمياء ، في الاقتصار على التفسير بالمعلل .

الغائية والكلية :

كانت وجهة النظر التي فحصنا الغائية تبعاً لها حتى الآن قائمة على التشبيه بالإنسان Anthropomorphique بدرجات متفاوتة . ولكننا نصادف في علم الحياة معنى لمصطلح الغائية Finalisme يمكن فحصه هذه المرة من وجهة النظر العلمية . ذلك لأن الكائن الحي يبدو بمظهر الحقيقة الكلية . إن كل وظيفة للكائن العضوى تتضمن مع الوظائف الأخرى . وهذه الوظائف تتصافر « وتتجه » نحو كل . وإن ظواهر تجدد الأنسجة régénération (انظر القسم الثانى) والظواهر التي تستطيع أجزاء معينة من الكائن العضوى أن تحل فيها محل أجزاء أخرى مصابة في الكائن العضوى ، نلتشهد بحقيقة هذا الاتجاه نحو الوحدة في الكائن العضوى . فإذا ما نزعنا البلورية من الكائن المسمى « سلمندرا مأكولاتا » مع ابقائنا على القرصية ، فإن الجزء

الأعلى من القزحية يمكنه أن يعيد تجديد أنسجة الصدقة (وقد أورد برجسون هذه التجربة في كتاب التطور الخالق ص ٧٦) • فإذا أطلقنا اسم التفسير الغائي على إدراك حقيقة اتجاه الوظائف نحو الوحدة الكلية التي يكونها الكائن العضوى ، وعلى دراسة هذا الاتجاه ، دون إشارة إلى أى هدف مقصود ، فعندئذ يمكننا القول بأن لمل هذا التفسير المعانى ما يبرره فى علم الحياة •

٤ - منهج الفسيولوجيا : الحتمية ونظرية البيئة الداخلية :

كان أول من وضع أسس الفسيولوجيا على النحو الذى تبثت عاينه اليوم فى المعامل ، هو هارفى Harvey ، وهو طبيب انجليزى كان هو أول من تقدم فى ١٦٢٨ بنظرية محددة فى الدورة الدموية ، وهى ظاهرة فسيولوجية أساسية • وفى القرن الثامن عشر ، توصل لافوازييه ولابلاس إلى تفسير يعطى - على الأقل - أهم ما فى ظاهرة الحرارة الحيوانية ، وهى تلك الصفة الفريدة التى تتمثل لدى الكائنات العضوية العليا ، والتى تجعل هذه الكائنات تحتفظ بدرجة حرارة ثابتة ، رغم التغيرات الحرارية فى البيئة المحيطة ، ما دامت تعيش فى حالة طبيعية • وأخيرا ، حدد كلود برنار الفسيولوجيا فى شكلها النهائى عندما بين كيف يمكن تطبيق مبدأ الحتمية على الحياة • وإنه ليبدو بالفعل ، للوهلة الأولى ، أن الكائنات العضوية لا تخضع للقانون الذى يقضى بأن تكون النتائج متفقة مع الأسباب ، إذ يبدو أن البيئة لا تؤثر فيها إلا تأثيرا وقتيا محدودا ، فمثلا لا تستطيع البيئة أن تحدد حرارتها وتركيبها الكيميائى تحديدا تاما • ولكن ينبغى أن نميز بين « البيئة الخارجية » ، أى الوسط الذى يحيط بالحدود المرئية للكائن العضوى (الجلد) ، وبين البيئة الداخلية ، أى مجموع السوائل العضوية « والأمزجة » كما كان يقال قديما ، كالدم والسائل الليمفاوى (١) •

والواقع أن الكائن العضوى منعزل عن البيئة الخارجية بنوع من القشرة العازلة المتناسكة إلى حد ما ، ولذا كانت البيئة الخارجية لا تؤثر فيه مطلقا ، أو لا تتحكم فيه على الأقل إلا جزئيا . ولكن ليس الأمر كذلك بالنسبة إلى البيئة الداخلية . فبالخلايا التى تتكون منها الأحياء العليا مغمورة تماما فى الدم والسائل الليمفاوى ، اللذين يعدان بيئتهما الحقيقية ، واللذين يحددان حالة الخلايا بدقة مطلقة . فحرارة الجسم البشرى مثلا تظل ثابتة فى الأحوال العادية رغم تغيرات الحرارة الخارجية ، ذلك لأنها تتوقف على ظواهر كيميائية تستقر فى البيئة الداخلية ، حيث تتحكم عملية عظيمة الدقة فى حفظ توازنها . فإذا ما طرأ على هذه العملية تغير طفيف ارتفعت درجة الحرارة مثلا ، وادى ذلك إلى الإصابة بالجمى ، دون تأثير مباشر بالبيئة الخارجية .

فعلينا إذن ان نتصور الكائن العضوى فى الأحياء العليا على أنه كتلة منتظمة من الخلايا ، بيئتها الحقيقية المحددة لها هى الدم والسائل الليمفاوى . وينحصر منهج علم وظائف الأعضاء فى البحث عن الصتمية العضوية فى العلاقات بين الخلايا وبين الدم أو السائل الليمفاوى .

وإننا لنعلم بوجه خاص تلك الكشف التى لا زالت فجوة ، ولكنها تبشر بمستقبل باهر ، والتى أتاح ذلك المنهج الاهتداء إليها فى مجال الغدد « السماء » . هذه الغدد ، كما نعلم — تصب إفرازاتها فى البيئشة الداخلية التى تحدث فيها عن بعد تغيرات هامة كانت لا تخطر لنا على بال .

المنهج الطبىمى الكيميائى فى الفسيولوجيا :

ذلك هو المنهج الذى وضعه هارفى ، ولافوازييه ولابلاس . واندى صاغ كلودبرنار (١) قواعده النظرية . فضلا عن قيامه بأعظم تجاربه العملية . والمبادئ الأساسية لهذا المنهج هى :

(١) لم ينكر كلود برنار أبدا مبادئ هذا المنهج . ولكنه عندما كان يرفع عينيه (أن جاز هذا التعبير) فرق عمله التجريبيى ، ويفكر تفكيراً =

١ - أن حتمية ظواهر الحياة صارمة تماما كحتمية علم الطبيعة والكيمياء .

٢ - وهي من نفس الطبيعة ، أعنى أن المرء لا يصادف في الكائنات العضوية سوى ظواهر طبيعية وكيميائية . فالمادة الحية ، كما قيل ، « ذات تنظيم عضوى » ، أعنى أن لها تركيبها الخاص ، وهذا التركيب عظيم التعقيد . ولكن عناصره هي نفس العناصر التي تكون المادة الجامدة : فالكربون والآزوت والهيدروجين تلعب فيها الدور الرئيسى . و « الكيمياء العضوية » إنما هي امتداد « للكيمياء المدنية » أى لكيمياء الأجسام الجامدة . وليس هناك عنصر كيميائى تختص به الأجسام الحية . والتفاعلات الكيميائية التي تلاحظ أو تنتج في معمل الكيميائية تنتج كذلك في الكائنات العضوية ، وكل ما في الأمر أنها عندما تحدث في الكائن العضوى تخضع لشروط أكثر تعقيدا من ذلك ، وإن كانت واحدة في حقيقتها . فمن وجهة نظر العلم الطبيعى يعد الكائن الحى « آلة » ، كما قال ديكارت من قبل عن الكائن العضوى الحيوانى ، وعن الكائن العضوى البشرى أيضا ، بالقدر الذى تتشابه فيه وظائفه مع وظائف الكائن العضوى الحيوانى .

ميتافيزيقيا في طبيعة الحياة كان يعبر أحيانا بطريقة مخالفة الى حد كبير . ولذا قيل ان بعض الأفكار التي قال بها عندئذ تمهد الطريق لفلسفة برجسون في علم الحياة وتبشر بها . فمنذ عهد كتاب « المدخل الى دراسة الطب التجريبي » (الجزء الثانى فصل ٢ قسم ١ ص ١٢٨ ، ١٤٠ ، ١٤٧ ، ١٤٨) نراه يقول :

« ان الظواهر الفسيولوجية المعقدة تتكون عن طريق سلسلة من الظواهر عظيمة البساطة التي تحدد كل منها ! أخرى ، وذلك بتجمعها أو اتحادها من أجل هدف نهائى مشترك . . . فالكائن الحى يكون كائنا عضويا ، وفردا قائما بذاته . أصاما ينتمى أساسا الى مجال الحياة ، لا مجال الكيمياء ولا مجال علم الطبيعة ولا أى شئ آخر ، فهو « الفكرة الموجهة » في هذا التطور الحيوى . ففي كل بذرة حية ، توجد فكرة خالقة تنمو وتتجلى عن طريق تنظيمه الداخلى . ويظل الكائن الحى طيلة حياته خاضعا لتأثير هذه القوة الحيوية الخالقة ، ولا يأتى الموت الا عندما لا تستطيع هذه القوة ان تحقق ذاتها » . أما في مجال العمل التجريبي ، فإنه يتشبه بشدة بالمبادئ التي سنوضحها .

وعلى هذا النحو تكون علم طبيعة كيميائى للحياة امتدت كشوفه
امتدادا هائلا وتلاحقت بسرعة كبيرة .

٥ — أمثلة للبحوث الفسيولوجية تبين المراحل الثلاثة للمنهج :

لكى نوضح خصائص المنهج فى الفسيولوجيا ، سنقتبس من كلود برنار
الأمثلة الآتية :

الأرناب من أكلة اللحوم : إن المثال الأول معروف مشهور ، وهو
مثال تلك البحوث التى اثبت بها « كلود برنار » أن الكائن العضوى
للحيوانات آكلة العشب ، إذا ما تعرض للصيام مدة طويلة ، يتغذى
من جسمه هو ، ويسلك مسلك الحيوانات آكلة اللحوم .

١ — فقد أتى « كلود برنار » لتجاربه بأرناب من السوق . وعندما
تبولت هذه الأرناب على منضدة المعمل ، لاحظ مندهشا أن بولها حمضى
صاف ، كما هى الحال فى أكلة اللحوم ، وليس قلويا عسكرا ، كما هى
الحال فى أكلة العشب عادة .

٢ — خطر بذهنه أن هذه الحيوانات ربما كانت محرومة من الطعام
منذ مدة طويلة ، وأن جسمها الذى يتغذى مما فيه من مواد داخلية
احتياطية ، هو فى حقيقته من أكلة اللحوم .

٣ — كانت التجارب التى حقق بها فكرته عظيمة التنوع والطرافة ،
فقد أخضع الأرناب لنظام غذائى عادى ، ثم منع عنها الأكل من جديد ،
فكان بولها يصبح مرة مماثلا لبول أكلة العشب ، ومرة لبول أكلة اللحوم ،
وأجرى تجارب مماثلة على غيرها من أكلة العشب كالحصان مثلا .
وأمكنه الوصول بالتجربة إلى « أرناب أكل للحوم » يتغذى بلحم
بقر مسلوق بارد (١) .

أكسيد الكربون : والمثال الثانى يتعلق بأسباب التسمم بوساطة

(١) المداخل الى دراسة الطب التجريبي الجزء الثالث ، الفصل
الأول ، القسم الأول ، المثال الأول . ومن المفيد للقارئ أن يطلع على
مجموعة التجارب التسالية فى ذلك الكتاب .

أكسيد الكربون • وهذا المثال أكثر تعقيدا ، لأنه ينطوى على إخفاق مؤقت عرضه صاحب التجربة باختراع فكرة جديدة (١) •

١ - سمم كلودبرنار كلبا بواسطة أكسيد الكربون ، ولما شرّحه وجد أن دم الحيوان قد أصبح كله قانيا كدم الشرايين •

٢ - وبدا له ، لأول وهلة ، أن كل الدم ، حتى دم الأوردة ، قد

أصبح « شريانيا » أى يشتمل على شحنة من الأكسجين حال تأثير المادة السامة دون تركها في الأنسجة ، واستبدال الحامض الكربونى بها •

٣ - على أن التحقيق أثبت بطلان الفكرة ، إذ لو كانت صحيحة ، وجب أن ينتج ماء عند إضافة هيدروجين إلى الدم ، ولكن هذا لم يحدث • ولم يحدث تفاعل بين الدم والهيدروجين •

٤ - ولكن كلودبرنار كان قد احتاط باستخدام عينات من الدم مأخوذة من الأوردة والشرايين معا • أما أن دم الأوردة لا يحتوى على الأكسجين ، فذلك أمر لاغربة فيه • ولكنه أيضا لا يحتوى على حمض كربونى • ثم إن لونه كلون دم الشرايين • وهنا يقول كلودبرنار « لقد استنفدت عندئذ كل ما في ذهني من تخمينات » ولكنه استقر أخيرا على الاستدلال التالي : إذا لم يكن هناك أكسجين فذلك يرجع إلى أن أكسيد الكربون قد حله محله ، بحيث أصبح الدم عندئذ عاجزا عن تثبيت الأكسجين • أما مظهره الشرياني فيرجع بلا شك إلى أن أكسيد الكربون قد ثبت على الكريات الحمراء •

٥ - وتمت مرحلة التجريب في الزجاج *in vitro* ، أى في وعاء من الزجاج ، أو بعبارة أخرى خارج الكائن العضوى ، وفي بيئة من الجماد • فآخذ كلودبرنار دما شريانيا سليما وسممه في أنبوبة اختبار ، وأمكنه أن يتتبع كيميائيا حلول أكسد الكربون بالتدرج محل الأكسجين •

سم الضفدع : هناك مثال ثالث ، وآخر رابع ، يبينان الدور الذى يلعبه الإيمان بالحتمية في البحث التجريبي • وفي هذا يقول كلودبرنار :

(١) المرجع نفسه • المثال الخامس

« إذا تمثلت في التجربة ظاهرة تبدو متناقضة إلى حد أنها لا تصبح مرتبطة ارتباطاً ضرورياً بشروط مصددة للوجود ، فينبغي للعقل أن يرفض هذه الظاهرة بوصفها ظاهرة غير علمية » (١) . فما معنى قوله هذا ؟ إن الظاهرة التي تخالف الحتمية إما أن تكون علة تسبب حدوث نتيجة معينة تارة ، ونتيجة أخرى تارة ثانية ، كيفما اتفق ، وإما أن تكون هي ذاتها معلولاً ينتج تارة عن علة ما ، وتارة عن علة أخرى ، كيفما اتفق . وفي هذه الحالة يجب على المرء ألا يصدق ما يراه . فوحدة العلة في الحالة الأولى ، ووحدة المعلوم في الحالة الثانية ، لا تعدوان أن تكونا وهيتين . ولا بد أن هناك فارقاً لم نره لأن حواسنا تفتقر إلى الدقة ، أولاً تتكيف مع الموقف ، أو لأن التجربة لم تجر بالقدر الكافي (١) .

١ — فالظاهرة هي أن السم الذي يفرزه جلد الضفدعة السامة يقتل الضفدعة العادية بأن يوقف قلبها ، ولكن لا يبدو أنه يسبب ضرراً للضفدعة السامة، هذا على الرغم من أن أنسجة القلب واحدة في النوعين .

٢ — فهناك إذن فارق لم نلاحظه للوهلة الأولى . ويحاول كلود برنار العثور على هذا الفارق فلا يهتدى إليه .

٣ — فلا بد إذن أن التجربة لم تجر بالقدر الكافي ، أي أنها لم تستغرق « الوقت » الضروري ، أو لم تطبق على « الكمية » اللازمة .

٤ — والواقع أن « الكمية » هي التي كانت ناقصة . فيكفي أن تضاعف الجرعة حتى تقتل الضفدعة السامة مثلما قتلت الضفدعة المعتادة .

وفي هذا المثل « يبدو » أن علة واحدة في ظاهرها تنتج المعلوم دون ضرورة محتومة .

(١) نفس المرجع . الجزء الأول ، الفصل الثاني ، القسم السابع ، من الطبعة المدرسية (هاشيت) .

(١) المرجع نفسه . الجزء الثالث ، الفصل الثاني ، القسم الثاني .
 المثل الأول والثاني .

الآثير وقنوات المصاراة الهضمية : فيما يلى معلول يبدو أنه ينتج دون ضرورة محتومة عن علة أو أخرى ، أو يبدو بالاختصار ناتجا عن غير علة :

١ - فعندما حقن كلودبرنار كلبا منع عنه الطعام بالآثير فى أمعائه ، وجد أن القنوات حاملة المصاراة الهضمية قد ابيضت ، كما لو كان الحيوان قد هضم مواد غذائية دسمة . وتلك هى الظاهرة التى لا نجد لها علة ، وهى « ظاهرة ممتنعة وغير معقولة » .

٢ - وغلبنا أن نهتدى إلى تحليل لها . وعندما فحص كلودبرنار الأدوات التى استخدمها فى تجربته فحصا دقيقا ، تبين له أن الآثير قد أدخل بواسطة حقنة بها دهان عالق أذابه الآثير وأدخله معه ، وعلى ذلك فقد امتص الحيوان دهنا بالفعل .

٣ - فإذا ما أدخلنا الآثير بأنبوبية لا أثر بها للدهن ، فإن قنوات المصاراة لا تبيض . وهذا ما تحقق منه بالفعل .

(٦) أهمية الفكرة فى منهج الفسيولوجيا :

من كل هذه الأمثلة ، ننتهى إلى أن العملية التجريبية متشابهة فى العلوم البيولوجية وفى الطبيعه الرياضية . على أن هذا التشابه يقف عند حد معين هو عدم إمكان إضفاء صورة الدالة الرياضية ، أو على الأقل عدم إمكان إضافتها دائما على « الفكرة » التجريبية التى تبسّط فى المرحلة الثانية من مراحل البحث . وقد بذل مجهود كبير للوصول إلى هذه الغاية ، بل إن فى علم الحياه جزءا كاملا يتشكل بالصورة الرياضية . أو أن الفكرة تتشكل على الأقل بالصورة الطبيعية الكيميائية ، ففكرة الدورة الدموية عند « هارفى » ميكانيكية ، وفكرة الحرارة الحيوانية عند « لافوازييه » كيميائية . وكان كلودبرنار يجرى تجاربه ، فى أغلب الأحيان ، بطريقة صناعية ، أعنى فى البيئة الجامدة كما يفعل الكيميائى .

ولقد ألح كلود برنار في بيان أهمية « الفكرة » التي كان يسميها « فكرة اوبى- *apriori* » أو « فكرة مسبقة *préconçue* » ، أو « فرضا » .
على أن كلمة « الفرض » هي الكلمة الشائعة ، التي استخدمناها من قبل في الفصل السابق ، أما عبارة « الفكرة الأولية » ، فتهدف إلى توضيح أسبقية الفكرة على التجريب ، وتبين أيضا أنها اخترعت ، وأنها وليدة الذهن ، أى أنها من خلقه الحر الأصيل . وأما عبارة الفكرة المسبقة ، فلا تدل إلا على أنها تسبق التجربة . وعلى كل حال ، فنحن لا نوصى باستخدام هذين التعبيرين الأخيرين ، إذ أن « الأولى *apriori* » يعنى - إذا شئنا الدقة - ما هو مستقل عن التجربة ، والفكرة المسبقة *idée préconçue* هي نوع من التحيز الذي يشوه الملاحظة .
هذا إلى أن كلود برنار نفسه قد فطن إلى ما يؤدي إليه استخدام هذا اللفظ من لبس ، لأنه كتب يقول « إذا ما أجرينا التجربة دون فكرة مسبقة ، فإن المرء يمضى خبط عشواء ، ولكن ... إذا لاحظنا بناء على أفكار مسبقة ، كانت ملاحظتنا غير سليمة » (١) .

٢ - البيولوجيا (علم الحياة)

(٧) التاريخ الطبيعى هو الصورة الأولى للبيولوجيا :

عندما عددنا علوم الحياة تركنا عامدين مجموعة كاملة من العلوم التي يمكننا أن نسميها بالعلوم العينية *Sciences concrètes* وذلك إذا استخدمنا مصطلح أوجست كونت . ونحن نعلم أن كونت كان يطلق اسم العلوم العينية على تلك العلوم التي تتخذ الموجودات موضوعا لها ، في مقابل العلوم لجردة ، التي تتخذ من « القوانين »

(١) المرجع نفسه الجزء الأول . فصل ٢ قسم ٢ ص ٥٧ من طبعة
(مطبعت (البرسمية)

موضوعا — فالفسيولوجيا تدرس الحياة ، أما التاريخ الطبيعى
فيدرس « الأحياء » (١) •

والهدف المنشود للبحث فى التاريخ الطبيعى هو تفسير الفروق بين
الأحياء ، لا قانونها المشترك ، الذى هو الحياة • فدراسة التنفس بوجه
عام تنتمى إلى مجال الفسيولوجيا • حقا إن المرء لا ينظر إلى الأمر من
وجهة النظر التجريبية هذه أبدا ، وإنما يدرس التنفس فى « الإنسان »
مثلا ، ولكن هذا راجع إلى أننا نختار الإنسان بوصفه أكثر الحيوانات
تعقيدا ، ولأنه — كما ينبغي لنا أن نعترف — أكثرها أهمية بالنسبة
إلينا • ولكن المرء على استعداد للتعميم دائما • فالتفرقة بين
الحيوانات ، أو التمييز مثلا بين التنفس عن طريق الرئتين والتنفس عن
طريق الخياشيم ، معناه التطرق إلى مجال التاريخ الطبيعى • •

ومن المفهوم أن التاريخ الطبيعى قد بدأ بإعداد مجموعات ، وقد قام
أرسطو نفسه بمثل هذا العمل • مثال ذلك أن نعد مجموعات للنباتات
الحية أو المجففة (كالحقائق النباتية أو حقائق المزروعات والأعشاب • •
الخ) أو حيوانات حية (كحيوت الحيوانات المستأنسة أو أقفاص الطيور)
أو حيوانات محفوظة فى حالة « طبيعية » بطرق متباينة (كالحوانات
الكبيرة المحنطة ، والحشرات المحفوظة فى صناديق ، والحيات والقواقع
المحفوظة فى الكحول) أو مجموعات من الرسوم أو الوثائق •

التصنيف الطبيعى : والمرحلة التالية هى أن يحاول المرء تنظيم هذه
الثروة الضخمة ، فيجمع الحيوانات والنباتات تبعا لمسا بينها من أوجه
الشبه والاختلاف • وهذا ما يسمى بالتصنيف • ولقد حاول بعضهم

(١) ذ تعبير « التاريخ الطبيعى » تعبر كلمة « التاريخ » عما أطلق عليه
كونت اسم « العلم الخاص » أما كلمة « الطبيعى » فيقصد منها بيان نوع
التاريخ الذى يعالجه العلم (كما فى كتاب بيكن :

de dignitate et augmentis scientiarum, II, 2

والذى ليس هو التاريخ البشرى ، وإنما هو وصف للأشياء الطبيعية ،
بقدر ما تتطلب هذه الأشياء وصفا •

جعل هذا التصنيف طبيعياً (ظهور « التنظيمات الطبيعية naturae Systemata » في القرنين السابع عشر والثامن عشر : كأبحاث لينيه Linné ، وجوسيه Jussieu الخ) ، ذلك لأنهم كانوا يفترون أن هناك خطة طبيعية للتصنيف نظراً لأن الأحياء تتشابه وتختلف وفقاً لطريقة منظمة .

وإذن فقد بدأ التاريخ الطبيعي في هذه المرحلة كما لو كان تصنيفاً للأحياء أقرب ما يكون إلى الطبيعة . فتفسير كائن حي هو ربطه بنوعه ، ثم إدراج هذا النوع تحت جنس أعم ، حتى الفروع الرئيسية لمملكة الأحياء ، ومعنى ذلك بعبارة أخرى أن التاريخ الطبيعي يفرض على مجموعة الأحياء نسقا من « الأفكار » ، وينحصر التفسير في ربط كل كائن حي بفكرة في هذا النسق . وذلك بعينه هو ما أسماه كونت « بالتفسير الميتافيزيقي » ، إذ أن قوام هذا التفسير الأخير هو أن نحدد سبب وجود ظاهرة ما بأنه فكرة ما ، أو بأنه كيان عقلي (تجريد شخص) على حد تعبيره .

(٨) مذهب التطور هو تطبيق للمنهج الوضعي على البيولوجيا :

في مستهل القرن التاسع عشر ، وعلى وجه التحديد في عام ١٨٠٠ (١) انتقل التاريخ الطبيعي من المرحلة الميتافيزيقية إلى المرحلة الوضعية على يد لامارك Lamarck . ولقد أمكن تجاوز التفسير الميتافيزيقي ، والقضاء عليه في نهاية الأمر : ٢ - عن طريق تقدمه الخاص ، فقد تبين للعلماء أن المجموعات تظهر بينها مجموعات متوسطة يزداد عددها بالتخريج ، وتوحى بفكرة الاتصال وبالتالي بفكرة القرابة قطعا . ٣ - وعن طريق نمو علم الحيوانات المنقرضة paléontologie والمقصود بهذا الاسم دراسة الأشكال الحية للحفريات ، المعاصرة للعصور الجيولوجية السحيقة في القدم والتي ظلت باقية بصور مختلفة .

(١) أعلن لامارك فكرة التطور في خطاب افتتاحي في السنة الثامنة من تقويم الثورة الفرنسية أي ١٨٠٠

فمنذ القرن السادس عشر نجد « برنار باليسى Bernard Palissy » مهتما بالحفريات ، وفي القرن السابع عشر ، نرى ليبنتز ، الذي كان يهتم بكل شيء ، لا سيما بما يوضح تنوع الكون واتصاله ، قد لفت الأنظار إلى الحفريات (٢) . ولاشك أن تصنيف الحفريات يقوى هذه الفكرة التي نكونها لأنفسنا نتيجة لتقدم تصنيف الأحياء الحالية ، وأعنى بها فكرة وجود قرابة واتصال بين الأنواع الحية .

٣ - وقد ابتدع مربو الحيوان والبستانيون والزراع ، وحسنوا منذ ألوف السنين ، وسائل عملية تؤدي إلى خلق نماذج فرعية ، وربما أنواع (٣) : كالقمح ، ونباتات الزينة ، والحيوانات المستنسة والأنواع المتأقلمة . وهذه كلها أشكال حصل عليها الإنسان وخلقها .

فاذا ما وضعنا هذا كله في حسابنا ، ألفينا التاريخ الطبيعي يتخذ طابعا مغايرا : فهو يبدو في صورة « تاريخية » بالمعنى الصحيح ، أي أنه يروى قصة « تاريخ » ، ويرسم « جغرافية » الأنواع الحية ، بدلا من أن يكشف بوضع قائمة لها وفقنا لنسق من الحقائق الأرضية . وبعبارة أخرى ، فهو يعيد تأليف « شجرة نسب » الأنواع ، مع ربطها بالبيئة الجغرافية (كالمناخ والمسكن والظروف) وإذن فهو يصور الأنواع من حيث خضوعها للزمان وللعلية والمكان ، لا وفقا لمعان أزلية . والنتيجة التي تستخلص من هذه الفكرة الجديدة هي أن الأنواع الحية ، لما كانت معلولات ونتائج للبيئة وللسوابق في آن واحد ، فمن الضروري أن تتغير كلما اقتضى ذلك تأثير السوابق والبيئة . وإذن يجب ألا نتصورها بعد الآن كما لو كانت ثابتة ، بل يجب النظر إليها على أنها قابلة للتحول . هذه النتيجة للنظرية هي أكثر عناصرها الباقية

(٢) في مقاله المسمى : Protogée

(٣) في ١٧٠٩ كتب ليبنتز في المقالات الجديدة Nouveaux Essais (التي لم تظهر إلا في ١٧٦٦) يقول « من الممكن أن تكون حيوانات متممة شبيهة بالقط ، كالأسد والنمر والفهد ، قد نشأت كلها من جنس واحد ، وتكون الآن أشبه بالفروع الجديدة لنوع القط القديم » . III, II, § 23

شيوعا وأبلغها دلالة على النظرية ، ومنها استمد الاسم المعروف لهذه النظرية : مذهب التطور .

(٩) لامارك وأتباعه المحسذون :

بدأ مذهب التطور في أول الأمر في صورة النظرية ، أو بتعبير أدق ، في صورة مجموعة من النظريات أهمها تلك التي تقدم بها « لامارك ودارون » .

لامارك : كان لامارك^(١) عالما للنبات وأحد الذين اشتركوا في « دائرة المعارف Encyclopédie » ، ثم أصبح في سنة ١٧٩٥ أستاذا لعلم الحيوان في فرع اللاقريات بالمتحف . ويمكننا اعتباره تلميذا لبيفون Buffon^(٢) ومكملا له . وقد تجلى تأثير بيفون في تفكيره عندما افترض تماما بتلك الفكرة القائلة إنه ليس هناك تصنيف طبيعي بمعنى الكلمة : وهي في ذاتها فكرة تتطوى — سلبيا على الأقل — على مذهب التحول ، وذلك لأنها تعنى أن الطبيعة تجهل تقسيم الكائنات إلى أمواج وأجناس ، وأن المرء لا يستطيع تبعا لذلك أن يهتدى فيها إلا إلى سلاسل متعاقبة ، أى علاقات سببية . ومع ذلك ، تظل لتصنيف الأحياء قيمة نسبية مؤقتة . ولقد صحح « لامارك » ذلك التصنيف الذى قسم بينيه [Linné] فيه الحيوانات إلى (ثدييات ، وطيور ، «وبرمائيات» ، وأسماك ، وحشرات وديدان) : فجمع الفروع الأربعة الأولى في نوع واحد ، هو « الفقريات » ، بينما أقمم بين النوعين الآخرين أنواعا أخرى هي « اللاحشوية » (Coelentérés) والشوكيات (échinodermes) وميز القشريات (crustacés) والعناكب (arachnides) من الحشرات

(١) واسمه الأصلى Jean-Baptiste-Pierre-Antoine de la Marck (وفى عهد الثورة الفرنسية أضفى على اسمه طابعا أكثر شعبية) وقد ولد في بازنانتان Bazantin في بيكاردي Picardie عام ١٧٤٤ ، من عائلة نبيلة ، ومات عام ١٨٢٩ .

(٢) في « المختارات من بيفون » (مكتبة Colin ١٩٢٢) تظهر لنا بوضوح أفكار تيسير في اتجاه مذهب التطور ، كالارتباط الوثيق بين الأنواع وبين البيئة (ص ٢٩ - ٢١) والطابع المصطنع للتصنيف (ص ٨٥) .

فكرة السلسلة : ولما أصبح هذا التصنيف أكثر توازنا وتعقيدا على هذا النحو ، أوحى إليه بفكرة وجود سلم متصل للأحياء ، أى « سلسلة متفرعة » كما أسماها ، يحتل الانسان قممها ، أما بقية الحيوانات فتتمثل الأشكال التى تقترب منه تباعا . ولكى نصل إلى مذهب التحول . يكفيننا التسليم بأن هذه الأشكال تعبر عن مراحل لطريق واحد سلك بالفعل . وبهذا تكون القائمة المنظمة للأجناس قد عبرت « شجرة نسب الحياة » .

التكيف مع البيئة : ويبقى علينا أن نعرف العلة التى أدت إلى التحول . فإذا قارنا بين نماذج معينة لحيوانات متقاربة ، ولكنها متباينة ، كالصقر والقادوس (Aibistros) ، والبعجة والنعام ، والسنجاب وشعلب البخر . والكلب والدلفين (Phoque) ، وجدنا أن الفارق يرجع إلى التكيف مع البيئة . وتلك هى الفكرة الرئيسية فى مذهب « لامارك » .

صور الأعضاء أو نوعها :

ومع ذلك ، فالتكيف يمكن أن يفهم بمعنيين مختلفين :

١ - بمعنى الغائية : بل بمعنى « العنلية الالهية » ، إذ أن الكائنات الحية قد أصبحت قادرة على الانتفاع من البيئة بفضل الطبيعة أو الله . ولكن لامارك ، الذى كان من فلاسفة دائرة المعارف ، لا يقبل هذا التفسير .

٢ - والمعنى الثانى هو معنى « العلية » . فالبيئة قد أثرت فى الكائنات الحية لى تجعلها متلائمة معها ، أو على الأصح ، سلكت الكائنات الحية مسلكا يكفل لها الانتفاع بالبيئة (بأن تعوم بدلا من أن تسير مثلا) ، ونتج عن ذلك أن نمت أو ضمرت لديها أعضاء معينة ، بتأثير التعود ، أو بتأثير عدم التدريب .

مثال الزرافة : وهاك مثالا دقيقا : « فالزرافة (Comelo pardalis) تحيا فى بيئات تجبرها فيها الأرض التى تكاد تكون مجدبة وخالية من

العشب دائما على قضم أوراق الأشجار ، وعلى محاولة الوصول إليها باستمرار . ونتج عن هذه العادة التي استمرت لدى كل أفراد جنس الزراف زمنا طويلا ، أن أصبحت رجلاها الأماميتان أطول من الخلفيتين ، وطالت رقبتها إلى حد أنها تستطيع ، دون الوقوف على رجليها الخلفيتين ، أن ترفع رأسها وتصل إلى ارتفاع ستة أمتار (حوالي عشرين قدما) « (١) » .

وراثية الصفات المكتسبة : ولكي يكمل التفسير ، يجب التسليم بأن كل زيادة أو ضمور في الأعضاء تنتقل بالوراثة (وهذا ما يسمى بوراثة الصفات المكتسبة) .

تلك هي آراء لامارك الأساسية : اتصال الكائنات العضوية في السلسلة ، والتكيف بالبيئة باستخدام الأعضاء أو عدم استخدامها ، ووراثة الصفات المكتسبة .

كوب Cope : وقد ترددت هذه الآراء لدى « أتباع لامارك المحدثين » أى لدى أتباع مذهب التحول الذين اتخذوا مذهب لامارك مصدر وحى لهم بعده بخمسين عاما ، ومنهم العالم الأمريكى كوب (٢) الذى فسر نشأة العمود الفقري عن طريق رواسب معدنية تنفذ إلى أنسجة العضلات ، ثم تشكلها حركات الحيوان ، مثلما تتخذ أكمال الثوب شكلها من حركات الخراص .

١٠ - مذهب دارون :

بلغ دارون (٣) مرحلة النضج بعد لامارك بحوالى نصف قرن ، وفي

(١) نص من كتاب Philosophie zoologique (١٨١٥-١٨٢٢) منشور في Oeuvres choisies de J. B. Lamarck, par le Dantec (Flammarion) P. 305.

(٢) كانت مؤلفاته الرئيسية فيما بين ١٨٨٧ و ١٨٩٦ .

(٣) ولد تشارلس دارون في ١٨٠٩ وتوفي في ١٨٨٢ . وكتابه الرئيسي هو « أصل الأنواع » الذى ظهر في ١٨٥٩ .

ظروف منافرة تماما : فقد كان لامارك أستاذا في المتحف ، أما دارون فكان عالما طبيعيا رحالة . ولقد لاحظ دارون في « شيلي » أنواعا حيوانية واضحة التقارب ، ولكنها تختلف من حيث مواطنها ، أى الأرض التى تعيش فيها ، فربط بينها وبين أنواع الحفريات التى اهتدى إليها فى باطن الأرض . فأقنعتة هذه الملاحظات ، التى أجراها بوصفه عالما للأحياء ورحالة ، بصحة فكرة التطور . ومما ساعد أيضا على قبوله هذه الفكرة ، وجود نوع من التقاليد العائلية كان يوحى إليه بها : فقد كان جده « إرازموس دارون » من علماء الأجنة ، وهذا النوع من العلماء المشرّحين يعدّ تغير النوع حقيقة مجرّبة ، إذ أن الجنين ينتقل خلال نموه انتقالا ملحوظا من نمط إلى نمط آخر مختلف عنه كل الاختلاف . ولكن دارون كان أكثر حذرا من أن يطبق أفكار جده بحذائرها على تكون الأنماط الحية بوجه عام ، وإنما أراد أن يعرف أولا « كيف » تتطور الأنواع .

الانتقاء الطبيعي : وعندما عاد إلى إنجلترا ، قرر أن يلاحظ التحولات التجريبية التى يمكن الوصول إليها بأساليب التربية البشرية . وبدأ له أنها ناتجة عن « انتقاء » ، والانتقاء طريقة تعزل بها التغيرات العرضية التى نهتم بها ، مع استبعاد بقية التغيرات . ومثال ذلك ما يفعله مربى القطط حين لا يستبقى لديه من السلالة إلا القطط السوداء ، ويقضى على الأخرى . فهل يعنى ذلك أن الطبيعة تسلك هذا النحو ذاتة ؟ لقد غلظ دارون يفكر في إجابة عن هذا السؤال مدة طويلة ، إلى أن كان يوم قرأ فيه كتاب المفكر الاقتصادى الانجليزى مالتوس [Malthus] ووجد فيه أنه بينما تزداد موارد العيش تبعا لمتوالية حسابية ، فإن الناس يتزايدون بمتوالية هندسية ، أى أنهم يتزايدون بسرعة أكبر بكثير . لكن إذا كان قانون مالتوس ينطبق على الكائنات البشرية بطريقة غير مؤكدة ، فإنه ينطبق بطريقة مؤكدة تماما على ما يعمر الأقاليم الجغرافية من الحيوانات والنباتات . وقام دارون بعملية حسابية ، أساسها متوسط قدرة الأنواع على التكاثر ، فأدرك أننا ، حتى لو

نظرنا إلى الأنواع قليلة النسل (كالفيلة مثلا) لوصولنا سريعا إلى زيادة مريعة . على أن الطبيعة عاجزة ، بل هي عاجزة تماما ، عن تقديم الغذاء لكل ما يولد ، وإذن ، فهناك انتقاء إلى ، هو «الانتقاء الطبيعي» وهو قانون للطبيعة ، وليس إجراء صناعيا مقصودا .

وعند دارون أن سبب التحول هو الآتي : فكلما ولد كائن حي ، حدث « فارق عرضي » ، وفي « التنافس الحيوى » الذى تدخل فيه بالطبع الكائنات التى تنتمى إلى نوع واحد يعيش أفرادها معا ، فيضطرون إلى التغذى من نفس الاقليم ، ومن نفس الأغذية ، ومقتادير غير كافية — فى هذا التنافس قد يكون ذلك الفارق العرضى أمرا ضارا أو نافعا . فإذا كان ضارا ، أدى ذلك إلى القضاء على الكائن الذى يحل فيه ، وإن كان نافعا ، استمر الكائن فى البقاء ، وتكاثر ، ونقل الاستعداد للتنوع على هذا النحو ، وهو الاستعداد الذى كان فطريا لديه . فالفارق العرضى الموروث ، والانتقاء الطبيعى (بقاء الأصلىح ، والقضاء على الآخرين بتأثير التنافس الحيوى) — هذه هى الأفكار الرئيسية فى مذهب دارون .

مثال الزرافة : من حسن الحظ أن لدينا تفسيرا طبقه دارون على نفس المثال الذى تحدث عنه لامارك . وإذن فمن الطبيعى جدا أن يكون التفسيران تضادا ثنائيا . وفى هذا يقول دارون « إن ارتفاع قامة الزرافة ، وطول رقبتها ، ورجليها الأماميتين ، ورأسها ولسانها ، يجعل منها حيوانا يتكيف على أفضل نحو مع البيئة لقضم أعلى أغصان الأشجار ، وبهذا يمكنها الوصول إلى أنواع من الغذاء بعيدة عن متناول غيرها من الحيوانات ذات الحوافر التى تسكن نفس الاقليم ، ولا شك فى أن هذا يحقق لها مزايا كبرى فى أوقات القحط ... ولو تأملنا الزرافة المولودة ، فى حالة التوحش الأولى ، لوجدنا أن أعلى الأفراد قامة وأقدرهم على القضم من ارتفاع يعلو على ارتفاع الآخرين شبرا أو شبرين ، هم الذين أمكنهم الاستمرار فى البقاء فى وقت المجاعة ، إذ كانوا يجوبون الاقليم كله من أقصاه إلى أقصاه بحثا عن الغذاء .

وأدى امتزاجهم إلى إنتاج ذرية ورث أفرادها نفس الخصائص الجسدية ، أو الميل إلى السير في نفس اتجاه التغير ، بينما تعرض الأفراد الذين لم يصلوا إلى نفس درجة التكيف في نفس هذه الظروف للفناء » (١) .

الصعوبات التي تواجهها نظرية التطور عند لامارك وعند دارون :

بقى علينا أن نعرف أيهما كان على حق : لامارك أم دارون .

إخفاق نظرية لامارك : توقفت نظرية لامارك في التطور فورا عند عقبة كاداء . فالتغيرات التي تكتسب خلال حياة الكائن لا تنتقل بالوراثة ، أي أن « المكتسب لا يورث » كما يقول التعبير الشائع . ولقد أجريت في هذا الصدد تجارب متعددة ، ولكن لم يثبت من واحدة منها إمكان انتقال تغير مثلا ، أو عادة مكتسبة . فالاستعدادات والميول والتكيفات الموروثة هي وحدها التي تنتقل .

نظرية فيسمان Weismann : قام فيسمان ، وهو من الداروينيين المحدثين الألمان ، بترجمة هذا القانون وتفسيره عن طريق النظرية المشهورة في استمرار بلازما التوالد Continuité du plasma germinatif « ١٨٨٥ » (١) وبلازما التوالد هي مجموع الخلايا الجنسية ، المذكرة المؤنثة التي تؤدي إلى وجود الكائن الجديد ، عندما « تبذر » . ولهذه الخلايا طابع مزدوج :

1 — Charles Darwin : L'origine des espèces au moyen de la selection naturelle, ou la lutte pour l'existence dans la nature

ترجمه الى الفرنسية عن الطبعة الانجليزية السابعة بارييه

Ed. Barprier

(Paris, Reinwald 1876), P. 240-241 (Chap VII).

Auguste Weismann : «La continuité du plasma germinatif.» مقال في كتاب

Essais sur l'hérédité et la selection naturelle, trad. Varigny Paris 1892 P. 163-243

١ - فلديها القدرة على إنتاج الكائن العضوى بأكمله . وهى وحدها التى تتميز بهذه القدرة ، أما بقية خلايا الجسم ، المسماة بالخلايا السوماتية (Somatiques الجسمية) فلا تنتج على الأكثر إلا جزءا من نفس النسيج الذى تنتمى إليه (كما فى حالة اندمال الجروح ، والترقيع الحيوانى) .

٢ - وهى تتميز ثانيا بأنها تحمل خصائص الوراثة ، فمن أين أتت هذه الميزة « للبذرة » ؟ أمى ترجع إلى نوع من التفويض من قبل الكائن العضوى بأكمله ؟ وهل هذا التفويض - إذا صح - يتجسم فى حقائق تسمى بالبراعم gemmules ، تتوزع على الجسم بأكمله . وتتجمع فى البذرة ؟ إن أحدا لم يلاحظ من قبل مثل هذا التجمع ، كما أن « البراعم » الجسمية هذه كيانات لا وجود لها إلا فى الذهن . والأصح من ذلك أن نفترض أن خلايا التوالد لا تأتى من جسم الفرد ، بل من بذرة السلالة نفسها . فعند كل ميلاد ، يكون هناك جزء من « للبذور » الخاصة يحتوى على الخلية الأم ، ولا يستخدم فى تركيب الكائن العضوى الجديد ، وإنما يحفظ احتياطيا دون أن يطرأ عليه تعديل ، ليكون « البذرة الجديدة » . وتستمر خلايا التوالد فى الأجيال المتعاقبة ، وتكون من مادة واحدة ، ومن تركيب جسيمى واحد . وإذن فعلىنا ، تبعا لهذه النظرية الطموح ، أن نتصور تعاقب الأجيال بصورة بلازما التوالد التى تظل مستمرة فى الوجود دائما ، والتى تنضم إليها ، عند نموها ، الخصائص الجسمية للفرد فى كل جيل . وإذن فالوراثة تنتقل من الجنس إلى الأفراد المتعاقبين ، لا من فرد إلى فرد . ولا شك فى أن هناك ردود أفعال تحدث من جانب الفرد على « البذور » : فهناك مثلا أمراض جرثومية معينة ، أو أنواع من التسمم المكتسب قابلة للانتقال ، ولكن عددها ضئيل . ثم إن ما يورث فى هذه الحالة ، كما قال برجسون ، ليس هو « الصفة » ، وإنما « الانحراف » ، الذى يتجسم فى صورة ميكروب أو مادة سامة أصابت الجسم ، وبالتالي

تصاب البذرة بالعدوى عن طريق الاتصال المباشر (١) .

قالوا يجب إذن أن نفسر التحول بأنه قدرة تصف بها البذرة الجماعية .
وتلك نقطة مقررة في هذا الموضوع ، بحيث أصبح مذهب دارون في
شكله الحديث هو الذى يمثل مذهب التطور في صورته الحالية .
ولقد نشب منذ عدة سنوات جدال عنيف بين علماء الأحياء الذين
يرفضون فكرة الوراثة المكتسبة ، وبين مدرسة روسية (هى مدرسة
متشورين Mitchourine) التى تؤكد وجود طفرات ملحوظة ، بحيث
أن الصفات المكتسبة يمكن أن تصبح متوارثة بفضل طفرات موجهة .
فمذهب متشورين ، على حد تعبير كولد شارل ماتون Claude Charles
Mathon يرفض مبدأ استقلال الجسم عن البذرة . وفى هذا
كتب أحد تلاميذ « متشورين » ، وهو ليسنكو Lyssenko يقول :
« إن التغيرات الوراثية واكتساب خصائص جديدة ، وتدعيم هذه
الخصائص ، وكذلك تراكمها فى سلسلة من الأجيال المتلاحقة ، كل هذه
تتحدد دائما تبعاً لظروف حياة الكائن العضوى » (١) .

الصعاب التى تواجه مذهب دارون :

من المهم ألا ننسى أن مذهب التطور يتعين عليه ، لكى يظل سائراً فى
الطريق الذى اختطه دارون ، أن ينظر إلى هذه القدرة على التغير
على أنها تسلك أى اتجاه كان ، بحيث أن الانتقاء الطبيعى هو وحده
الذى يوجهها فى الوجهة الملائمة . ولكن ما عسى أن تكون نسبة

(١) انظر فى كتاب « التطور الخالق » مناقشة للتجربة المشهورة عن
الخنازير الهندية لبراون سيكار Brown Séquard (ص ٨٥-٩٢) .

(١) من المفيد قراءة مقال Claude-Charles Mathon عن « بعض
أوجه مذهب متشورين » الذى ظهر فى Revue générale des sciences
العدد الثالث والرابع ، ١٩٥١ .

انظر أيضاً الكتاب العام الذى ألفه ريمون نوفاس Reymon Novasse
التكيف والتطور (مكتبة Harmann ١٩٥٠ ، الفصل السابع ، « فكرة
متشورين » .

احتمال التغير الملائم عندئذ ؟ إنها بلا شك نسبة ضئيلة جدا ، لاسيما إن هذا التطور لن تكون له فائدة إلا إذا كان مشتملا على عدد معين ، بل على عدد كبير من التغيرات التي تنتج كلها نحو هدف واحد . فمثلا ، ما قيمة اكتساب بللورية العين بغير شبكية ، أو شبكية بغير بللورية ، بل ما فائدة وجود عين بدون الأفعال المنعكسة التي تعين على استخدامها ؟ لقد شعر دارون نفسه بهذه الصعوبة ، ولهذا اعترف بأن التغيرات كانت لابد ضعيفة في البداية ، حتى لا يكون ضررها أكبر من نفعها . ومع ذلك ، قلنا أن نتساءل عما يتبقى لها من قيمة إذا كانت ضعيفة ، وكيف يتسنى للانتقاء أن يثبتها .

الطفورات :

وهكذا اضطر الباحثون إلى تصور حدوث تغيرات قوية مفاجئة . وهي التي أسماها « دارون » بالسورات sports ، والتي تسمى اليوم طفرات mutations . ولقد أشار دى فريس De Vries وهو عالم هولندي ينتمي إلى المذهب الدارويني الحديث إلى وجود طفرات كهذه في نبات قريب من « الفوكسيا » fuchsia ، اسمه Densthera amarckiana . وهذه الطفرات قد أصبحت اليوم موضوع بحث العلماء . ولكنها لا تخفف من الصعوبة ، بل الأمر على عكس ذلك . لأنها لو كانت عرضية لكان يخشى منها أن تكون ضارة . وأن ينتج منوها (١) لا تستطيع الحياة .

وهكذا يواجه مذهب التطور عند دارون أو لامارك عقبات لا سبيل إلى التغلب عليها . فهو يصطدم ، عند لامارك ، بالتجربة ، وعند دارون ، بعدم الاحتمال . فهل يعنى هذا إخفاق مذهب التطور ذاته ؟ هذا ما ظنه البعض (٢) . ولكن ينبغي لنا أن نميز بين نظرية التطور

(١) انظر مناقشة برجسون لهذا الموضوع في « التطور الخلاق » ص ٦٤ - ٦٥ .

Louis Vialleton : L'origine des êtres vivants
L'illusion transformiste (Plon) 1929.

والمنهج التطوري • فإذا كانت النظرية التطورية تتخبط اليوم في
الصلاب التي أوضعتها ، فقد تبقى لدينا المنهج التطوري •

١٢ — ما تبقى من مذهب التطور : المنهج التطوري :

إن المنهج التطوري اليوم هو المنهج المتبع في علم حل مثل التاريخ
التاريخ ويسمى بالبيولوجيا (وهو لفظ فنانعه لامارك في ١٨٠٢) •

هذا المنهج ينحصر في :

١ — تفسير أصل الأنواع الحية عن طريق السلالة التي تنتمي إليها ،
والبيئة التي تنشأ فيها ، لا عن طريق مرتبتها في التصنيف • وليس معنى
ذلك أن التصنيف يختفى ، بل يظل باقيا ، ويكون موضوعا لذلك القسم
من البيولوجيا المسمى « تصنيف الأنواع » *La Systématique* • ولكن
التصنيف فقد قلت أهميته كثيرا ، ولم يعد له من قيمة سوى تثبيت
المصطلح اللفظي ، والتمهيد لادماج الأنواع في شجرة النسب ، وهذا
الادماج هو بالاختصار الهدف النهائي للبيولوجيا •

٢ — توجيه الأبحاث على نحو يؤدي إلى تكوين تاريخ وجغرافية
للحياة :

(أ) فهناك سلسلة من الأبحاث تهدف إلى إعادة تصور التسلسل
التاريخي بين الأشكال ، وإلى تحديد صيغة قوانين التعاقب بقدر
ما يكون ذلك ممكنا (علم الأحياء المنقرضة *Paléobiologie*) •

الوثبة الحيوية *L'élan vital*

كان تأثير برجسون هائلا في هذه الأبحاث •

فبعد كل مقتنما بصحة نظرية « فيسمان » ، وفي الوقت ذاته كان
يدرك أن مذهب داروين في صورته الأصلية وفروعه الحديثة غير كاف ،

فأكمل هذه المذاهب بنظرية ميتافيزيقية استخدمها علماء الحياة بعد أن حولوها إلى منهج بيولوجي . تلك هي نظرية « الوشبة الحيوية » (١) . ويطلق برجسون اسم الوشبة الحيوية على دفعة مبدئية ، ذات طبيعة روحية ، تشبه لإلهام الفنان ، بل تشبه الفيض الصوتي ، تبعث المادة وتعمدها للخلق ، وتدفعها إلى قبول الحياة أولا ، ثم إلى إنتاج أنواع أكثر تحررا من الجمود الأول ، حتى تنتهي إلى النوع الإنساني الذي يتوقف عليه المستقبل الروحي لهذا الكوكب . ومن الواضح أن مذهبا من هذا القبيل لا يمكن أن ينقل كما هو إلى مجال البيولوجيا . ولكن علماء البيولوجيا استبقوا منه ما يلي : إن هناك « قوة » تسيطر على التغيرات التي تطرأ على الحياة ، وهي قوة لا تحددها غايتها ، بل يحددها ما تتجه إليه من تباعد متزايد عن نقطة البدء ، وهي تسيطر على كل صور الحياة . وهاك ما صنع علماء البيولوجيا بهذه الفكرة : فهناك قانون للتعاقب ، يحدد ظهور الأنماط البيولوجية . فنحن نرى مثلا أن العضو الواحد (وهو العين ، في المثل الذي ضربه برجسون) ينمو « عن طريق عمليات في التكوين الجنيني مختلفة كل الاختلاف » (١) ، وذلك في الفروع المختلفة لشجرة النسب (وهنا كان برجسون يقارن بين العين عند الفقريات والعين عند اللاقريات) .

(ب) وهناك سلسلة أخرى من الأبحاث تحدد موقع الكائنات الحية على هذا الكوكب ، وتحدد مدى ارتباطها بالاقليم الجغرافي الذي تحيا فيه ، وتحاول رسم خطوط الهجرة التي سبق أن مرت بها (الجغرافيا الحيوية Biogeographie) .

٣- والأساس الأخير للمنهج التطوري هو إدخال المنهج التجريبي الإيجابي في البيولوجيا . فقد كان علماء التاريخ الطبيعي السابقون

(١) التطور الخالق من ٩٥-١٠٦ : منبعها الأخلاق الدين (Alcan)
٩٦-١٠٣ - ١١٦ - ١٢٣ .

(١) التطور الخالق من ٧٥ .

يقفون عند حد الجمع والتصنيف ، أما علماء الحياة في أيامنا هذه فهم أصحاب تجارب قبل كل شيء .

١٣ — البيولوجيا الحالية تشتمل أساسا على علم الاجنة والوراثة :

إن المشكلة الكبرى في البيولوجيا تنحصر في تحديد شجرة نسب الأنواع الحيوانية والنباتية ، وحول هذه المشكلة تدور مسألتان أخريان أدى تأثير هذه المشكلة إلى تجديد البحث فيهما ، وهما :

١ — دراسة تطور الجنين ، وهو موضوع علم الاجنة Embryologie وهذه الدراسة قديمة جدا ، ولكنها تجددت بوساطة مذهب التطور أولا حوالي ١٨٦٥ ، ثم تجددت مرة أخرى في ١٩٠٠ بعد أن أدخل عليها المنهج التجريبي الايجابي ، وهو المنهج الذي يهدف إلى تعديل تطور الجنين عن طريق التدخل القائم على التجربة (طرق الشطر Segmentation والترقيع والتلقيح التجريبي) .

ولقد أحرزت طرق الترقيع البيولوجي في هذه السنوات الأخيرة تقدما هائلا . ويقول جان روستان Jean Rostand (١) بأن من الضروري التمييز بين أنواع مختلفة من الترقيع : فقد يدمج العضو الذي يستخدم في الترقيع في نفس الكائن العضوى الذى أتى منه (الترقيع الذاتى autographe) ، أو في كائن عضوى آخر ينتمى إلى نفس النوع (للترقيع المتجانس homogrefe) أو في كائن عضوى من نوع مختلف (الترقيع المتغاير hétérogrefe) « .
فمثلا يمكن ترقيع قلب ضفدعة بقلب ضفدعة أخرى (ترقيع متجانس) أو عين سحلية بسحلية من نوع آخر (ترقيع متغاير) .
ويمضى جان روستان (ص ٢١) قائلا : « إن للترقيع الذاتى هو

وحده الذى يسمح لنا بتوقع نتائج إيجابية في حالة الانسان » .
ويستخدم الترقيع الذاتى بوجه خاص في جراحة التجميل ، وذلك
ينقل قطعه من جند الذراع مثلا إلى الجبهة أو الوجنة . كذلك
استخدمت طريقة الترقيع لأنسجة ميتة . وعندئذ يكون الجسم
الغريب الذى استخدم في الترقيع — كما يقول جان رويستان (ص ٢٦) —
« دعامة ، ومقوما ، فتدعمه وتحببه وتعمره عنصر أصلية في الكائن »
وعلى هذا النحو أمكن ترقيع القرنيات الشفافة وإعادة قوة الإبصار
إلى بعض العميان .

كذلك ترتبط الأبحاث المتعلقة بالترقيع البيولوجى بمشكلة أخرى
جذبت اهتمام كثير من الباحثين منذ نصف قرن ، وهى مشكلة « زرع
الأنسجة » *culture des tissus* . وقد أعاد جوتريه Gautheret
إلى الأذهان في محاضرة ألقاها عام ١٩٥٠ في موضوع زرع الانسجه ،
الكشوف الأولى (ص ٦) ، فقال : « في عام ١٩٠٧ كان عالم الفسيولوجيا
الأمريكي هاريسون قد وضع قطعه من النخاع الشوكى للضفدعه في
قطرة من المسائل اللعافى المتخثر ، فوجد أنها قد احييت بنوع من
الآليات أنت من زيادة نمو الخلايا العصبية التى بترت بعد العزل .
ولم يكن في ذلك زرع للأنسجة بالمعنى الصحيح ، ولكن تلك التجربة
الرائعة قد فتحت طريقا يبشر بنتائج عظيمة الأهمية . وبعد بضع
سنوات ، استطاع بروز Burrous - راريل Carrel الابقاء على
قدرة الخلايا على الانقسام والتكاثر في أجزاء من الأنسجة الحيوانية
فترة من الزمن ، وأخيرا ، تمكن كاريل في ١٩١٢ ، بفضل تحسين
الأوساط الغذائية ، من زرع الخلايا الحيوانية دون قيد أو شرط .
وكان لهذا النجاح دوى كبير ، إذ أن إثبات كاريل لقدرة خلايا
الحيوانات المركبة على أن تحيا حياة مستقلة ، قد دعم الأفكار
العامة لمؤسسى نظرية الخلايا » .

٢ — والمسألة الثانية ، هى دراسة الوراثة ، وهى موضوع « علم
(م ١٥ — المنطق)

الوراثة la génétique • وقد أثبتت هذه المسألة من جديد بفضل أبحاث الراهب التشيكي مندل Mendel في ١٨٦٥ في الأنواع المهجنة من البازلاء ، وقد أحرزت نموا كبيرا في أيامنا هذه بفضل أبحاث العالم التجريبي الأمريكي مورجان Thomas Hunt Morgan ومساعديه (فرقة الذباب) حول ذبابة الفاكهة (drosophile) • والفكرة التي يقول بها علماء الوراثة المعاصرون هي أن الصفات الوراثية (كلون العينين وقابلية الإصابة بأمراض معينة ، والصفات الخاصة للأعضاء ، الخ) تحملها المورثات (gènes) ، وهي دقائق ترى بصعوبة في أكبر أنواع المجهر (ultra-microscope) ، وتحتوى على صبغيات [chromosomes] نواة خلية التوالد •

وكل ما في الأمر هو أن هذه النظرية لو صحت لتعرضت نظريات التطور من جرائها لمواجهة صعوبات جديدة • فإذا كانت الخصائص ترتبط بالمورثات ، وتنقل بواسطتها عن طريق بلازما التوالد ، فكيف يمكننا أن نتصور حدوث تطور في النوع ، أعنى ظهور صفات جديدة كل الجدة ؟ إن الحتمية التي يفترضها علم الوراثة هي حتمية « محافظة » ، تفسر كل تجديد بظهور تجمع غير متوقع بين العناصر النوعية ، ولكن التجمع غير المتوقع ليس تجديدا بالمعنى الصحيح ، وما هو إلا تجديد ظاهري ، فهو تجديد لمزيج لم نصل له حسابا من قبل • أضف إلى ذلك أن هذا الفرض لا يساعدنا على فهم تأثير البيئة •

ومع ذلك ، يجب القول إن علم الوراثة لازال حديثا جدا ، وإن لفرض القائل بالمورثات مفرط في بساطته وجموده ، بحيث لا يعد الفرض الصحيح • هذا إلى أن الفكرة القائلة بأن الصفة تحملها إحدى الدقائق المادية ، فكرة غامضة إلى أبعد حد ، ولن نتضح بجلاء إلا إذا أصبح لها معنى طبيعى كيميائى : فمن المحتمل أن المورثات تؤثر عن طريق تفاعلات كيميائية في خلايا التوالد ، وهذه التفاعلات يعدلها تأثير البيئة • ومن جهة أخرى ، فمن الممكن كذلك أن تعدل صفات المورثات ذاتها بمضى الوقت في اتجاه محدد •

الفصل التاسع

العلوم الإنسانية

العلوم الإنسانية تدرس الإنسان من حيث هو فرد ، ومن حيث هو عضو في جماعة في آن معا . وهي تواجه صعوبات خاصة ، تلخص كلها في التضاد ما بين الحتمية وحرية الاختيار ، كما ترجع إلى تباين هذه العلوم (علم النفس ، التاريخ ، علم الاجتماع) .

١ - الطابع الوضعي للعلوم الإنسانية

١ - العلوم الإنسانية :

منذ أن قال سقراط كلمته المشهور « اعرف نفسك » أصبح التفكير في الإنسان من المهام التي يوجه إليها الفيلسوف عنايته على الدوام . ولكن ، بازدياد شعور العلم باستقلاله وبإمكانياته ، نمت فكرة وضع علوم إنسانية موازية لعلوم الطبيعة ، تشترك معها في الروح على الأقل ، إن لم يكن في المنهج . وكثيرا ما كانت هذه العلوم تسمى بالعلوم الأخلاقية *morales* حيث يقصد بالأخلاقي ، العقلي في مقابل المادي . ولكن التسمية المفضلة اليوم هي « العلوم الإنسانية » وذلك حتى يتجنب الباحث الجزم مقدما بالتمييز ما بين الفعلي والمادي . كما كان من الممكن أن يطلق عليها اسم « الانثروبولوجيا » (علم الانسان) ، لولا أن هذا اللفظ قد استحوذ عليه مبحث خاص يهتم ، قبل كل شيء ، بمعالجة مشكلة التركيب المادي للإنسان وبمشكلة

الأجناس بوجه خاص ، وإن كانت هذه المشكلة الأخيرة لم تعد من المشكلات التي لها أهميتها في الوقت الحاضر .



والعلوم الإنسانية على كثرتها — التي سنتحدث عنها فيما بعد — تنقسم عادة إلى ثلاثة أقسام كبرى : فعلم النفس يدرس الإنسان من حيث هو فرد ، ويبحث في أفعاله وأفكاره وعواطفه ، وما يكونه وما يفعله . وفي وسعنا أن نضم إليه علم الحياة البشرية ، وهو العلم الذي ظهرت فكرته منذ وقت قريب ، للدلالة على أن السلوك الفسيولوجي والمرضى للإنسان ليس مماثلا من كل وجه لسلوك الأحياء الأخرى . والتاريخ يدرس ماضى البشر ، والحوادث التي تتحكم فيه ، والمنطق الذي يتكشف عنه خلال تطوره (إن كان في هذا التطور منطق) . ووجهة نظر التاريخ مختلفة عنها في علم النفس ، فالتاريخ في بحثه للفرد لا يهدف إلى معرفته من حيث هو فرد ، بل يرمى إلى فهمه بالنسبة إلى موقف تاريخي معين ، وفهم هذا الموقف ذاته من خلاله . أما علم الاجتماع فيلتزم معالجة الأمور من خلال هذا المنظور الجديد ، فهو غالبا ما يدع العنصر الفردي جانبا لكي يدرس العنصر الاجتماعي ، أعنى أوجه التنبؤ والأفعال البشرية من حيث أن لها ، بطبيعتها ، أو في جمعتها ، طابعا غير فردي . وبالإضافة إلى هذا كله ، سنرى أن كلا من هذه العلوم ينقسم إلى فروع جزئية يتطلب كل منها موضوعا ومنهجاً خاصاً به .

٢ — السبب في كثرة هذه العلوم :

إن كثرة العلوم الإنسانية تقتضى منا ، منذ الآن ، تعليقا . فلم هذه الكثرة ؟ يرجع ذلك ، أولا ، إلى أن من طبيعة كل علم ، ولا سيما علوم الطبيعة ، أن يتخصص ويستقل عن غيره بقدر ما يحرز من تقدم . فمن الممكن أن يدرس الموضوع الواحد من زوايا مختلفة كل على حدة ، تنفى بمقتضيات وجهات نظر مختلفة ، وتعبّر في ذاتها عن حاجات مختلفة

أو عن أساليب عملية متباينة : فكما أن الحجر يمكن أن يدرس من وجهة النظر الجيولوجية ، أو الطبيعة الكيميائية ، كذلك يمكن دراسة الإنسان باعتباره كائنا عضويا ، أو شخصية أو محركا للتاريخ ، أو فردا في مجتمع .

غير أن هذه الكثرة من الفروع لا تفي بمقتضيات كثرة وجهات النظر التي يتخذها الإنسان فحسب ، بل ترتبط أيضا بطبيعة الإنسان ، الذي لا نستطيع أن نعهده شيئا كبقية الأشياء ، إذ لديه القدرة على التدبر والتفكير ، وهو يطلب لنفسه بمكانة الكائن الحر الذي يتحكم في نفسه ، بدلا من أن تتحكم فيه عناصر خارجة عنه . وليس معنى ذلك أننا لا نستطيع النظر إلى الإنسان على أنه كائن يسيطر على حتمية ألعالم الخارجي ، ولكن هذه الحتمية غاية في التعقيد ، وتتطلب دراسة متعددة الفواحي . فالإنسان يبدو كائنا لا يفهم ، أو على الأقل كائنا لا تستوعب كل جوانبه . والفعل البشري الواحد يبدو بدلالات مختلفة : فتحول « بوليوكت Polyeucte » (١) إلى الدين المسيحي قد يكون مظهرا من مظاهر مزاج متحمس عنيد ، أو عملا سياسيا ، أو ناتجا عن تدخل العناية الإلهية . وقد يبحث العالم عن تفسير له في التركيب المادى لبوليوكت نفسه ، أو في شخصيته ، كحبه للمغامرة مثلا ، أو في نوع من سوء التصرف بإزاء « بولين » ، أو في الظروف التاريخية المتشابكة أو كنتيجة لتربية معينة . بل إن ظاهرة اجتماعية مثل الحرب ، قد تفسر من حيث طبيعة السكان أو الاقتصاد ، أو علم النفس ، أو الحضارة . وكل هذه التفسيرات مشروعة ، وكلها تبرر ظهور علوم متباينة .

(١) ويطلق عليه اسم القديس بوليوكت . وكان أحد الحكام في العصر المر. مانى استشهد في أرمينيا عام ٢٥٤ أو ٢٩٩ . وللابيب الفرنسى كورنى Corneille تراجيديا تحمل هذا الاسم ، يصور فيها بطولية بوليوكت الذى أثر الاستشهاد في سبيل العقيدة المسيحية على حب زوجته بولين .

لكن ينبغي من جانب آخر أن يكون كل علم من هذه العلوم واعيا بمحدوده ، وعلى استعداد للتعاون مع العلوم الأخرى . أما نزوع علم خاص إلى السيطرة والتحكم ، كما يتمثل فيما سمي أحيانا بالماذهب الاجتماعي أو المذهب النفسي ، فتلك ظاهرة ترجع إلى عهد البطولة الذي كان كل علم يسعى فيه إلى استبعاد بقية العلوم ، أو يدعى القدرة على ضمها تحت لوائه ، وهذا كله لكي يكفل لنفسه مكانا بين بقية العلوم .

ولكن ، أليس في وسعنا أن نمضي إلى أبعد من ذلك ، أعني أنه إذا كانت هناك تفسيرات متعددة للظواهر البشرية ، دون أن يكون أحدها صحيحا بالأسبقية ، وإذا لم يكن من الممكن بحث الإنسان في ظل حتمية بسيطة واحدة ، فهلا يحق لنا أن نقول إنه ليس هناك علم خاص للإنسان ؟

٣ — إمكان قيام العلوم الانسانية :

ذهب البعض إلى حد إنكار إمكان قيام العلوم الإنسانية : فهل يمكن أن يكون الإنسان موضوعا للعلم ، إذا كان في الوقت نفسه صانع العلم ؟ وهل نستطيع أن نرجع الإنسان إلى مجرد شيء من الأشياء ، دون أن نبخسه حقه تماما ؟ إن المعرفة الصحيحة للإنسان قد تنتمي إلى مجال الأدب أو التفكير الفلسفي ، وقد تتبدى في الحياة العملية ، وفي الأساليب الفنية للتربية أو الأخلاق ، وفي الحكمة السياسية . والفلسفة هي التي تنظم هذه المعرفة قبل الفلسفية ، دون أن يكون لدى العلم ما يضيفه إليها .

لا شك في أن هذا النقد ينطوي على شيء جدير بالتوقف لدراسته : فمن الحق ، أولا ، أن الإنسان لم ينتظر ظهور العلم الإنسانية رسميا لكي يسعى إلى معرفة الإنسان : والأدب بأسره خير شاهد على ذلك .

ثم إن علم الإنسان ، حتى تكون ، فإنه يبدو مهدد في موضوعيته من جانبين : فهو يرتكز من جهة على المعرفة الذاتية والعملية المحضة التي تنطوي عليها العلاقات البشرية ، والتي تنمو بنمو ما يسمى بالبحيرة *expérience* ، وإن كانت تتفاوت أيضا تبعا لفطنة كل فرد . ومن جهة أخرى ، فهذا العلم تشيع فيه فكرة معيارية تستلهم من أخلاق معينة ، ولو ضمنية على الأقل . فالإنسان يوصف من خلال ما ينتظر منه ، أو ما يطلب إليه ، لأن من شأن الإنسان أننا لا نستطيع تعريفه إلا إذا حكمنا عليه ، وإذا حددنا موقفنا منه وطبقنا قيما معينة في حكمنا عليه . فمعرفة الإنسان لا يمكن أبدا أن توصف بالحييدة المطلقة .

وأخيرا ، فمعرفة الإنسان تقتضى وسائل ليست كلها مماثلة للوسائل التي تستخدمها علوم الطبيعة . فليس من الممكن إجراء التجارب على الإنسان كما لو كان شيئا من الأشياء ، إذ أن في هذا قضاء على حياته ، بل إن فيه انتهاكا لحرمة واغتصابا لحرية . ويبدو أنه يجب ألا يمس أعق ما في الإنسان ، وأبعد دخائله غورا ، إلا بطرق تجهلها العلوم التجريبية ، فضلا عن أن هذه المجالات إذا ما اقتحمت ، كانت مهددة إما بأن تختفى عن أعيننا ، وإما بأن تنحط قيمتها . وتذهب بعض الآراء الحديثة إلى حد القول بأن تطبيق علم خاص بالأشياء على الإنسان ، هو انتهاك روجي مماثل للتعدي الجسمي الذي يتمثل في الاسترقاق أو الإرهاب .

ولكن هل يقضى هذا على كل علم إنسانى ؟

٤ — حقيقة العلوم الانسانية :

علينا أولا أن نقرر بوضوح أن معرفة الإنسان قد أحرزت قدرا من التقدم ينبغى أن يعزى إلى العلم . فعلى حين أنه قد يكون من الضروري ، في كل تفكير جديد ، أن يستعاد البحث في المشكلات اليتافيزيقية المتعلقة بالموقف الإنسانى والمشاكل الخاصة بالواجبات

الأخلاقية مرة أخرى ، فإن معرفتنا بالأصول النفسية للسلوك ، بل يشروطه العضوية ، قد ازدادت وضوحا . ومعرفتنا بالطفل قد تقدمت منذ رابليه Rabelais ومونتني ، ومعرفتنا بالمجانين قد تقدمت منذ الوقت الذي كان المجانين يحرقون فيه . كذلك أحرز التاريخ تقدما ، فنحن نعرف أصول روما خيرا مما عرفها فرجيل ، والحروب الصليبية على نحو أفضل مما عرفها جوانفيل Joinville (١) . لهذا كانت الأساليب الفنية الإنسانية في تقدم هي الأخرى ، سواء أكان الهدف منها توجيه اختيار أنواع النشاط ، كما هي الحال في التوجيه النفسي ، أم زيادة إنتاج الفرق العاملة ، أم الصحة النفسية ، أم تنظيم المدن . وسواء أكان تقدم هذه الأساليب الفنية يتجه إلى سعادة البشر أم شقاؤهم (وتلك مسألة أخرى) فإننا لا نستطيع أن ننكر هذا التقدم الذي يترتب على تقدم العلم .

هذا التقدم يحدث ، قبل كل شيء ، في ترتيب الوقائع ، بحيث تتوالى المجالات البيولوجية والنفسية والاجتماعية تبعا لهذا الترتيب . فمن المقرر أن الانفعالات يصحبها زيادة في إفراز « الأدرينالين » ، وأن بعض أمراض الذاكرة تصحبها اضطرابات حركية ، وأن التفكير العقلي يزداد تقدما في ظروف معينة . وبالمثل يلاحظ أن مجتمعا خاصا تكون له حضارة خاصة ، وأن تقدما فنيا معيناً يرتبط بظروف اجتماعية معينة ، وأن نمو المدن يحدث في ظروف خاصة ، ويؤدي إلى نتائج معينة بالنسبة إلى تركيب الأسرة أو العقائد الدينية . وإذن فحتى لو لم تكن معرفتنا الحالية واسعة ، فلا شك أنها أوسع من معرفة أسلافنا .

(١) مؤرخ فرنسي عاش في القرن الثالث عشر والرابع عشر (١٢٢٤-١٣١٧) كان مستشارا للقديس لويس Saint-Louis وروى حروبه الصليبية بأسلوب طبيعي صادق .

٥ - السببية في العلوم الانسانية :

ومع ذلك ، فليس يكفي أن نكتشف عن الظواهر ، بل يجب أن نرتبها ، ونوضح ضرورتها • وإنا لنعلم أنه ليس هناك ظواهر علمية إلا عن طريق القانون ، وأن الظاهرة هي في ذاتها قانون • ولكن هل يمكن أن يتوصل علم الإنسان إلى قوانين ؟ وهل يستطيع الاهتداء إلى تتابعات سببية ؟ وهل تنطبق الحتمية على الإنسان ؟ الحق أن إمكان قيام العلوم الإنسانية رهن بهذا الشرط ، كما هي الحال في سائر العلوم •

والواقع أن من الممكن أن يكون الإنسان موضوعا لعلم وضعي ، لأنه يمكن أن يخضع للملاحظة منهجية ، ولأن سلوكه ، ولو كان فرديا ، ينم عن اطرادات منتظمة ، وعن « صور إجمالية schemes » (على حد تعبير برلو Burloud) تشهد بوجود طبيعة بشرية يمكن تميمها ، ولأن سلوكه ليس فرديا فحسب ، بل هو اجتماعي أيضا ، ومن ثم يمكن تحديده موضوعيا على نحو ما ينبئنا علم الاجتماع ، وأخيرا لأن الحرية إن كانت مضادة لعبودية الأهواء من الوجهة الأخلاقية وللقدر المحتوم من الوجهة الميتافيزيقية ، فإنها لا تتنافى مطلقا مع الحتمية التي تحاول علوم الإنسان الكشف عنها •

وسنوضح أن هذه العلوم ، إذا كانت تضطربنا إلى إدخال أفكار جديدة نظرا إلى موضوعاتها ، فإنها لا تتنافى مع التفسير السببي ، وأنها لهذا جديدة بأن تسمى علوما •

(١) الأحكام المعيارية والأحكام الواقعية : مما لا شك فيه أنه يجب التسليم أولا بأن العالم لا يستطيع الوقوف من موضوع دراسته موقف عدم الاكتراث • فالإنسان يهتم الإنسان ، وهو يستثير حكمه ، وتحيزه ، إن جاز هذا التعبير • ومن هنا كانت المعرفة في هذا الصدد تسترشد ، على نحو ضمني على الأقل ،

بتأكيد قيم معينة • وكما أن البيولوجيا تميز بين السليم والعليل ، وعلم النفس بين السوى والمريض ، أو بين الإدراك الحسى الصحيح والباطل ، أو الذاكرة القوية والذاكرة الضعيفة ، كذلك يميز علم الاجتماع بين قوى التقدم أو التقهقر ، وبين المجتمع المتوازن وغير المتوازن ، وبين التركيبات الاجتماعية التى تعين على نمو الشخصية أو تعوق هذا النمو • غير أن هذه الأحكام المعيارية تضاف إلى البحث العلمى ولا تشوّهه : فهى توجهه وتضعه فى خدمة الإنسان • والعلم ينحاز إلى صف الإنسان فى نفس الوقت الذى يشرع فيه فى معرفته مثلاً ينحاز الطبيب إلى صف المريض • ولذلك فإن المعايير التى يقابلها العلم على هذا النحو ليست تحيزات ، وإنما هى تعبر عن الجهد الذى تبذله الحياة ، وربما العقل ، كى تبلغ كمالها فى الإنسان ، والجهد الذى يبذله الإنسان ليصبح إنسانياً •

وقد يقال ، رغم ذلك ، إن بعض المعايير التى يرجع إليها التفكير العلمى ، وخاصة فى التاريخ وعلم الاجتماع ، هى بالفعل تعبير عن آراء العالم ذاته أكثر مما هى تعبير عن معيارية حقيقية • فإن قال المرء مثلاً إن أصلح جماعة اجتماعية هى تلك التى تنتج أكبر إنتاج أو تتماشى أقوى تماشك ، أو أن خير تعليم هو الأكثر حرية (بينما يرى آخرون أنه الأكثر خضوعاً للسلطة) ، أو أن التاريخ يتجه إلى تكوين مجتمع بلا طبقات (بينما يرى آخرون أنه يتجه إلى تكوين مجتمع يزداد تفاوتاً) فهلا تكون هذه الأحكام ، سواء أكانت عملية أم أخلاقية ، أحكاماً شخصية تتحم فى مجال تفسير الظواهر ؟ الواقع أن هذه الأحكام إذا كانت تعبر عن ذاتية العالم ، فإنها تعبر أيضاً عن الموقف التاريخى والاجتماعى ، وعن المعيارية المتعلقة بالجماعة أو المجتمع أو العصر الذى يكون العالم جزءاً منه : وهذا ما تكشف عنه بالفعل الدراسة السيولوجية لعلم الاجتماع sociologie de la sociologie ، أعنى علم الاجتماع الخاص بالمعرفة ، الذى يتجلى فيه تحيز العالم على أنه تعبير عن حقيقة اجتماعية • ولكن

من واجب العالم بطبيعة الحال ألا يركن إلى علم الاجتماع الخاص بالمعرفة في محاولة تفسير هذه التفصيلات ، بل يجب عليه أن يحاول التخلص منها ، وألا يخلط بين معيارية المجال البشرى الذى يدرسه وبين التفصيلات الخاصة التى يشعر بها نحو صورة معينة للمجتمع أو نحو مستقبل سياسى معين .

(ب) **الغائية والسببية** : فى هذه الحالة تعبر الأحكام المعيارية التى يصورها العالم عن قدرته على التقويم فى موضوع دراسته . ومعنى ذلك أن علوم الإنسان لا تستبعد الغائية . والحق أن الحياة ذاتها ، تتجه فى المجال البيولوجى إلى تحقيق فرد سليم ، أغنى فرداً قادراً على البقاء والتكيف مع العالم وتأكيد سيطرته عليه . والبيولوجيا تصف جهد التكيف هذا ، وفى الوقت نفسه تستلهمه وتشارك فيه . كذلك يتجه الإنسان ، من الناحية النفسية ، إلى اختراع الوسائل التى تضمن له سلوكاً يزداد تكيفاً ونجاحاً ، وهو السلوك الذى تبدو بعض الرواسب أو ضروب التقهقر حالات مرضية بالنسبة إليه ، بل إن الظاهرة المرضية ذاتها تعد صورة ممسوخة أو مشوهة لهذا الجهد . وأخيراً ، فإن الجماعة الاجتماعية تتجه ، هى الأخرى ، إلى الاستمرار فى البقاء وإلى حفظ توازنها ، لا عن طريق عمليات للتنظيم الذاتى أو الإصلاح الذاتى ، كما هى الحال فى الكائن العضوى ، بل عن طريق وسائل تزداد دقة على الدوام ، كالتربية والإدارة ونظام الشرطة ، وهى الوسائل التى تدعو الفرد إلى الاندماج فى المجتمع والعمل على حفظ وجوده . وعلى هذا النحو يمكننا أن نتحدث عن غائية اجتماعية ، وربما عن غائية تاريخية ، وذلك إذا سلمنا بأن الصيرورة البشرية فى مجال المجتمع لا الفرد ، ليست نتيجة للمصدف وحدها ، أى لحتمية تبلغ من التشابك والتعقد حداً لا يمكن معه تمييز عناصرها .

غير أن الغائية ، مفهومة على هذا النحو ، لا تخض من قيمة التفسير السببى ، بل الأمر على عكس ذلك تماماً ، لأنها إذا شاعت أن تبرر وجودها ، فإنما يكون ذلك عن طريق الحتمية التى توضح

كيف يتسنى للوسائل أن تنتج الغاية ، أو كيف تؤدي الغاية بدورها إلى نتائج معينة ، وبالتالي كيف تتأكد معيارية الفرد أو الجماعة وتنمو ، أعني كيف يكون الفرد السويّ ، مثلاً ، هو ذلك الذي يتكيف مع المجتمع على أفضل وجه ، وكيف أن أكثر الجماعات تجانساً هي أكثرها بقاءً ، وكيف أن حالة اجتماعية معينة توحى بمستقبل معين ، وتنتج إلى تحقيقه .

(ج) **الفهم والتفسير** : ومن جهة أخرى ، فالإنسان أيضاً وعي ، وهو بهذا الاعتبار مقفل بالنسبة إلى غيره من الناس ، وشفاف أمامهم في آن واحد . فهو لا يعرف الآخر معرفته للأشياء ، وإنما يتعرف عليه بوصفه شبيهاً له ، بفضل ما لديه من قدرة على الاتصال به ، وعلى قراءة تعبير عاطفي على وجهه ، والارتياح في قصد معين وراء فعل ما ، أو أحد الدوافع وراء قرار ما . فلظاهرة الإنسانية دلالة تدرك مباشرة على الدوام ، حتى لو لم تكن واضحة أو صالحة للتطبيق . وهذا ما أسماه بعض الكتاب — منهم الفيلسوف هنل « دلتى Dilthey » ، والمؤرخ مثل « ماكس فيبر » وعالم النفس مثل ياسبرز — بالفهم *compréhension* . وهم يقابلون بينه وبين التفسير . ويضرب « ياسبرز » لذلك مثلاً فيقول إن المرء يفهم أن الشخص الذي تستبد به الغيرة يسعى إلى الانتقام ، ويفسر كون الزهري يؤدي إلى الشلل العام .

لكن العلم لا يستطيع الوقوف عند حد هذه التفرقة ، بل عليه أن يجمع بين التفسير والفهم دائماً . والواقع أن :

١ — الفهم ذاته قد يصبح علمياً يتطلب تدخل العلم أكثر مما يتنافى معه ، فالفهم يتفاوت في مداه ، والمحلل النفسي يفهم الغيرة والغضب على نحو أفضل من الشخص غير المثقف . كما أن الخبير يفهم معنى العمل الفني خيراً من الهاوي .

٢ — والفهم لا يتنافى مع التفسير . ويرجع ذلك أولاً إلى أنه

قد يتضح في ذاته على هيئة علاقة سببية ، كما هي الحال عندما يصف عالم النفس العمليات النفسية التي تؤدي إلى الغيرة ، أو عندما ينسب عالم الجمال « آثارا » فنية معينة إلى علك معينة . ثم إن المرء يستطيع البحث عن أسباب لما يفهمه ، ومثال ذلك : الأسباب الفسيولوجية للغيرة أو الأسباب الاجتماعية للتعبير عنها ، أو الأسباب الفردية أو الاجتماعية لخلق عمل فنى ما .

١ - الحرية والحتمية :

وهذا يثير مشكلة أخيرة : فإلى أى حد يمكن أن تنطبق الحتمية على الظاهرة البشرية ؟ إن الإنسان مضاد للشيء ، لا لأن له وعيا فحسب ، بل لأن لديه الحرية أيضا ، ولأنه قادر قبل كل شيء على التذكر والاختراع . وظاهرة التذكر تحد من الحتمية ، فالحتمية لا تكون مطلقة إلا إذا كانت اللحظة الحالية محددة تماما عن طريق اللحظة السابقة مباشرة . غير أن هذا يفترض أن حالة الأشياء في اللحظة السابقة هي وحدها التي تهتم ، وأن مجموع الماضى بأسره ليس له تأثير حقيقى فى الحاضر . وبعبارة أخرى ، فالحتمية تتنافى مع تأثير الذاكرة . على أن من المحقق أن المادة تختلف عن العقل فى أن العقل يتذكر ، أما المادة فلا ذاكرة لها . ولقد كان ليبنتز على حق عندما قال إن الجسم عقل مؤقت ، أى بلا ذاكرة ، *corpus est mens momentones sue recordatione carens* وقال برجسون مكملًا هذه الفكرة ، إن النسيان هجوم مضاد من المادة على العقل . « فالحالة المادية تجلب لنا النسيان » (١) . فإين كان للماضى الذى يحتفظ به العقل عن طريق الذاكرة تأثير على الحاضر فمعنى ذلك أن اللحظة الماضية مباشرة لم تعد هي وحدها التى تتحكم فى اللحظة الحاضرة ، وأن الحتمية الرياضية لا تنطبق فى صورتها الخالصة على العلوم الإنسانية .

Matière et mémoire (Alcan), P. 195

Ravaisson

(١)

وهذه عبارة اقتبسها برجسون من رافيسون

الحرية والتقدم الانساني :

من أجل هذا يتقدم الإنسان • ولندع جانباً الحديث عن التقدم المعنوي الذي أنكر بعضهم حقيقته • ولنتحدث عن « تقدم الأنوار (المعارف) progrès des Lumières » • فمثل هذا التقدم يستحيل إنحاره • وفي هذا يقول باسكال : « إن كل السلسلة البشرية خلال كل القرون المنصرمة يجب أن تعد إنساناً واحداً ظل باقياً على الدوام ، ويتعلم دون انقطاع » (١) • وإذا كانت معارفه في مجموعها تزداد بلا انقطاع فما ذلك إلا لأن الذاكرة تحفظ ما اكتسبته • وقد يقال إن تسمية مجموع الوثائق المحفوظة التي تساعد على تعليم الجيل الجديد باسم « الذاكرة » ليست إلا تسمية مجازية • ولكننا نجد هنا شيئاً أكثر من مجرد المجاز • ويرجع ذلك أولاً إلى أن الوثائق لم تسجل ولم تحفظ من تلقاء ذاتها ، بل كان من الضروري أن يشعر الإنسان بالحاجة إلى تدوينها وإلى حمايتها من تقلبات الزمان ، وأن يهتدى إلى الوسائل التي تعينه على ذلك • ثم إن أولئك الذين كتب لهم أن ينتفعوا بها يجب أن يكونوا قادرين على قراءتها وتقدير قيمتها وإدماجها في تجربتهم • وبعبارة أخرى ، فإذا كان الإنسان قد تمكن من أن يكون لنفسه ذاكرة مادية مصنعة • فذلك لأن له عقلاً وذاكرة بالمعنى الحقيقي لهذين اللفظين •

من هذه الملاحظات ننتهى إلى أن الحتمية لا تؤثر في الظواهر المعنوية مثلما تؤثر في الظواهر المادية ، إذ أن للإنسان قدرة على التذكر ، وعلى التقدم تبعاً لذلك •

فإذا ما مضينا في التحليل أبعد من ذلك ، أمكننا أن نهتدى إلى

فكرة أهم بكثير ، هي فكرة الحرية الميتافيزيقية — وما أدراك ما هي ! — هذه الكلمة تطلق على ما لدى الكائن المفكر من قدرة على ان يقبل تصورات وميوله أو يرفضها ، وعلى ان يقول للكون ولذاته « نعم » أو « لا » . هذه القدرة الهائلة ، التي يتساوى فيها الإنسان بالله ذاته ، على حد تعبير ديكارت ^(١) ، كانت موضع شك لدى البعض . ولسنا نود ان ندخل في تفاصيل هذا الخلاف ، ومع ذلك فسوف نستبقى منه نتيجة ضئيلة ، لم يثر حولها إلا خلاف قليل ، ويمكن أن يثبتها التحليل دون عناء — وأعني بها القدرة على التفكير وعلى الخلق .

فيذا كان الإنسان قادراً على التقدم في المجال الفردي والاجتماعي معاً ، فما ذلك إلا لأنه يستطيع الخروج على أفعاله الآلية ، وعلى نظمه الجامدة ، وعلى دوافعه التي قد ينقاد لها في المجالين العملي والفنري معاً ، أي آن في استطاعته أن يقول لتلقائياته « لا » ، أو كما يقول مفستو فيليس (الشيطان) : « إنني الروح التي تنكر على الدوام » ^(٢) . وليس معنى ذلك أن الروح تقول لا على السدوم ، وإنما هي تستطيع النفي ، وفي تلك القدرة تتجلى حريتها .

الحرية خالقة :

والواقع أن حرية الإنسان قادرة على الخلق . ولقد سبق لنا الكلام عن اختراع القوانين في علم الطبيعة الرياضي . وكان ذلك

(١) يقول ديكارت في التأمل الرابع « ان الارادة ... أو حرية الاختيار التي أشعر بها في ذاتي تبلغ حدا لا أستطيع معه أن أتصور ما هو أشمل أن أرحب منها ، حتى أنها هي التي تعرفني قبل غيرها أنني أحمل ذاتي صنورة الله وطابعه ... وذلك لأنها تنحصر في استطاعتنا أن نفعل الشيء أو لا نفعله ، أي أن نثبت أو ننفي ، ونسعى إلى الشيء الواحد أو نتجنبه » .

(٢) «Goethe, Faust; Ich bin der Geist der stets verneint»

I. P. 38 de l'édition Reclam.

خلقاً بالمعنى الصحيح ، إذ أن هذه القوانين ليست معطاة في الظواهر ، بل ينبغى أن يكشفها العقل فيها .

والحال كذلك في كل ما هو إنسانى : فمن المؤكد أن الإنسان يخلق عالمه ، وعلومه ، وفنونه ، وسياسته ، ولا شك في أنه لا يخلق كل ذلك دون مادة أو دون معطيات ، ومن هنا كان هناك نوع من الحتمية الحقيقية . فلنتأمل في هذا مثلاً : إن الهندسة علم « أولى apriori » ، أى أنها تبتدع بأسرها . ولكن مادتها هى طريقة معالجة الأجسام الصلبة ، كقطع الأحجار مثلاً . هذه الطريقة ذاتها قد نشأت عما قامت به الأداة البدائية من تهذيب وصقل . والأداة بدورها نوع من التجسيد للحركات الغريزية التى تهدف إلى الضرب ، والخلع ، الخ . فهناك إذن اتصال بين الغريزة ، واستخدام الأداة ، والأسلوب العلمى الذى ينطوى فى ذاته على نوع من العلم ، ثم العلم المحض . هذا الاتصال لا ينقطع ، بل تتخلله بين الفينة والفينة حالات إبداع جديدة . وهكذا نرى مكانة الحتمية فى هذا التطور : فكل مرحلة توحى بالمرحلة المقبلة وتجعلها ممكنة ، دون أن نتحكم فيها كلية .

لهذا تحتفظ الحتمية بمكانها فى العلوم الأخلاقية (الإنسانية) ، إذ أنها تهىء « الشروط » « والمناسبات » التى لا يمكن أن تعد « أسباباً » بالمعنى الصحيح . وبعبارة أخرى ، إذا كانت الحرية تحد من الحتمية ، فإنها لا تنفيها مطلقاً . وهذا ينطبق على الحتمية المادية ، وذلك لأنه من الضرورى أن يوجد عالم محدود يمكن التنبؤ به ، حتى يستطيع المرء أن يدبر الفعل الحر ويحققه ، كما ينطبق على الحتمية النفسية ، التى هى ضرورية ليمكن الشخص من التأثير

في ذاته ، وبذلك يبدى حريته • فلو لم يكن الإنسان إلا حراً لما
نسئله أن يكون حراً (١) •

ومن جهة أخرى ، فإذا كان الفعل الحر هو الفعل العقلي على
الحقيقة ، فمعنى ذلك أنه يستفيد هو الآخر من التفسير ، إذ أنه
يبدأ على الأقل بتحديد بيرره ، إن لم يبدأ بحتمية تامة • ولا شك
في أنه ليس لنا أن نخلط بين الدافع والسبب ، عند ما يكون مصدر
الدافع حكماً حراً ، ولكن دراسة الأفعال الحرة هي دراسة يمكن أن
يقوم بها علم الإنسان في كل الأحوال ، وهي جديرة بأن تحتل
مكانها في هذا العلم •

وأخيراً ، فليست كل الأفعال البشرية تستطيع أن تدعى لنفسها
صفة الحرية • ففي الإنسان استجابات معينة تبدو آلية بمعنى
الكلمة • بل إن مظاهر السلوك الشعورية والارادية ذاتها لها شروط
بيولوجية وتاريخية واجتماعية • ولا شك في أن لغة السببية يجب
أن تكون أقل صرامة في هذا المجال ، إذ يتحدث المرء عن شروط
وتأثيرات ، أو عن أسباب متبادلة ، كما هي الحال بين الفرد والجماعة ،
وبين الكائن العضوى والبيئة • فمن الجائز أن الحتمية هنا ليس
لها ذلك المعنى الدقيق الذى تتميز به في مجال علوم الطبيعة ، بل هي
تكيف مع الظواهر الإنسانية ، ومع ذلك ، تظل تحتفظ في العلم
الإنسانى بنفس الحاجة إلى التفسير • ومن جهة أخرى فإن علم
الاجتماع سيبين لنا أن الظواهر الإنسانية يمكن فحصها في
مظهرها الجماعى لا الفردى ، وعندئذ تكون ما يمكن أن يعد طبيعة
اجتماعية ، تقبل الخضوع للحتمية بدورها •

(١) هذه العبارة شرح لضرورة وجود نوع من الحتمية من أجل تحقق
الحرية • ومعناها أن الحرية الخالصة ، التى لا يحد منها أى شيء ،
هي انعدام للحرية • وهذا ينطبق أيضا على المجال الأخلاقى والقانونى:
فالحرية التامة في الاقتصاد أو الاجتماع ، تقضى على الحرية ذاتها ،
اذ تحيل المجتمع الى مجموعة من الوحوش المتصارعة •
وفضلاً عن ذلك فلا بد من وجود شيء يتحرر منه المرء ، لكى يشعر
بحريته ، أى لابد من قيود تمارس عليها الحرية • (المنزجم)

٧ - خاتمة :

فهناك إذن علوم للإنسان ، وهذه العلوم ذاتها تثبت اليوم وجودها عن طريق نموها . وهى علوم كثيرة ، ومناهجها ذاتها متعددة ، مثلها مثل المفاهيم التى تطبقها . ولكن ألا يصدق هذا أيضا على علوم الطبيعة ، التى أدخلت عليها التفرقة بين مجالات العالم الاخر والعالم الأصغر تعديلات عميقة ؟ كذلك نستطيع أن نفرق فى دراسة الإنسان بين مجالين : الفردى والجماعى ، كما نفرق بين وجهين للظاهرة البشرية : الطبيعية والحرية . ومن هنا كانت كثرة وجهات النظر التى تفحص الظواهر الإنسانية تبعاً لها . غير أن علوم الإنسان لو أصرت على أن تتسم بطابع البساطة التامة والاطراد المطلق لقصرت فى أداء مهمتها ، إذ أنها ستخرج عندئذ عن الطابع المميز لموضوعها ، وستكون غير جديرة برسالتها .

٨ - العلوم المعيارية :

ويبقى علينا ، قبل البحث فى العلوم الإنسانية كل حدة ، أن نقول بضع كلمات عما سمي « بالعلوم المعيارية » ، أى الأبحاث التى تدور حول بعض القيم ، وتقدر الأعمال الإنسانية تبعاً لهذه القيم : وأهمها المنطق ، وعلم الجمال ، والأخلاق . هذه الأبحاث تفترض أن الإنسان معيارى ، ولا يستطيع أن يفهم دون أن يحكم (على الأشياء) ، ويحكم على ذاته . ولكن هل من الممكن أن يكون الشيء الذى بدا منذ برهة موضوعاً للعلوم الإنسانية ، وشركاً منصوباً لها فى الوقت نفسه ، علماً بدوره ؟ وإذا نحن تحدثنا عن علم للمحك أو للجمال أو الخير ، أفلا نكون عندئذ قد استخدمنا كلمة العلم بمعنى سابق على ظهور الروح الوضعية ؟ وهل فى وسعنا أن نقول إن هذه العلوم تندرج تحت الفلسفة ، إذا صح أن الفلسفة تتطوى على التفكير فى القيم ؟

ينبغي لنا أن نفرق هنا بين أمور مختلطة . فيبدو لنا أن :

١ — تعريف القيم ، وفحصها ، وتبريرها ، وترتيبها ، ينتمى إلى مجال الفلسفة التى يمكنها بطبيعة الحال أن تفيد هنا من تجربة العلوم الإنسانية ، ولكن دون أن تخضع لها •

٢ — ينتمى تطبيق هذه القيم إلى أوجه مختلفة للنشاط يجب أن توصف بأنها فنية عملية ، وأوضح مظاهرها هو التعليم بكافة صوره • وهذه الأساليب العملية يجب أن تستند إلى العلوم الإنسانية ، حتى تؤدي الغرض المقصود منها على الوجه الصحيح • فالتربية الأخلاقية أو العقلية أو الفنية ترتكز على علم النفس ، وكذلك على تاريخ العلم ، الذى يعرض بالتفصيل فى علمى الاجتماع والتاريخ •

٣ — دراسة القيم المتفق عليها صراحة أو ضمنا فى مجتمع معين وعصر معين ، ودراسة تطورها ونتائجها العملية ، تنتمى إلى صميم العلوم الإنسانية على نحو ما عرفناها •

وعلى ذلك ، فلفظ « علم السياسة » قد يشير إما إلى دراسة ديمقراطية للمدينة المثلى (كما فى « جمهورية » أفلاطون أو « العقد الاجتماعى » عند روسو) وإما إلى مجموع الأساليب العملية للحكم (كالإدارة وتنظيم السلطة والدعاية • الخ •) وإما إلى دراسة اجتماعية أو تاريخية للنظم السياسية ، ويبحث نفسى للإنسان من حيث هو مواطن •

٩ — الأخلاق والعلم :

وهكذا يمكننا أن نفهم الجدل الذى ثار حول الأخلاق باعتبارها علما • فهناك علم للأخلاق ، وهو ذلك الفرع من علم الاجتماع الذى أصبح يسمى ، منذ عهد ليفى بريل ، بعلم العادات الاجتماعية (١)

(١) Lévy-Bruhl : la Morale et la science des mœurs «Alcan»

أو علم الاجتماع الأخلاقي *sociologie morale* • ذلك هو العلم الذى يبحث فى الأفكار الأخلاقية وقواعد السلوك الأخلاقى كما صيغت ، صراحة أو ضمنا ، فى المجتمعات البشرية ، منذ أن كان للبشرية وجود • هذه الأفكار والقواعد لم تعدم أن يكون لها تأثيرها فى المذاهب الأخلاقية التى وضعها الفلاسفة • صحيح أنها لم تتحكم فيها ، ولكن كان لها اثر فيها : فمثلا نرى أن تغير صورة الرق ثم تحريره أخيرا كان ، قبل ظهوره فى مذاهب الفلاسفة ، أفكاراً كامنة أو ضمنية ، تنطوى عليها العادات الأخلاقية ، ويتحكم فيها التقدم التلقائى للأفكار الأخلاقية جزئيا ، بل لقد خضع لما طرأ على الحياة الاقتصادية والصناعية ذاتها من تغيرات : فقد فطن الناس إلى أن الرق عادة اجتماعية مستهجنة عندما تهذبت الأخلاق ، وكذلك عندما جعلته الظروف الاقتصادية أقل ضرورة أو أقل نفعا ، أى عندما حلت الآلة محل الرقيق مثلا - وكذا الأمر فى فكرة « القانون الطبيعى » ، أى فكرة وجود شريعة للمعدل تمتد حتى تشمل البشرية بأسرها ، وتنظم بطريقة عقلية العلامات بين الناس أيا كانوا ، فنقول إن هذه الفكرة كانت إلى حد ما وليدة بعض العوامل التى أثارتها ، كالإدارة التشريعية لإمبراطورية كبيرة كالإمبراطورية الرومانية التى ضمت شعوبا عظيمة التباين ، لها أفكار ونظم تشريعية مختلفة كل الاختلاف •

وفى الأخلاق جزء آخر يرتبط بصميم العلوم الإنسانية ، هو علم النفس الأخلاقى ، والتربية الأخلاقية ، وهما يصفان الضمير الأخلاقى عندما يصطرح مع مختلف ميول الإنسان ، ويرشد إلى الوسائل التى تضمن له الظفر •

ولكن ، هل تقتصر الأخلاق على أن تكون علما للعادات الأخلاقية أو علم نفس أخلاقيا ؟ هذا السؤال سيناقش فى الكتاب الخاص بالأخلاق (١) •

(١) يشير المؤلف هنا الى كتاب آخر فى نفس السلسلة التى ينتمى كتابه هذا ، وهو كتاب « الأخلاق » من تأليف بريدو A. Bridoux (نفس الناشر ١٩٥٠) (المترجم)

٢ — علم النفس

١ — علم النفس والتحليل الفكرى الانعكاسى :

يمكن أن يتخذ بحث الإنسان فى الإنسان وجهتين مختلفتين ينبغى التمييز بينهما بوضوح ، لأن إحداها علمية بالمعنى الصحيح ، بينما تنتمى الثانية إلى الفلسفة . ولنبدأ شرح هذه المسألة بمثال : هو الإدراك الحسى ، كإدراك السائر الذى ينتبه إلى المرور وعلاماته خلال عبوره الشارع . هذا الإدراك الحسى يمكن دراسته بالبحث عن التركيب الفسيولوجى الذى يجعله ممكنا ، ونوع الأحداث التى قد تغيره حتى تؤدى إلى توقفه . ومن الممكن قياس قوة الإبصار عن طريق بحث حالة أعضاء الإبصار والكائن العضوى بأكمله . كذلك يمكننا أن نفحص كيف يقوم الفرد برد فعل تجاه إدراكه الحسى ، وكيف يرتبط هذا الإدراك بسلوكه ، وكيف أنه يعبر الطريق مطمئنا إلى هذا الإدراك ، وكيف تدرب على هذا السلوك ، وبفضل أى الظروف التاريخية والاجتماعية أمكنه ذلك . وأخيرا ففى استطاعتنا أن نربط إدراكه الحسى وسلوكه بشخصيته ، ونحدد السمات الشخصية التى تتجلى فى طريقة عبوره للشارع ، ونبحث فى تاريخه الفردى والاجتماعى عن أصل هذه السمات . وهذه الملاحظات قد تمهد الطريق لتطبيقات عملية عن أفضل نظام لإشارات المرور التى ينبغى استخدامها فى مفارق الطرق ، وطريقة تدريب المشاة ، والاحتياطات التى ينبغى اتخاذها بالنسبة إلى من لم يتكيفوا مع هذه النظم . وفى هذه الحالة وفى غيرها يرتبط العلم بأساليب عملية تدفعه إلى الأمام ، وتدعم نتائجه فى آن واحد .

وعلى العكس من ذلك ، يمكننا أن نفكر على نحو مخالف مماثل لذلك الذى ضرب به « ديكارت » مثلا فى تحليله لإدراكنا الحسى لقطعة النشم التى تذوب ، فتبين كيف أن الفهم كامن فى الإحساس ، وكيف أنه يرتبط بالإرادة ، أعنى أن كل إدراك حسى هو عمل لذات

قادرة على « التفكير » . فالتحليل الفكرى الانعكاسى يهدف إلى تحديد شروط إمكان المعرفة ، ويهدف بصورة أعم إلى تحديد تلك العلاقة الفريدة للإنسان بالعالم ، مما يؤدي بهذا التحليل إلى الخوض في مجال الميتافيزيقا ، وربما تتناول موضوع الغاية التي يختص بها الإنسان في هذه الحياة ، فيؤدي به ذلك إلى الخوض في مجال الأخلاق . ومن الجائز أن يلهم هذا التحليل علم النفس العلمى ، إذ يدفعه إلى أن يحسب حسابا لما يكشفه ، وأن يهتدى إلى الشروط الأولية للمعرفة في التجربة ذاتها . ولكن البحث العلمى يستهدف غرضا آخر ، هو معرفة الإنسان بوصفه فردا وكشف قوانين سلوكه ، والسمى وراء معرفة الحتمية النفسية ، واتخاذ هذه المعرفة الوضعية أساسا تبنى عليه أساليب عملية تمكن الإنسان من التأثير في الإنسان .

٢ — الدراسات النفسية السابقة لعلم النفس :

إن معرفة الإنسان للإنسان هذه كانت موجودة قبل ظهور علم النفس، ويمكننا الاهتداء إليها قبل ذلك العلم :

١ — ممثلة في العلاقات بين الأشخاص : فالطفل ذاته يستشف ما يمكن أن يثير غضب أبويه ، ونتائج ذلك الغضب ، والطبيب والسياسى ، والكاهن الذى يتلقى الاعتراف هم أنفسهم «علماء نفس» .

٢ — كما توجد ضمنا في الأساليب العملية التي يؤثر بها الإنسان في الإنسان ولو كان ذلك بطريقة غير شعورية ، كما هي الحال في التربية ، والقيادة والإرشاد .

٣ — كما يعبر عنها في الأدب ، الذى يستطيع أن يمدنا بأمثلة قيمة التفكير التحليلى ، حتى في الحالات التي لا يهدف فيها إلى التفسير والشرح .

فمن أين تأتي هذه المعرفة التلقائية الأولى ؟ إن لها مصدرين يتجهان إلى هدف واحد . فمن جانب يوجد الاستبطان ، أى قدرة الإنسان على أن يلقى بنظرة على نفسه . والأصل فى الاستبطان ، هو الشعور بالذات . فإذا كنت أتألم ، فذلك لأننى أشعر بالألم ، وإذا كنت أرغب ، فذلك لأننى أشعر بالرغبة ، ولو سئلت عما أفعل فى هذه اللحظة ، لأجبت فوراً : اننى أكتب . ولقد اقترح بعضهم فى أيامنا هذه — وكانوا على حق فى اقتراحهم — أن نفرق بين الشعور بالذات ، الذى هو إدراك المرء لذاته مباشرة ، وبين معرفة الذات التى تتدخل فيها عمليات عقلية متدرجة (discursive) . ويمكننا أن نشبه التقابل بينهما بالتقابل بين الفهم والتفسير . ولكن من المحقق أن الأول يقضى إلى الثانى مباشرة . فإذا ما شعرت بالألم ، فإنى لا أقنع باستشعار ألمى ، وإنما أرغب فى معرفة مصدره ، وأسبابه ، ونتائجه ، والطريقة التى أعالجها بها . أما المصدر الآخر فهو الاتصال ، أى قدرة المرء على فهم شبيهه ، وفك رموز تعبيراته واستشفاف مقاصده أو دوافعه ، والتكهن باستجاباته . وهنا أيضاً سرعان ما يقضى الفهم المباشر إلى التفسير ، أى أنه يدعونا إلى البحث عن التسلسلات العامة التى تسمح لنا بالتنبؤ بسلوك الآخرين على نحو أدق ، وإلى صياغة هذه التسلسلات فى قوانين . وإذن فهاتان المرفتان : معرفة المرء لذاته ، ومعرفته للآخرين ، فى المستوى السابق على العلم ، لا تكف كل منهما عن الإحالة إلى الأخرى : إذ أنى أعرف الآخر تبعاً لما أعرفه عن ذاتى ، وأقدر غضبه مثلاً تبعاً لحالات الغضب التى مرت بى . وفى مقابل ذلك أستعين على معرفة ذاتى بمعرفة الآخرين لى ، كما نرى فى حالة الصداقة ، أو بمعرفتى للآخرين ، إذ أن إدراكى للآخرين قد يعيننى على استجلاء ذاتى .

٣ - الأنواع المختلفة لعلم النفس :

ما الشروط التي تجعل هذه المعرفة علمية ؟ إنها تصبح كذلك إذا ما مضت في طريقها على نحو أدق تنظيمًا ، وإذا ما كانت تعتمد بوجه خاص على ظواهر موضوعية تخضع للملاحظة ، وربما للقياس ، وتكشف في هذه الظواهر عن حتمية نفسية ، ما دام السعى إلى الموضوعية وتأكيد الحتمية أمرين مرتبطين دائمًا ارتباطًا ضمنيًا على الأقل . وانطلاقًا من هذا يمكننا أن نتبين الفروع المختلفة لعلم النفس الوضعي .

(أ) الاستبطان :

أين يجب البحث عن الموضوعية ؟ علينا أن نبحث عنها أولاً في الاستبطان ذاته . والحق أن المنهج الاستبطاني قد تعرض منذ « كونت » لتعدد كثير ، ينبني على القول بأن من المحال على الذات المدركة أن تحيا وأن تلاحظ في آن واحد ، إذ أن الملاحظة تحور العملية الحية التي تلاحظها أو تبطلها . غير أن كل وعي هو في ألوقت نفسه وعي للمرء بذاته ، وهذا الوعي بالذات يمكن أن يصير معرفة ، عن طريق النظر إلى الماضي ، دون أن يطرأ على تلقائية الوعي أي تغير بسبب ذلك . والواقع أن علم النفس بأسره يصبح مستحيلًا لو لم توجد المعطيات الأساسية التي يقدمها الاستبطان . وعن طريق ممارسة التحليل الواعي تزداد هذه المعطيات وضوحًا ودقة بالتدريج . ويتمثل ذلك في طريقة « الاستبطان التجريبي » التي استخدمها « بينيه Binet » في دراساته عن الذكاء ، والتي عممتها مدرسة فرتزبرج Wurzburg . وفي هذه الطريقة يطلب إلى الشخص أن يصف بدقة ما يحدث في داخله عندما يجيب عن مسألة معينة أو يقوم بعمل معين . ولو لم يرجع علم النفس إلى الاستبطان رجوعًا ضمنيًا على الأقل ، لكان مهددًا بإغفال بعدد أساسي من أبعاد الظاهرة النفسية : وهو الوعي الذي لا يمكن تجاهله دون القضاء

على الطابع المميز لموضوع علم النفس . ذلك لأن اللاشعور ذاته ، الذى توليه بعض المذاهب وبخاصة مذهب التحليل النفسى ، أهمية كبرى ، هو « لا شعور » نفسى ، أى أنه شعور أو وعى بالقوة ، ومن هذه الناحية يكون كل من الشعور واللاشعور مضادا لما هو عضوى أو مادى . والمسألة الوحيدة التى يمكننا أن نتفق فيها مع نقاد الاستبطان ، هى أنه لا يكفى وحده ، ولا يستطيع وحده أن ينظم المادة التى يحثفها تنظيما علميا .

(ب) التحليل النفسى :

يقدم إلينا التحليل النفسى خير مثال لإمكان بحث هذه المادة موضوعيا دون التخلّى عن فهم الظاهرة النفسية . فالتحليل النفسى ، كما وصفه واضعه فرويد ، هو أولا نظرية للانفعالية *théorie de l'affectivité* وللدوافع التى تتركز حول الغريزة الجنسية (وصفة « الجنسية » هنا تفهم بمعنى واسع يقرب من معنى « الانفعالية ») ولضروب التغير التى تطرأ على هذه الدوافع ، التى قد تكبت أحيانا ، فتصبح لاشعورية ، وقد لا تكبت ، وذلك طوال تاريخ الفرد ، وفى طعولته قبل كل شيء . ولما كان مصير هذه الدوافع حاسما بالنسبة إلى شخصية الفرد ، فقد غدا التحليل النفسى مفتاح الدراسة النفسية للشخصية ، وهو يفسر هذه الشخصية تفسيراً جزئيا على الأقل ، بأن يؤول بعض مظاهر السلوك السوية (كالأحلام وتداعى المعانى) أو المرضية (كأنواع الأمراض العصبية ، مثل اللازمات *tics* والوساوس ، والهذيان ، والمخاوف *phobies*) ، وذلك لإعادة تصوير تاريخ الفرد من جديد وتحديد الحوادث التى تردد صداها فى نفسه ، وتوضيح آثار هذه الحوادث والعمليات النفسية التى تؤدى إليها . وبفضل التطبيقات العلاجية التى توصل إليها التحليل النفسى ، وبفضل امتداد منهجه إلى ما وراء الحالة الانفعالية ، أى إلى العقل والإرادة ، أصبح ذلك التحليل يحتل اليوم مكانا مرموقا فى علم النفس .

(ج) مذهب تداعي المعانى ومدرسة الجشطلالت :

يوجه التحليل النفسى علم النفس نحو فحص « التجمعات السيكلوجية » التى يصف تركيبها وتاريخها • فهو يغلب فكرة التركيب الكلى على فكرة البساطة • وبهذا يتفق مع مدرسة الجشطلالت (الصورة الكلية) فى علم النفس • وبينما كان هدف العلم النفسى المسمى بالذرى (١) أو الترابطى فى القرن الثامن عشر ، هو تفسير الظواهر النفسية عن طريق تجمع عناصرها الأولية ، كالإحساسات أو المعانى ، فإن علم النفس الجشطلالتى يلاحظ أن الإدراك الحسى هو دائما إدراك لصورة كلية ، أى لمجموعة منظمة لها دلالتها ، وتبرز فوق « أرضية » كما تبرز لوحة الرسم فوق الحائط أو اللحن فوق السكون ، ومن ثم لا يمكننا إعادة تركيب الإدراك الحسى عن طريق احساسات المنعزلة — وبوجه عام فكل سلوك (أعنى كل فعل نقوم به ، أو رأى نصرح به ، أو حاجة نسعى إليها) هو أكثر من مجرد مجموعة للعناصر التى يمكننا أن نحللها إليها • فالحقل ليس مجرد مجموعة مختلفة من الحركات ، والحكم ليس مجرد معانٍ متجاوزة ، والرغبة ليست مجرد مجموعة من الإحساسات الوجدانية • ولا يكون للسلوك معنى إلا إذا وضعنا نصب أعيننا طابعه الكلى هذا ، وعندئذ يكون هذا المعنى هو الذى كشف عنه الاستبطان من قبل • غير أن هذا الاعتماد على الدلالة الشاملة والوحدات المتجمعة ، لا المتجزئة ، لا يحول على الإطلاق دون دراسة السلوك دراسة علمية •

(د) علم النفس الفسيولوجى :

ومع ذلك فقد اعتقدت بعض المدارس أنه يجب البحث عن

(١) يطلق اسم المذهب الذرى Atomisme فى المجال الفلسفى على المذاهب التى تقسم الظاهرة — الذهنية أو المادية — الى مكوناتها الجزئية ، ولا تقيم وزنا لطبيعة الكلى ، فى تفسيراتها • (المترجم)

الموضوعية من جهة الجسم بوجه خاص ، بدلا من البحث عنها في الوعي ، ويرجع ذلك أولا إلى أن الملاحظة والقياس هي في الظواهر الجسمية أيسر منها في ظواهر الوعي ، وإلى أن الظواهر الجسمية تتحكم في ظواهر الوعي هذه تحكما قويا . ومن هنا كانت الأهمية التي اكتسبها علم النفس الفسيولوجي ، الذي يدرس الأسس أو المظاهر العضوية للظواهر النفسية ، ويدرس بوجه خاص تركيب المخ والجهاز العصبي المركزي وأجهزة الحس ، وكذلك طريقة أداء هذه الأجهزة لوظائفها ، وأحوالها المرضية . وهنا يدخل علم النفس في مجال البيولوجيا البشرية . وفي مقابل علم النفس الفسيولوجي ، نجد علم النفس الاجتماعي ، الذي سنعود إليه فيما بعد ، والذي يدرس علاقة الفرد بالجماعة الاجتماعية ، ويهتم خاصة بمختلف المؤثرات التي تنبثرها الجماعة على الفرد .

(هـ) علم النفس السلوكي :

على ان هناك اليوم مدرسة كبيرة تأبى الاعتراف بالتضاد بين الظاهرة النفسية والظاهرة الفسيولوجية ، وترغم أن أساس هذا التضاد هو التفرقه الميتافيزيقية بين الجسم والروح ، وتجد في فكرة التصرف او السلوك وسيلة لتجاوز نطاق هذا التضاد . ويمكننا أن نذكر من طلائع هذا المذهب في علم النفس كلا من بافلوف Pavlov الروسى وببير جانيه الفرنسى ، وواطسن وثورنديك الأمريكين ، كل في اتجاهه الخاص . والمدرسة السلوكية في علم النفس ، وإن لم تكن تنكر الشعور أو الوعي ضرورة (رغم أن بعض ممثلها أرادوا إنكاره) فإنها ترمى إلى دراسة الإنسان على نحو يتيح ملاحظته ملاحظة موضوعية من الخارج ، وكما يتجلى للقائم بالملاحظة في أفعاله وأقواله . فبدلا من أن تدرس الذاكرة على أنها وظيفة نفسية ، تلاحظ كيف تؤدي وظيفتها بحسب الظاهر ، أى كيف يتعلم الإنسان وينسى ، ويروى . الخ ، وبدلا من أن تدرس الإدراك الحسى ، تلاحظ كيف يعبر المار الطريق ، وكيف يشرف العامل على الآلة ، وكيف ينقل الرسام منظرا طبيعيا .

٤ - المنهج التجريبي :

هذه الدراسات في علم النفس الفسيولوجي ، وفي علم النفس الاجتماعي ، وعلم النفس السلوكي - سواء أكانت تتخذ علم نفس الجشطات مصدر وحى لها أم تكن - تندرج كلها تحت ما يسمى بعلم النفس التجريبي . ويستخدم الأستاذ « لاجاش Lagache » هذا اللفظ في مقابل علم النفس العلاجي (الاكلينيكي) أو علم النفس الشامل Psychologie Compréhensive وفي مقابل التحليل النفسى بجه أخص ، ذلك كي يبين أن الممارسة العلمية لا بد أن تتجاوز هذا التقابل ، وأن هذا هو ما تقوم به فعلا (وبذلك يبرر تجاوز التقابل بين التفسير والفهم) .

ولقد أدخل علم النفس التجريبي مناهج الملاحظة المدعمة بالآلات العلمية التي تمارسها العلوم الطبيعية بطريقة منظمة في دراسة الإنسان . وبهذا أصبحت أهمية العمل بالنسبة إلى عالم النفس لا تقل عن أهميته بالنسبة إلى عالم الكيمياء . وقد تكون « الحالة » التي تدرس هنا حيوانا أو إنسانا على حد سواء ، وقد تكون مجتمعا أو إنسانا منفردا . ولنذكر هنا على سبيل المثال لا الحصر ، بعض الدراسات التي يقوم بها علم النفس التجريبي : فمنها دراسة التعلم Learning أو تكوين العادات ، التي تجرى أساسا على حيوانات تحبس في متاهة ، وتتعلم كيف تسير في طرقها الملتوية للوصول إلى غذائها . أما بالنسبة إلى الإنسان فمنها دراسة التعود على نشاط معين ودراسة مراحل العمل ، ودراسة التعب ، وعلى الأخص ما يسمى بالتعب الناتج عن العمل في المصانع ، وبالنسبة إلى الجماعات ، دراسة العلاقات بالقائد Leader تبعاً لمدى سيطرته عليهم ، وتأثير « جو الجماعة » في الفرد .

ومن بين التطبيقات التي يسمح بها استخدام القياس (mesure) ، الذي تكفل الأجهزة العلمية دقته ، ينبغي أن نشير على الأقل إلى .

القياس السيكولوجى Psychotechnique • فبفضل مختلف أنواع الاختبارات يسمح لنا هذا القياس بتقدير بعض قدرات الفرد تقديرا عدديا ، كالذكاء المدرسى والذاكرة ، ودقة الإدراك الحسى ، وسرعة القيام بحركات معينة أو دقة هذه الحركات ، الخ • وتلعب هذه المقاييس دورا تتزايد أهميته فى التوجيه الدراسى والاختيار المهنى • وحسبنا هنا أن نورد مثلا واحدا ، فالحوادث التى ترتكبها السيارات العامة قد قلت إلى النصف منذ أن استخدمت اختبارات خاصة فى اختيار السائقين •

وأخيرا ، ينبغى أن نذكر ، إلى جانب المنهج التجريبي ، المنهج المقارن الذى يقوم بمقارنات ، إما بين نماذج مختلفة من الأفراد — وهذا هو ما يسمى بالبحث النفس فى الفروق الفردية أو بعلم الشخصية — وإما بين أفراد ينتمون إلى مجتمعات أو حضارات متباينة ، وهنا يرتكز علم النفس على علم الاجتماع وخاصة علم الأنجاس (Ethnologie) لدراسة الأفراد الذين ينتمون إلى ما يسمى بالجماعات البدائية ، وإما بين البالغ والطفل ، وهذا ما يبحثه علم نفس الطفل وعلم النفس التربوى ، وإما بين الفرد السوى والمريض ، وهنا نعتمد مرة أخرى على علم النفس المرضى • وكل هذه الفروع لعلم النفس قد نمت اليوم نموا ملحوظا على أيدي المختصين • وكل منها يمكن أن يرجع ، من ناحيته الخاصة ، إلى علم النفس التجريبي ، أو إلى علم النفس الاكلينيكي ، ومن ثم فالتضاد بين هذين المنهجين لم يعد حاسما ، وإنما ينتمى الاثنان معا إلى علم النفس الوضعى •

الحمية النفسية :

ولكن ، أيا كانت المناهج ، فهى لا تكون منتجة من الوجهة العلمية إلا إذا كانت قادرة على الإتيان بتفسير سببى للظواهر التى تكشفها ، وبالفعل تدعى كل المناهج أنها قادرة على ذلك • وعلى أساس قدرتها هذه يمكنها إيجاد أساليب عملية صالحة ، تستبدل بالأساليب التلقائية التى كان يلجأ إليها علم النفس فى البداية • ذلك لأن الإنسان

لا يستطيع السيطرة على الإنسان — سواء في ذلك سيطرة الطبيب على المريض ، والمربي على الطالب ، والمعلن على العميل ، والرئيس على المرعوس — إلا إذا ترتبت نتائج معينة على أسباب معينة ، وأمكن تحقيق النتائج بتحقيق الأسباب . أما إذا كانت الحرية ألتى تعزوها بعض المذاهب إلى الإنسان (وهى حرية مشروعة فى رأينا) تحول دون أى تطبيق للعلاقات السببية ، فسيعجز الفرد عندئذ حتى عن التأثير على ذاته ، ولن تكون حريته إلا لفظا فحسب .

وعلى ذلك فلنا أن نقول :

١ — أن الإنسان يخضع للحتمة عندما ينحط سلوكه إلى مرتبة الآلية ، كما هى الحال فى أوقات نومه ، أو عندما يحول المرض دون أن يحقق ذاته بالمعنى الصحيح ، كما فى حالة استسلامه للفكرة الثابتة أو للوهم الملح أو للعقد .

٢ — وإن الإنسان السوى ، إذا كان قادرا على السيطرة على نفسه فهو فى الوقت ذاته مُسيطر عليه ، ومن واجبه أن يعترف بمظاهر السيطرة الواقعة عليه ، والتي يمكن تسميتها « بالشروط » *suonipuoos* . وهكذا يدرس علم النفس الفسيولوجى الشروط الفسيولوجية للسلوك ، ويدرس علم النفس الاجتماعى شروطه الاجتماعية . أما علم النفس بوجه عام فيدرس العمليات النفسية التى تتجلى فى هذا السلوك ، والعلاقات السببية التى يتكشف عنها تاريخ الفرد .

فإن كان للحرية مدلول غير المدلول الميتافيزيقى ، وإن كان لعلم النفس أن يقدم من جانبه دليلا على هذه الحرية ، فإن يكون ذلك عن طريق استبعاد هذه العلاقات السببية ، بل عن طريق بيان أن الإنسان يمكنه أن يضع فى مقابل هذه الأسباب سببيته الخاصة ، التى لا يحول شئ دون تصورهما على أنها سببية حرة ، كذلك التى تمارس فى الفعل الإرادى : ففى استطاعته أن يؤثر فى جسمه ، وفى الجماعة الاجتماعية ، وفى شخصيته هو ، وفى ميوله أو طباعه . فالسببية المتبادلة فكرة يزداد استخدامها شيوعا فى علوم الإنسان ، وهى تشهد بالطابع الوضعى لهذه العلوم ، وهى فى الوقت ذاته دليل على حرصها على احترام الطابع المميز للكائن البشرى .

٣ - التاريخ

١ - التاريخ والتاريخية :

يهدف التاريخ إلى معرفة الماضي ، أى ماضى البشر ، أفراداً وجماعات . أما ماضى الأشياء فلا يهمه إلا بقدر اتصاله بماضى البشر . فالتاريخى هو ما يحدث للإنسان وما يهم الإنسان : فزلزال لشبونة فى القرن الثامن عشر تاريخى لأنه أثر فى مصير سكان لشبونة ، ولأنه أثار خواطر فولتير ومناقشاته حول فكرة العناية الإلهية . أما تاريخ الأنواع ، أو الأرض ، أو النظام الشمسى ، فليس تاريخاً بالمعنى الصحيح طالما أن الإنسان لا يتمثل فيه . وفى هذه الحالة لا تكون هناك حوادث ، لأن ما يحدث لا يحدث لأحد . أما الإنسان فهو وحده الذى له تاريخ ، لأن الإنسان وحده هو الذى لا يكتفى بأن يكون فى الزمان ، أو يخضع لتسلسل زمنى لا يمكن عكس اتجاهه ولا مستقبل له ، وإنما يشعر بالزمان ، ويستطيع تصور الماضى ، وتثبيت الحاضر على نحو ما ، وذلك بالقيام بأعمال تظل باقية من بعده ، وتصور مستقبل يقارنه بماضيه . وربما كان لنا أن نقول إن للتاريخ وجوداً حقيقياً ، وذلك لأن له وجوداً من حيث هو معرفة ، أعنى أن الإنسان قادر على أن يتمثل ماضيه ليقرر مصيره ، إما بطريقة أسطورية كما فى المجتمعات البدائية ، حيث لا يبعث الماضى إلا فى صورة أساطير يجب الاحتفاظ بها ، وإما بطريقة علمية كما هى الحال فى مجتمعاتنا . ومما تجدر ملاحظته أن المجتمعات البدائية التى لم يظهر فيها مؤرخ بالمعنى الصحيح ، هى فى معظم الأحيان مجتمعات ثابتة ، جامدة ، لا يبدو لها تاريخ ، على حين أن ظهور التاريخ باعتباره علماً هو خطوة حاسمة فى حضارة الإنسانية ووعيا بذاتها .

٢ - الواقعة التاريخية :

كيف تتيسر معرفة الماضى ؟ يلاحظ أن الواقعة التاريخية ، بالإضافة إلى كونها ذات طابع إنسانى، هى مضادة للواقعة الطبيعية من

جهة أنه يستحيل تكررها من حيث المبدأ • فهي تنتمي إلى الماضى ، وعلى هذا الأساس فهي قد اختفت إلى الأبد • وهى من جهة أخرى فردية • وهكذا درج الناس على المقابلة بينها وبين الواقعة الاجتماعية • وقد أبدى « هنرى بوانكاريه » هذه الملاحظة الساخرة : « لقد كتب كارليل شيئا أشبه بما يأتى : إن الحادث الوحيد الهام هو أن فلاناً ابن فلان قد مر من هنا • ذلك هو الأمر الذى يدعو إلى الإعجاب ، وتلك هى الحقيقة التى تساوى عندى أكثر مما تساوى كل نظريات العالم ... تلك هى لغة المؤرخ • أما عالم الطبيعة ، فيؤثر أن يقول إن فلاناً ابن فلان قد مر من هنا ، ولكن هذا أمر لا شأن لى به ، ما دام لن يمر بعد الآن » (١) •

ولكن ما مصدر هذا التأكيد لفردية الواقعة التاريخية ؟ ذلك أولاً لأن هذه الواقعة تتخذ لها موقعا فى زمان لا رجعة فيه ، أئنى زمانا يحياها الإنسان ويتحدد أولاً بالموت المحتوم للفرد ، وبمجهود الإنسانى لبلوغ كمالها ، على حين أن زمان الأشياء قد يمكن العودة فيه إلى الوراء إلى حد ما ، إذا جاز هذا التعبير ، ما دام ينقسم إلى مراحل متكررة ، ومنظمة ، ولا يتجه نحو حد معلوم • وثانياً لأن الواقعة التاريخية ترتبط بالإنسان الذى يحياها بوصفها حاضرا له ، وحدثا فريدا •

٣ - المنهج التاريخى :

(ا) تحقيق الواقعة :

من ثم كان العمل الأول للمؤرخ هو الاهتمام إلى الواقعة التى اختفت فى الماضى ، والتثبت منها • ولذا كان من الضروري أن يرجع الإنسان من الحاضر إلى الماضى ، ولو لم يكن قد تبقى من الماضى شيء لاستحال الوصول إليه • وإذن فننقطة البدء فى المنهج

التاريخى هى الوثيقة ، أعنى الأثر المادى الذى تتركه الواقعة ، وبه يمكن الرجوع إلى الواقعة ذاتها • ويمكننا هنا أن نغسرق بين الوثائق غير الإرادية التى لم يتحكم أى مقصد فى إنتاجها وحفظها ، والتى تتمثل بوضوح فى الحفريات ، وبين الوثائق الإرادية التى حفظت عمدا من أجل إرشاد الأجيال التالية ، أو التى تهدف فى الحاضر ذاته إلى الدعاية ولا توجه إلى الأجيال التالية • ومن هذا الثقيل ، الآثار ، والنباشين ، والنقود ، ومختلف أنواع الصور • وغنڈ يكون للنقد التاريخى مرحلتان :

١ — فهو يجمل الوثيقة قابلة للاستعمال ، ويتثبت من صحتها • وذلك هو النقد الذى يقوم به البحث العلمى ، الذى يستعين بعلوم ثانوية عديدة يعتمد عليها التاريخ : كعلم الرسوم *Iconographie* (ويشتمل على الصور والتماثيل المنحوتة والنقوش البارزة) سخ • وعلم الكتابات القديمة *Paléographie* (المخططات) وعلم النقوش *Epigraphie* (كالكتابات على الحجر) وعلم المسكوكات *Numismatique* (كالنباشين) وعلم الآثار *Archeologie* وعلم أصول المواضع *Toponymie* (أصل أسماء الأماكن) •

٢ — كما تستخدم الوثيقة للتثبيت من الواقعة • وأكثر الوثائق صحة هى الوثائق غير الإرادية التى لا تقول إلا القليل • أما الوثائق الإرادية فنقول أكثر ، ولكن لا يطمأن إليها كثيرا • إذ يمكننا أن نتساءل عما إذا كان المؤرخ الذى دونها قد ألم بالحوادث إلماما كافيا ، وعما إذا كان حكمه حرا • وهنا تتدخل روح النقد ، أى روح الدقة *esprit de finesse* التى تحدث عنها بامسكال ، والنهى هى نوع الذكاء الذى يقتضيه تفسير الإنجيل فى نظره • وللنقد التاريخى مهمتان :

(أ) المقارنة أى التأكد من صحة وثيقة عن طريق وثيقة أخرى مستقلة عن الأولى •

(ب) التفسير النفسى والنقدى ، أى التحليل الذى ننتقد به من الوثيقة إلى مقاصد الكاتب ، ومن مقاصده إلى الصورة التى كونها لنفسه من الأحداث ، ومن هذه الصورة إلى الأحداث ذاتها .

وهكذا تتضح معالم الوقائع التاريخية . ومن المهم هنا أن نشير إلى أهمية الصبر، أعنى الحماس الذى يحاول به بعض الباحثين (ولنلاحظ أن التاريخ فى أصله الاستقائى اليونانى يعنى البحث) أن يلقوا ضوءا على دقائق معينة من الماضى ، وعلى تفاصيل صغيرة إلى أقصى حد فى بعض الأحيان ، فيكرس أحد الباحثين فى الوثائق مثلا عدة سنوات كى يتتبع أثر دير فى العصر الكاروليينى ، وتقوم بعثة معينة بحفر منطقة من أجل التنقيب عن رسوم مدينة اندثرت منذ خمسة آلاف سنة . وفى حب الاستطلاع هذا عنصر تلقائى عميق ، فالإنسان يهتم بالإنسان أشد الاهتمام ، ووعيه بالإنسانية لا يكف عن الامتداد والتوسع ، منذ المهود البدائية التى ينظر فيها إلى أى شخص غريب عن القبيلة على أنه من نوع مخالف .

ولكن يجب أن نلاحظ أيضا أن متابعة الوقائع على هذا النحو لا تخلو من بعض الافتراضات السابقة التى تتدخل على الدوام . فالمرء لا يرجع من الحاضر إلى الماضى فحسب ، بل يستدل أحيانا بالحاضر على الماضى . وهكذا يفترض المرء وجود تجانس أساسى فى مراكز الناس ، ووحدة أساسية للطبيعة البشرية ، لا يمكن الوصول إلى فهم دونها . ومن جهة أخرى ، ينتقل المرء من واقعة معينة إلى أخرى ، وهكذا يفترض اتصالا للتاريخ ، ومنطقا معينا لتعاقب الأحداث .

(ب) التركيب التاريخى :

وهذا يقضى بنا إلى المهمة الكبرى الثانية التى يأخذها المؤرخ على عاتقه ، والتى كانت توجد بصورة ضمنية فى مهمته الأولى .

فليس يكفى أن نعطى اللصام عن الوقائع ، بل ينبغى أن ندمجها
في مجموع حضارى شامل ، وفي الوقت ذاته ندرجها في السياق
الزمنى ، وهذا ما يسمى بالتركيب التاريخى . حقا إن الواقعة
المجردة ، كقرار أحد الحكام ، أو معركة معينة ، أو عطية تجارية ،
أو تشييد مدينة ما — أمر لا غنى عنه ، لحدونها لا يكون التاريخ
إلا أوهاما : والواقعة هى على الدوام المحكمة العليا لكل تركيب
تاريخى . ولكن لنلاحظ من جهة أخرى أن الواقعة إذا ما نظرت إليها
في ذاتها لم تكن تعنى شيئا ، إذ لا يكون لها معنى إلا باعتبار أنها
حدث إنسانى وقع لأناس وعاش فيه هؤلاء الناس ، وباعتبار
أنها تحتل مكانا في مجموع ، وفي إطار عام ، وفي لحظة محددة ،
وفي مدينة معينة وتعاقب محدد — أى تحتل ، على وجه الدقة ، مكانا
في التاريخ . فكيف ننظم هذا التاريخ ؟

هنا يتداخل الفهم والتفسير ، ولكن هنا يصادف المؤرخ
مشاكله ، بل يصطدم التاريخ ذاته بحدوده التى لا يتعداها .

{ — التداخل بين الفهم والتفسير :

يستعين التاريخ بالفهم ، أى بالمعرفة التى نكوها عن نشاط
الإنسان وأفعاله بطريقة مباشرة تتغلغل بها في باطن هذا النشاط ،
لأن التاريخ يتخذ الإنسان موضوعا له ، أو بتعبير أدق ، لأن التاريخ
يدعونا إلى أن ندرك من جديد نفس الطريقة التى عاش الإنسان
بها التاريخ . ففهم الماضى ليس معناه أن نفهمه بوصفه ماضيا ،
بل بوصفه حاضرا لأولئك الذين عاشوا فيه . وعاشوا فيه كما
نعيش نحن في حاضرا ، جاهلين به وغير واثقين منه ، لا ندرى إلى
أين نسير ، وما إذا كانت الدلالة التى نحددها لهذا الحاضر ستتأيد
في المستقبل ، الذى نحاول أن نتنبأ به ونصنعه في آن واحد . ومن
هنا كانت الواقعة التاريخية فردية . إذ تطابق في كل مرة تجربة
فريدة ، ومن هنا أيضا كان من المستحيل استيعابها استيعابا كاملا ،

إذ أن كل من قام بدور فيها قد عاشها بناء على وجهة نظر معينة .
وحسبنا أن نتأمل معركة « ووترلو » ومن وجهة نظر فابريس
Fabrice ، ومن وجهة نظر نابليون ، وأحد قواد التحالف .

على أن الفهم هو أيضا تفسير ، وهو بحث عن دلالة واقعة خارج
هذه الواقعة ذاتها . أى فى سياقها ، وكذلك فى أسبابها ونتائجها ،
ففيه إذن اعتراف بحتمية تاريخية أو منطق للتاريخ . والواقع أن
هذين الطريقين (الفهم والتفسير) يرتبطان دائما فى عمل المؤرخ
الذى يحاول أن يحتفظ للواقعة بعلامتها الخاصة وطابعها الأصيلى
الحى ، وفى الوقت ذاته يدمجها فى سلسلة متصلة الحلقات ، ويميط
اللتام عن أسبابها ونتائجها ، ويكشف عن القوانين العامة التى تعمل
عنها فى هذه الواقعة . وكما قلنا من قبل . فإن لكل واقعة إنسانية
مثل هذا الوجه المزدوج . فمن الممكن أن ينظر إليها على أنها
مظهر لابتكار إنسانى ، تفسره دوافع ، لا أسباب ، كما يمكن أن تعد
واقعة طبيعية تخضع لضرورة خاصة بها . فتكوين الريخ Reich
الإنسانى يمكن أن يفهم على أنه من عمل بسمارك ، وكذلك من عمل
الأسان الحديدى الذين أسهموا معه فى هذه المهمة ، كما يمكن
النظر إليه على أنه حادث أصبح من المحتم وقوعه بناء على منطق
الحركة القومية فى القرن التاسع عشر والظروف الخاصة المحيطة بها .
ولو عبرنا عن هذه الفكرة على نحو أعم . لقلنا إن الإنسان ،
والإنسان العظيم بوجه خاص . يمكن أن يفسر التاريخ ، وبالعكس
يفسر التاريخ الإنسان . وليس على علم التاريخ أن يختار بين هتين
الوجهتين من النظر . وقد أكد ماكس فيبر Max Weber بوجه
خاص ضرورة الجمع بينهما . فالسببية هنا أيضا تعبر عن الفهم ،
كما فى قولنا إن قرارا معيناً لبسمارك قد أدى إلى حادثة معينة ،
والفهم يوضح السببية ، كما فى قولنا إن الحركة الوطنية ترتبط بتغير
فى التركيب الاقتصادى والاجتماعى ، وبظهور أفكار جديدة فى الوقت
نفسه . إن كل علم يود أن يبرر نفسه تبريرا سببياً ، وفى علوم
تقترن هذه العلاقة السببية بعلاقة دلالة relation significative .

٥ - موضوعية التاريخ :

إن الصعوبات التي يلقيها علم التاريخ ترجع إلى تطبيق هذين المنهجين . ولننساءل أولا : إلى أي حد يكون الفهم ممكنا ، اعني إلى أي حد تكون المعرفة التاريخية خلوا من كل غرض ؟ وإذا كان علم التاريخ يشهد بقدرة الإنسان على إدراك الماضي إدراكا واعيا . وبرغبته في تحديد مستقبله وفقا لهذا الماضي ، فلنا أن ننساءل في هذه الحالة : ألا يؤدي حرص الإنسان حاليا على مستقبله إلى توجيه الفكرة التي يكونها لنفسه عن الماضي توجيهيا معيناً ؟ إن الثورة الفرنسية إذا ما درست في عهد عرودة الملكية ، تبدو في صورة مختلفة كل الاختلاف عنها إذا ما درست في عهد الامبراطورية اثنافية ، أو الجمهورية الثالثة ، كما تختلف أيضا باختلاف شخصية المؤرخين . إن الاتفاق بين الناس على واقعة مادية أمر ممكن لأنها لا تهم أحداً منهم بطريق مباشر على الأقل . وضحيج أن المرء قد يتخذ منها موقفاً معيناً ، ولكنها في ذاتها لا تستأثر باهتمام إسان دون آخر ، ولا تتضمن نموذجاً يختدى . أو حكماً أو قراراً . أما في حالة الواقعة التاريخية ، فنشعر بأننا ننفعل . ويطلب إلينا أن نحدد موقفنا منها (١) . ولا بد أن تؤدي مشاغل الحاضر أو تحيزاته إلى

(١) في وسعنا أن نعبر عن هذه الفكرة بتعبير آخر ، فنقول ان الواقعة التاريخية ، بمعنى معين ، تنتمي إلى الماضي ، فهي بهذا المعنى قد زالت . وانتهت ، ولا سبيل إلى الرجوع فيها . ولكنها بمعنى آخر لا تزال تؤثر ، وتناجها لم تستكمل بعد ، ولذلك طالما أنها تثار وتصور من جديد ، وتردد صداها في وعي الناس . لهذا كان من الممكن دائماً أن يعاد النظر في دلالتها ، ويستحيل حسم الأمر فيها إلا في نهاية التاريخ - والتاريخ ليس له نهاية ! وتلك هي إحدى الأفكار الرئيسية التي يدور حولها بحث « أرون » في كتابه « تدخل إلى فلسفة التاريخ Intr. a la phil. de l'histoire » الذي يحاول أن يثبت فيه أن الماضي لا يمكن أن يكون موضوعاً لمعرفة تتصف بالصحة والتحديد المطلق ، لأن معناه يتوقف على الحاضر ، والقرار الذي يتخذه المؤرخ بالنسبة إلى ذاته وموقفه ، يؤثر في تفسيره للماضي ، الذي هو دائماً ، وفي نهاية المطاف ، ماضيه ، مهما كان بعيداً عنه .

تشويه فكرتنا عن الماضي . إن فهم الماضي هو ، في نهاية المطاف ، محاولة منا لكي نحياه من جديد ، ولكن هذا حد نهائى لا نمك إلا أن نحاول الاقتراب منه ، إذ أننا لا نتصل بالماضى اتصالا كاملا . وفضلا عن ذلك ، فبم نتصل ، لو وجد هذا الاتصال ؟ أعنى أننا إذا تحدثنا عن « ووترلو » ، فهل نتصل بفابريس أم بنابوليون ؟ إن الحادثة التاريخية لا تستوعب استيعابا كاملا ، وليس فى وسعنا أن نحياها مرة أخرى بحذاويرها . لهذا كان الجهد الذى يجب على المؤرخ أن يبذله للخروج عن موقفه الحالى والتعاطف مع الماضي جهدا لا حد له .

٦ - الحتمية التاريخية :

ولكن ما دام رجوعنا إلى الماضي أمرا لا مفر منه ، أفلا نستطيع الاستفادة من ذلك للسيطرة عليه ، وترتيبه وتنظيمه ؟ تلك هى المهمة التى تحاول الحتمية التاريخية القيام بها . على أن لهذه المهمة حدودا ، وإن كانت هذه الحدود لا تخضع من قيمة هذه الحتمية بحال .

وترجع هذه الحدود أولا إلى أن الواقعة التاريخية البشرية وأفعال البشر مما يصعب التنبؤ به . ففى بعض الأحيان نلاحظ الجغرافيا البشرية أن مدينة ما تبنى فى موقع غير ملائم ، على حين أن موقعا أنسب يظل مهجورا . ولكن لو سلمنا بحرية الذين يحتلون أدوارا تاريخية ، فإن هذا لا يعنى رفض أية محاولة للتفسير . وكل ما فى الأمر أنه يجب علينا أن نستبدل بحتمية الأسباب الطبيعية ، تحديدا عن طريق الأسباب العقلية ، أو نضيف الثانية إلى الأولى ، أى أن السببية العقلية تحل محل السببية الطبيعية . وفضلا عن ذلك ، فالبحث عن الأسباب يرتبط بمواقف أو بحوادث تبلى فى معظم الأحيان حدا من الاتساع يؤدى بالفرد إلى التراجع إلى المرتبة الثانية ، ومعه كل إشارة إلى الحرية .

وإذن ، فالأصح أن يقال إن ما يعد من الحتمية هو تعقيد الواقعة ، وبالتالي كثرة السلاسل السببية التي تقابل كل واحدة منها وجهاً لهذه الواقعة . فالحرب مثلاً يمكن أن تعزى لأسباب متعددة . ولكن ، كيف يتسنى لنا أن نميز هذه العلاقات السببية المختلفة ، إن لم يكن ذلك بإقحام ضروب من التفرقة يرتاب المرء دائماً في أنها اعتباطية ، فضلاً عن أنها تفصم وحدة الحادثة ؟

ومن جهة أخرى ، فكيف نقيس أهمية كل من هذه الأسباب ؟ هنا تظهر صعوبة جديدة ، وهي أن الواقعة التاريخية لا يمكن تكرارها . ومن ثم لا تخضع للتجريب . وإنما نتمكن من تقدير الأسباب العميقة والأسباب العرضية عن طريق تجربة عقلية . وكما قال «ماكس فيبير» : إذا أردنا أن نقدر أهمية إحدى المقدمات ، فعلى أن نتصورها . بالذهن ، مختلفة عما هي عليه أو غير موجودة . فما الذي كان يحدث لو كن جروشى Grouchi قد حل محل بلوشر Bluecher في موقعة ووترلو ، أو كان نابليون قد كسب تلك الموقعة ؟ على أن هذه التصورات فرضية بلا شك ، حتى لو استطعنا أن نجعلها تركز على المنهج المقارن ، بأن نستشهد بما حدث بالفعل بعد أحد انتصارات نابليون . ولذا كانت السببية التي توحى بها هذه الفروض سببية احتمالية على الدوام . ونقول بعبارة أخرى إن الحتمية التاريخية هي حتمية غير مؤكدة ، وهي كذلك جزئية غير متكاملة . إذ أن معرفتنا بالتعاقب التاريخي تتطوى دائماً على فجوات . لا تبرز فيها إلا حوادث خاصة ، ولا تستبقى معرفتنا من الواقع سوى بعض مظاهره الخاصة . على حين أن علاقة السببية لا تربط لحظة كلية من لحظات الصيرورة بلحظة أخرى كلية مثلها ، وإنما تربط حادثاً بآخر .

ومع هذا ، فالبحث في الحتمية ليس عقيماً . ففي خلال هذا البحث تظهر ضروب من الاطراد ، واتجاهات ثابتة تسمح بإدراك الخاص من خلال العام . فنحن نعلم ، بصورة مجمل ، آثار الحرب في

شعب من الشعوب ، وما العلاقة بين النظم الدينية والأشكال الجمالية .
وبعبارة أخرى ، فالمؤرخ - كما سنذكر فيما بعد - يصبح عالم اجتماع
مثلما يصبح عالم الاجتماع مؤرخاً بدوره . وحتى لو ظل المؤرخ
مُتعلّقاً بالتفاصيل ، وبفردية الأحداث ، وفي الأمور التي يتركها عالم
الاجتماع عادة جانباً من أجل البحث عن القوانين العامة ، فإنه في
حاجة إلى المعاني العامة أو القواعد التي يقترحها عليه عالم الاجتماع .
إن لم يكن في حاجة إلى القوانين التي يقررها له ، أو هو يضطر إلى
أن يصبح عالم اجتماع حتى يضع هذه القواعد والقوانين بنفسه .

٧ - فلسفة التاريخ :

لكن المؤرخ قد يكون متعجلاً ، ولا يقنع بهذه النظرة المجزأة
غير اليقينية إلى الماضي ، فيبدي رغبة في إدراك الصيرورة
التاريخية في حلقاتها المتتالية وفقاً لحتمية لا تتخلف ، وعندئذ
يستند إلى فلسفة التاريخ ، أو يلجأ إلى حل مماثل لهذا ، يعتمد
على مذهب طموح في علم الاجتماع ، كى يقفز به طفرة واحدة إلى
النقد النهائي لبحثه ، ويؤكد نظرية عامة في الصيرورة الإنسانية .

فلنفحص بإيجاز بعض المذاهب المشهورة في هذا الصدد :

يرى « أوجست كونت » أن تطور العقل يتحكم في تقدم البشرية .
وهذا التطور ينتقل من المرحلة اللاهوتية إلى المرحلة الميتافيزيقية
ثم إلى المرحلة التي يسميها « أوجست كونت » المرحلة « الوضعية » .
وذلك هو قانون المراحل الثلاث « ١٨٣٠ » (١) وهي المراحل التي يفتحي
كل منها نوعاً معيناً من أنواع التفسير . ففي المرحلة اللاهوتية ، يفسر
العقل البشرى عالم الواقع بقوى سحرية . ثم بالآلهة (وديانة التوحيد

(١) عرض كونت قانون المراحل الثلاث في الدرس الأول من
Cours de phil. positive (انظر الطبعة المدرسية لمكتبة هاشيت التي
أشرف عليها « لالو » ، الدرسين الأولين من ٤ - ٨) .

تمثل أعلى مركب في هذا النسوع من الفهم) . وتتصف المرحلة الميتافيزيقية : قبل كل شيء ، بأنها مرحلة نقدية ، تعقب مرحلة عضوية ، وتبشر بمرحلة عضوية أخرى . وفيها تنبذ البشرية المعتقدات القديمة ، ولكنها لا تلمس في نفسها القدرة على أن تستبدل بها تفسيراً يقبله كل الأفراد . فالميتافيزيقا ذاتية . أعنى أنها تنحصر في تفسيرات يسميها أوجست كونت « باللفظية » ويستخلصها كل فيلسوف من أعماقه الباطنة . وهذه الفوضى العقلية التي تتصف بها تلك الكتلة المحتومة من المذاهب الميتافيزيقية تؤدي إلى فوضى اجتماعية وسياسية . على أن ظهور العلوم الخاصة — من علم الفلك إلى علم الاجتماع — يسمح للعقل البشري بأن يستبدل البحث الوضعي في القوانين بالبحث في العلل . ويقوم آخر العلوم ، وهو علم الاجتماع ، بوضع حد للفوضى ، عندما يحقق اتفاق انعمول على سياسة وضعية . وهكذا يفسر أوجست كونت تغيرات التركيبات الاجتماعية والسياسية للإنسانية عن طريق إصلاح عقلي يقوم على أساس من تطور العلوم .

أما هيجل (١٧٧٠ — ١٨٣١) فيرى أن فيلسوف التاريخ يكتشف في التاريخ تطوراً ذا دلالة . وهو يطلق على المعنى الذي ينبدى تدريجياً في تعاقب الأحداث اسم « الفكرة Idée » . ويبدو أن صناعى التاريخ ينقادون على غير علم منهم نحو تحقيق هدف لم يريدوه ، ومع ذلك فهو هدف زاهر بالمعنى (وهذا ما يسميه هيجل « بداء العقل » ، الذي يحل في نظره محل العناية الإلهية) . هذا التطور للفكرة ، الذي هو صراع وتجاوز لذلك الصراع ، يكون الديالكتيك التاريخي ، الذي يقضى إلى الشعور بالحرية ضد كل اغتراب (١) . وقد تتبع هيجل هذا التطور الديالكتيكى في التاريخ السياسى ، وفي التاريخ الدينى ، وفي تاريخ الفنون ، كما تتبعه في

(١) في الأصل المفرنسى *aliénation* ، وهي ترجمة لكلمة *Entfremdung* الألمانية التي تعنى فصلنا عن غريباء عن أنفسنا .

تأريخ الفلسفة . لكنه اتهم بأنه لا يحرر الإنسان إلا من الوجهة النظرية ، وبأنه تصور أنه قد تغلب على الاغتراب عن طريق الوعي به ، كما لو كانت الفلسفة هي هدف التاريخ . وقد اتخفت الهجلية اليسارية هذا النقد نقطة بدء لها ، فسارت بفلسفة التاريخ في اتجاه عملي انتهى إلى الفلسفة الماركسية في التاريخ .

فإذا كان « أوجست كونت » قد استخلص طوقا « للتفسير » ، وهيجل قد رأى الفكرة « تتحقق » في التاريخ خلال مظاهر الصراع والمقاومة ، فإن كارل ماركس (١٨١٨ - ١٨٨٣) يرمى إلى فهم التاريخ دون أن يفصل هذا الفهم عن المسلك العملي للإنسان ، الذي يهدف به إلى السيطرة على الطبيعة وتحقيق الاعتراف المتبادل بين « الناس » . لهذا بدأ كارل ماركس بأن ربط الاقتصاد انسياسي والفلسفة ، ووجد في العلاقات بين الإنسان والطبيعة ، وفيما ينجم عنها من علاقات بين الطبقات الاجتماعية بوجه خاص ، أسس الديالكتيك التي كان هيجل ينسبها إلى « الفكرة » .

فالمدية التاريخية هي تفسير التطور التاريخي ابتداء من هذه العلاقات الأساسية التي تحمل في ثناياها وجود الإنسان . ومختلف الآراء التي يكونها لنفسه عن موقفه الخاص . وعندئذ يكون من المحل أن نفصل طريقة فهم هذا الموقف عن هذا الموقف ذاته . على أن آخر الطبقات الاجتماعية في الظهور ، وهي الطبقة العاملة [le prolétariat] لا تكتفي بفهم موقفها . وإنما تستطيع ، بناء على هذا الفهم ، أن تدرك مواقف الطبقات الاجتماعية الأخرى وحركة التاريخ . وهكذا يحاول كارل ماركس أن يعرف « بطريقة عملية » ، لا نظرية ، ما أسماه هيجل وعى الانسان بذاته .

٨ - وضعية التاريخ :

تمثل فلسفة التاريخ إغراء مستمرا يجتذب التاريخ ذاته . وربما كان كل مؤرخ يخضع لهذا الإغراء بطريقة ضمنية تتفاوت في

درجاتها . وتعتبر هذه الفلسفة ، في نهاية المطاف ، عن الدلالة التي يضيفها المؤرخ على حاضرة ، وعلى الماضي ، من خلال المستقبل الذي يؤمله أو ينتبأ به . وربما كان من المحتم على المؤرخ أن يشعر بأنه قد « حدد موقفه » على هذا النحو ، وارتبط بالماضي في الوقت ذاته ، وذلك حتي يتسنى له أن يولي الماضي اهتمامه ، وحتى يكون لبحثه التاريخي معنى . ومع ذلك ، فالواقع أن خير ما ينطوي عليه إنتاج المؤرخ هو ما يقوم به من دراسات مضيئة حول لحظات معينة في التطور ، وهذا الجزء يقتضي جهدا لكشف الحقيقة التاريخية في تعقيدها ، بل في فجائيتها أحيانا ، وذلك في مقابل فلسفة التاريخ التي تقتل التاريخ بسبب غلوها في تبسيطه . وفي هذا الصدد يقدم علم التاريخ ، الذي يظل ناقصا واحتماليا على الدوام ، خير مثال لما يمكن أن تكونه الروح العلمية ، التي تلهيها مشاغل قد لا تكون من مجال العلم دائما . ومع ذلك فإنها تؤدي إلى أن تتغلب فيه روح احترام الحقيقة وتقديرها .

د - علم الاجتماع

١ - مهمة علم الاجتماع :

إذا أردنا أن نكون لأنفسنا فكرة عن كنه علم الاجتماع ، أى علم الظواهر الاجتماعية ، وجب علينا أن نبدأ بأمثلة غاية في البساطة . فنفتور أحد الفصول التى تدرس فيها الفلمفة ، والذى تكون مجتمعاً صغيراً فى معهد علمى - مثل هذا الفصل قد يثير عدداً من المشكل : فما مكانة هذا الفصل فى المدرسة الثانوية ، أو فى الجهاز الجامعى ، وفى نظام التعليم العام فى البلاد ؟ وكيف يؤدى هذا الفصل مهمته ؟ أى ما تركيبه حسب أعمار طلابه ، وعقيدتهم الدينية ، وميولهم السياسية ، والمراكز الاجتماعية لآبائهم ؟ وهل له سمات خاصة به ، وتقاليد ، ومعايير ، ونوع من روح الجماعة ، وإنتاج معين ؟ وما التيارات التى تمر به ، من علاقات للأستاذ بطلابه ، وللطلبة فيما بينهم ؟ أهو متجانس ، أم مجزأ إلى جماعات متميزة ومتعارضة ؟ كل هذه المشاكل تنتمى إلى كل مجال علم الاجتماع . ولنضرب مثلاً آخر ، عن المدينة التى توجد بها هذه المدرسة : ما تاريخها ، وفى أى الظروف الجغرافية نمت ، وما تأثير هذه الظروف فى تركيبها ، وفى هندستها المعمارية ، وفى أعمال سكانها ؟ وما وظيفتها فى الاقتصاد الإقليمى أو القومى ؟ وما المؤثرات التى تلقتها من العاصمة ، أو التى تمارسها هى على الضواحي المحيطة بها ؟ وما عدد سكانها ، وكيف يوزعون فى المكان تبعاً للأحياء ؟ وإلى أى الطبقات ، وإلى أى الجماعات من الأجناس تنقسم ، وما أهمية هذا التقسيم ؟ وهل يتصف هؤلاء السكان بطابع خاص : فى اللهجة أو العادات أو الفنون الشعبية ، إلخ . . ؟ وما هو بوجه أعم ، سلوك سكانها ، من حيث المهنة والآراء واللهو ؟ تلك أيضاً مشكلات يعانجها علم الاجتماع وتقتضى أبحاثاً متعددة يبنى أن يكون لها طابع علمى ، وذلك لأن هذه المشكلات تشار على أساس معطيات يمكن تحديدها وبحثها بطريقة موضوعية . ومن هنا كان تعبير

هوركيم المشهور : « ينبغي أن تدرس الظواهر الاجتماعية كما لو كانت أشياء » ، وهي عبارة لا معنى منها القول بأن الظواهر الاجتماعية أشياء ، إذ أن في هذا إنكاراً لما تتصف به الظواهر الاجتماعية والإنسانية من خصائص مميزة ، بل يقصد منها الإشارة إلى أن من الممكن اتخاذها موضوعاً لمعرفة وضعية فحسب .

٢ — « أوجست كونت » :

يرجع الفضل إلى أوجست كونت في إدراك هذه الحقيقة ، واعنى بها أن الظاهرة الاجتماعية ، من حيث هي كذلك ، ومن حيث أنها مضادة للظاهرة الفردية ، يمكن أن تكون موضوعاً لعلم وضعى . ولقد انتهى إلى هذه النتيجة بناءً على اعتبارات أخلاقية وسياسية (وهي الاعتبارات التي يصعب فصلها من كل بحث في العلوم الإنسانية) . فقد لاحظ ما تركته الثورة الفرنسية من فراغ في النظم والعادات ، بعد أن أتت هذه الثورة القضاء على نظام منحل ، دون أن تنجح في أن تستبدل به غيره . وعندئذ تساءل كونت عن الطريقة التي يمكن بها إعادة الوحدة والنظام — وهما أساس كل تقدم — إلى العالم وإلى الأمم الأوروبية بوجه خاص ، فرأى أن ذلك التنظيم الأخلاقي والعقلي والسياسي الذي حققته العصور الوسطى في ظل المسيحية ، والذي انحط بالنسبة طوال العصر الميتافيزيقي — لا يمكن الشروع في تحقيقه من جديد إلا بشرط أن يتم تحت لواء العلم ، حتى يعود التوازن مرة ثانية . ولكن ، لأى العلوم ستكون المصدرة عندئذ ؟ لذلك العلم الذي ظهرت بوادره عند كل من مونتسكيو وكوندورسييه في القرن الثامن عشر ، والذي أصبح في الوقت الحالى ممكناً بفضل تقدم العلوم الأخرى — ويعنى به علم الاجتماع . وسرعان ما استتبعت كونت النتائج الأخيرة لهذه الفكرة : فعلم الاجتماع يمتلك أفضل الوسائل لمعرفة كل ما يتعلق بالإنسان ، والسبب في ذلك أولاً هو أن الظاهرة الإنسانية تتجلى في الظاهرة الاجتماعية أكثر مما تتجلى في الظاهرة الفردية ، ما دامت الظاهرة الاجتماعية أشبه بالتكبير

الواضح ، في حين أن الظاهرة الفردية ، التي لا تخضع في نظر أوجست كونت إلا للاستيطان ، لا مكان فيها إلا للملاحظة الفجة المشوبة بالعموض . والسبب الأهم هو أنه لا وجود للظاهرة الفردية حقيقة إلا بوجود الظاهرة الاجتماعية . فالفرد فكرة مجردة كما يقول كونت ، وكل ما ينطوى عليه من أفكار وعواطف وميول ، وكل ما يجعله إنساناً ، ويرفعه فوق مستوى الحيوان ، إنما يأتيه من قبل الحياة الاجتماعية . والتركيب الداخلى للفرد إنما هو ميراث يستمد من الإنسانية ، والإنسانية هي مجموع النظم والأفكار الأخلاقية والدينية ، والقواعد العقلية ، والعادات العملية التي تميز الإنسان ، والتي لم يمكن إعدادهاممكناً إلا بفضل الجماعة الإنسانية ، وتضامن الجماعات البشرية في المكان وفي الزمان .

٢ - دوركيم وتعريف الظاهرة الاجتماعية :

شقت الفكرة التي تقدم بها أوجست كونت طريقها ، وبعد بضع عشرات من السنين توارت فيها هذه الفكرة ، عادت فائتمرت عدة مدارس اجتماعية . وأبحاثاً تتزايد وفرة . وسار الفكر الذي اعترف الجميع بزعامته للمدرسة الفرنسية ، أعنى دوركيم . في طريق يكاد يكون نفس الطريق الروحي الذي سلكه كونت . فالأساس الخفي لفكره هو أيضاً الحرص على معالجة الفوضى التي تهدد المجتمع الغربي ، وذلك بتأكيد علو الاجتماعي على الفردي . وإمكان ازدهار الفردي بوساطة الاجتماعي ودخله . فالتربية الأخلاقية يجب أن تقوم على أساس المعرفة الوضعية للظواهر الاجتماعية ، وهذه هي فكرة كتاب « قواعد المنهج في علم الاجتماع » ، الذي يعرف الظاهرة الاجتماعية وشروط دراستها .

وتعرف الظاهرة الاجتماعية بأنها خارجة على الفرد . ولها في ذلك طابع مزدوج ، فهي أولا جماعية ، أعنى أنها تنتمي إلى

الجماعة من حيث كذلك ، ولا تتوقف على اختراع الفرد أو موافقته .
ومن الأمثلة الواضحة في هذا الصدد اللغة ، أى مجموع الكلمات
وقواعد التركيب اللغوى . ولكن هناك أمثلة أخرى ، كالعادات ، والتقاليد ،
والقواعد التشريعية (والمثل الأخير محبب إلى نفس دوركيم) .
ويجد الفرد هذه الأسس الاجتماعية موجودة من قبله ، ولذا كان
لزاماً عليه أن يكيف نفسه تبعاً لها . ولا ريب في أنه سيقال إن الفرد
يستطيع تعديلها على أقل تقدير . وذلك بأن يقف تجاهها موقف
الرفض أو حتى موقف القبول . فضلاً عن أن في وسعه أن يبتكرها
(كما في حالة نسبة مجموعة معينة من القوانين إلى مشرع معين) .
ولكن لو نظرنا إلى الأمر عن كثب ، لأدركنا ، من جهة ، أن الابتكار
يفترض حالة معينة للفكر الجماعى . تمهد له . وتستدعيه ، ومن جهة
أخرى فهذا الابتكار لا تكون له أهمية أو معنى إلا بقدر ما يعترف
به ، ويقبل . وينتشر ، أعنى إذا خرج من أيدي صاحبه . وفقد
طابعه الفردى ، ودخل مملكة الظواهر الاجتماعية (١) .

وفي المقام الثانى توصف الظاهرة الاجتماعية بأنها قاهرة
Coercitif . ويرجع ذلك . على وجه الدقة ، إلى أنها خارجة عن
الأفراد . والقهر الذى تمارسه الجماعات يمكن أن يتشكل بصورة
متباينة :

١ - غقد يكون نوعاً من القوة المادية ، كما في الحتمية
الطبيعية : وعلى هذا النحو تفرض قيمة سلعة أو قطعة من النقود .

(١) ذلك هو ما عارض به دوركيم آراء تارد Tarde . خلال جدال
مشهور بينهما . فقد كان لتارد مذهب نفسى فلسفى ينمصر . على خلاف
ذلك ، في تأكيد أن الظاهرة الاجتماعية يمكن إرجاعها إلى الظاهرة النفسية
التي تقوم على الاختراع والمحاكاة ، أعنى إلى العلاقات النفسية التي توجد
بين الأفراد (وهذا يكون المجتمع « مجموعة من الضمائر ») دون أن
يوجد مجال للقول بأن تجمع الأفراد يكون بذاته حقيقة خاصة تنمو على
الفرد ولا يمكن إرجاعها إليه .

- ٢ - وقد يكون جزاءات منظمة (تقننها وتقضى بها محكمة تم تأليفها) أو جزاءات غير رسمية (كالتمجيد أو التحقير ، وهما جزاءان ليس لهما قانون ثابت يصدران عن الرأى العام) .
- ٣ - السخرية التى تلحق بمن يخالفون العادات دون قصد ، أو يستهينون بقواعد الذوق الشائعة .

٤ - موضوع علم الاجتماع :

(أ) التصورات الجماعية *Les représentations collectives*

م تتكون المظاهرة الاجتماعية التى نعرفها على هذا النحو ؟ تتكون أولاً - على حد قول دوركيم - من « التصورات الجماعية » أى من أساليب التفكير والشعور والسلوك التى تبدو فى تصرف الفرد على أنها تعبير عن سيطرة الجماعة . وأوضح الأمثلة لذلك هى استجابات الفرد عندما يندمج فى جماعة « فى حالة انفعال قوى » كما يحدث بماسبة احتفال أو عيد أو اجتماع سياسى . فهنا يتبلور « الشعور الجماعى » مؤقتاً على الأقل . ولكن إلى جانب هذه الاستجابات الانفعالية : يرى دوركيم أن أسمى أنواع نشاط الوعى تتوقف هى الأخرى على شروط اجتماعية : فتأمل المفكر المنعزل يفترض تراثاً ثقافياً معيناً ، واعتماداً على مفاهيم يعجز الفرد وحده عن تكوينها . وهذه الثقافة ينبغى أن تنسب إلى الشعور الجماعى الذى يتميز به مجتمع معين فى عصر معين .

ويمكن دراسة هذه التصورات الجماعية دراسية وضعية . فكما أن المدرسة السلوكية فى علم النفس قد اعترفت فيما بعد أن تدريس فى الفرد ما يمكن ملاحظته عليه من الخارج ، أعنى سلوكه ، دون أن تلج فى التساؤل عما يحدث فى « أعماقه الباطنة » ، فكذلك ركز « دوركيم » انتباهه ، فى كتاب « تقسيم العمل » بوجه خاص ، على بحث الظواهر التى يمكن ملاحظتها على نحو أكثر يسراً ، أعنى

الظواهر التى يتجلى فيها طابع الخارجية والقهر الذى تتميز به الظاهرة الاجتماعية بأوضح صورة ، كالظواهر التشريعية . فلقانون العقوبات بوجه خاص . يكشف فى طريقة صياغته وتطبيقه عن الوعى أو الضمير الجماعى للجماعة . ومع ذلك . فما كان هذا ليمنع دوركيم من أن يقوم بتحليل نفسانى دقيق للمعتقدات الدينية . كما فعل فى كتابه « الصور الأولية للحياة الدينية Les formes élémentaires de la vie religieuse ذلك لأن موضوع التصورات الجماعية يمكن أن يطرق من زوايا متباينة .

(ب) النظم :

على أن هذه التصورات ، من ناحية أخرى ، تستمر فى البقاء وتتوارث ، عن طريق إدراجها فى نظم اجتماعية : فالتصورات التشريعية مثلاً تُقنن فى سجلات من القوانين تقتضى دراسة للقانون ، ويطبّقها قضاة ، ويحميها رجال الأمن ، الخ ... وبهذا المعنى يكون علم الاجتماع هو علم النظم الاجتماعية . والذى لا شك فيه أن تعريف النظام *intitution* ليس بالأمر الهين . ومع ذلك فمن الممكن التعرف عليه ، كما يقول « مالىنوفسكى » بناء على ما ينطوى عليه من مثل عليا أو معايير يرمى إلى تطبيقها ، ومن ميثاق يقوم على أساسه . ومجموعة من الأشخاص يستخدمها النظام ، ومادة يستعملها . ولكن الأساس هو أن النظام ينظم ، أعنى أنه يخلق على الحياة الاجتماعية صورة محددة ، ويضفى عليها الطابع الذى يمكن وصفه بأنه رسمى ، جماعى ، متعارف عليه ، والذى تتميز به الظواهر الاجتماعية .

والبحث فى النظم يسمح بتقسيم العمل فى مجال علم الاجتماع : فمن الممكن فى الواقع تقسيم النظم إلى طوائف كبرى معينة ، كالنظم السياسية ، والاقتصادية والتشريعية ، والفنية ، والدينية ، الخ ... وكل من هذه المجالات يسمح بقيام دراسة خاصة

(هذا ، بطبيعة الحال . على شرط ألا نفصل أبدا ما بين هذه النظم من علاقات متبادلة في كل مجتمع معين ، ونذكر ما بين العادات الخلقية ، والدين ، والاقتصاد مثلا ، من سببية متبادلة تؤثر بها كل منها في الأخرى دائما) . وهكذا يمكننا أن نتحدث عن علم اجتماع ديني ، وعلم اجتماع اقتصادي ، وعلم اجتماع جمالي ... الخ . بل نستطيع المضي في هذا التقسيم إلى أبعد من ذلك ، ونلمح « سمات حضارية » كما في الأساليب العملية للأخلاق ، والمعتقدات الدينية ، واستخدام أداة ما ، وغيرها ، ونتابع تاريخها في الزمان وتوزيعها في المكان خلال ظواهر الاقتباس والانتشار .

(ج) بحث الأشكال الاجتماعية La morphologie social

وأخيرا فإن دوركيم لم يغفل عن هذه الحقيقة ، وهي أن الظاهرة الاجتماعية . والتصورات الجماعية والنظم التي تتجسد فيها تقوم في أساسها ومبدئها على ظاهرة التجمع ، والشكل الذي يتخذه هذا التجمع من الوجهة المكانية . فعلم الاجتماع هو أولا دراسة للاثقال الاجتماعية . وذلك لأن سمات المجتمع والتصورات التي تعبر عنه وتدعمه تتوقف إلى حد بعيد على الظواهر الخاصة بالسكان : أي على عدد السكان وحجمهم وكثافتهم . والطريقة التي يمكن بواسطتها تحقيق الازدهار والتداول في السلع والأفكار . ويسودى البحث في التركيب المادي للجماعة ، والشروط المادية لحياتها ، إلى البحث في السكان من جهة الديمغرافيا (démographie) من جهة . وإلى البحث في علم البيئة (ecologie) أى دراسة طريقة توزيع السكان على التربة ، وتوزيعهم في المدن والأرياف ، كما . يؤدي إلى الجغرافيا البشرية التي تدرس العلاقات المتبادلة بين الإنسان وبيئته الطبيعية ، وهي الدراسة التي تعد الجغرافيا الطبيعية مقدمة ضرورية لها .

(د) علم الاجتماع السكونى (الاستاتيكا الاجتماعية) وعلم الاجتماع الحركى (الديناميكا الاجتماعية) :

وهكذا تتكون لدينا فكرة معينة عن مدى اتساع المجال أمام علم الاجتماع . ولكن يجب أيضا أن نشير إلى اتجاهات أخرى فى البحث . فلنبدا بكلمة عن التمييز الحاسم الذى نبه إليه من قبل أوجست كوفت ، بين السكونى والحركى . فالدراسة تبحث فى « التضامن الاجتماعى » ، وفى شروط وجود مجتمع معين فى لحظة معينة من تاريخه ، وفى تركيبه ، أعنى فى العلاقات المتبادلة بين النظم التى تظهر فيه ، والجماعات الخاصة التى تكونه . وفى هذه الدراسة يبدو المجتمع العام ، بحضارته الخاصة ، كأنه كل « شبيه إلى حد ما » بالكل الذى يكونه الكائن العضوى (١) . وقد حددت النظرية الوظيفية هذه الفكرة وألحت فى بيان ضرورة دراسة كل حضارة وكل مجتمع أنه قائم بذاته .

أما الدراسة الحركية فتتعلق بتاريخ المجتمعات من الوجهة الزمنية ، وهى فى ذلك ترتبط بالتاريخ فى علاقات وثيقة . والصفة الغالبة على هذا البحث فى معظم الأحوال هى الميل إلى التحليل . فالباحث يستطيع تتبع التطور الزمنى الذى يمر به نظام معين . كالأسرة ، أو سمة حضارية خاصة كالصلاة ، أو إحدى الأدوات ، أو الأساليب الفنية ، داخل مجتمع معين . أو فى مختلف المجتمعات التى يتمثل فيها . وقد يعن له أن يبحث عن منطق هذا التطور خارج النطاق التاريخى ، فيفحص نظاما متعاصرة ، ولكنها توجد فى مجتمعات مختلفة ، كالأساليب الزراعية المختلفة التى تتبع اليوم لدى شعوب أفريقية معينة ، وفى مزارع فرنسية ، وفى مزارع جماعية روسية ، ويرى فيها أمثلة لمراحل مختلفة فى تطوير يحاول إعادة تركيبه . ولكن من الواجب أن نكون على الدوام حذرين

(١) ومن هنا كانت النظرية « العضوية » organiciste ، التى نال بها Espinas بوجه خاص فى مستهل هذا القرن .

في حالات إعادة التركيب هذه ، حيث لا يعمل العنصر الزماني على تحقيق العنصر المنطقي .

(٥) علم الأجناس البشرية *ethnologie* :

وعلى كل . فإن هذه الرغبة في تتبع تطور ذي طابع عقلي ، هي التي أضفت مثل هذه الأهمية على الدراسات المتعلقة بالمجتمعات المسماة بالبدائية ، وهي الدراسات التي حول الباحثون أن يتبينوا خلالها الصور الأصلية والأولية للحياة الاجتماعية . ومعظم العلماء يطلقون اسم « علم الأجناس البشرية *ethnologie* » على ذلك الفرع من علم الاجتماع الذي يخصص لدراسة مثل هذه المجتمعات . ومن مزايا هذه الدراسة أيضا أن المجتمعات البدائية ، بما تتميز به من ضيق نطاقها ، تقدم إلى الباحثين موضوعات أقل تعقيدا ، وأصغر حجما من المجتمعات الحديثة ، بل موضوعات أكثر استقرارا ، وذلك لأنها لما كانت في عزلة نسبية وأقل تعرضا للمؤثرات الخارجية ، ولا تعرف فكرة التاريخ ولا فكرة التقدم . وتثبت في الفرد احترام التقليد والأساطير ، فإنها تتطور على نحو بطيء جدا . كما أن من مزاياها أنها تكشف بوضوح عن الطابع المميز للظواهر الاجتماعية وعن مدى سيطرتها . فالمطالبة بحقوق الفرد ، ومحاولة الابتكار ، وممارسة التفكير الشخصي ، كل هذه أمور لا تتبدى فيها على الإطلاق ، إذ يستوعب الجماعي الفردي تماما . وأخيرا يمتاز علم الأجناس بأنه يلفت الأنظار إلى ما تتصف به الحضارات من تعدد ، ومن تعرض للزوال ، وهي الصفات التي تحدث عنها مونتني Montaigne من قبل .

ومع ذلك ، فالاتجاهات الأخيرة في علم الأجناس البشرية تميز إلى:

١ - أن تؤكد ، على حد سواء ، كلا من أوجه التشابه ، وأوجه الاختلاف ، بين انبساطي والمتعدين . وهذا ما قام به ليفي بريل : فإنه لما بين الطابع « قبل المنطقي (*Pré-logique*) » الذي تتسم

به « العقلية البدائية » في مقابل العقلية المنطقية التي تسود المجتمعات الحديثة ، أكد أن التضاد ليس حاسما ، كما بين باحثون آخرون أن التفكير السحري ، الذي يبدو في الظاهر سمة تنفرد بها العقلية البدائية ، قد ظل قائما في المجتمعات الحديثة . هذا من جهة ، ومن جهة أخرى فإنه لا يتنافى مع وجود تفكير عقلى يتمثل في الأساليب العملية وفي العلاقات الإنسانية .

٢ - أن تكشف في أبسط المجتمعات البدائية عن نوع من التعقيد يضمننا من الحكم عليها بالبساطة (إذ نجد فيها مجموعات تنتمي كل منها إلى عمر معين ، كما نجد فيها نوادى وجمعيات سرية : الخ ..) ومن جهة أخرى تتمثل فيها آثار ماض يضمننا من أن نعدها أقدم صورة للمجتمعات الإنسانية .

٣ - وأخيرا تميل هذه الاتجاهات الأخيرة إلى القول بإمكان تطور هذه المجتمعات ، وخاصة إذا ما اتصلت بالبيض^(١) كما يتبين من الدراسات المتعلقة بظاهرة « التكيف الحضارى acculturation » .

(و) علم الاجتماع التحليلي :

ما دام كل مجتمع شامل يوصف بأنه معقد ، فمن واجب علم الاجتماع أيضا أن يعمل على تحليله ، وأن يميز ، على تعبير جرفتش Gurvitch بين الجماعة - المنظمة - التي تكون المجتمع ، وبين صور قابلية التجمع « Formes de sociabilité » ، أعنى الطرق المختلفة التي يرتبط بها الأفراد على نحو يؤدي إلى تكوين وحدة

(١) نعتقد أن المؤلف قد جانبه التوفيق في استخدام كلمة «البيض» للدلالة على الجماعات المتقدمة ، ففي هذا اللفظ نزعة عنصرية ، نوصي بأن المدنية وقف على الأجناس البيضاء وحدها ، وأن اتصال هذه الأجناس بالمجتمعات المتأخرة هو الذي يؤدي إلى « تطویر » هذه المجتمعات - وتلك كلها أمور يكتبها التاريخ ، وخاصة في عصرنا الحالي .

اجتماعية تنتظمهم جميعا . ولقد أدى هذا البحث الأخير إلى
فروع عديدة من الأبحاث المشعبة .

ففى ألمانيا حاول « زمل Simmel » ، ومن بعده « فون غيزه
Von Wiesse » تصنيف « العلاقات الاجتماعية » تبعا لعمليات
التقارب أو التباعد بين الأفراد . ففى وسع علم الاجتماع أن
يهتدى دائما إلى عمليات « اجتماعية » تتم فى « المكان الاجتماعى
L'espace social » (وهو مجال العلاقات الاجتماعية ، الذى
ينبغى التمييز بينه وبين المكان الطبيعى ، ما دما لانخراط بين المسافة
الاجتماعية والمسافة المادية) وتتبلور فى « مجموعات اجتماعية
ensembles sociaux » يشعر بها الأفراد عن وعى ، ويحددون
تصرفهم تبعا لها ، وهى المجموعات التى يجب أن نميز فيها بين
الجمهير ، والجماعات التى يغلب عليها روح التكتل ، وبين
المجموعات « الجماعية المجردة » التى تبعث فى النفوس التبجيل
والرهبة فى آن واحد ، كالهيئات الدينية ، والدولة والمهنة ، الخ .

ويظهر لدى « تونيس Toennies » تمييز آخر شهير وإن يكن مفرطا
فى بساطته ، وهو التمييز بين صورتين من صور قابلية التجمع : الجماعة
Communauté والمجتمع . فالجماعة أشبه بوحدة الكائن العضوى
الحى ، إذ تقوم على التضامن الوثيق الناشئ عن اتفاق عاطفى .
والمثل النموذجى له هو الأسرة ، أما المجتمع ، فهو أشبه بالآلة ،
إذ يبنى على نظام تشريعى مصطنع وعقلانى فى آن واحد ، وينمو
هذا النظام عندما يضعف تعارض الأهداف والمصالح قوة
التضامن الحيوى . واشتراكية الدولة هى آخر صورة للمجتمع المنظم
عقلانيا .

وفى فرنسا . يمكن المقارنة بين هذه التفرقة وتفرقة أخرى قائم
بها دوركيم عن تقسيم العمل الآلى وتقسيم « العمل العضوى » ،
وكذلك التفرقة التى قرررها دافى « Davy » بين اللائحة « Statut »

والعقد "Contrat" . ومن ناحية أخرى واصل «جرفتش» هذه الأبحاث فقال بما يسمى « علم اجتماع الأعماق Soc. des profondeurs (١) » الذى عزا إليه مهمة التفرقة بين الطبقات المختلفة للواقع الاجتماعى ، وهى الطبقات التى تعبر عن مختلف المظاهر التى يبدو بها هذا الواقع ، ابتداء من سطح المجتمعات باعتبار شكله وتوزيع سكانه حتى الرموز والأفكار والقيم الجماعية . هذا من جهة ، ومن جهة أخرى فقد قال بما يسمى «علم الاجتماع المصغر microsociologie» ونسب إليه مهمة كشف الصور المختلفة لروح التجمع . وهى الصور التى تعبر عن مدى كثافة الحياة الاجتماعية . وتنظيم البناءات الاجتماعية من خلال مقدمات عامة ، هى « الجمهور masse والجماعة المحلية Communauté والتجمع Communion »

أما فى أمريكا ، فلنا أن نقول إن الدراسات النظرية للعناصر الاجتماعية ، وإن لم تكن قد بلغت هذا الحد من التقدم ، فقد أولى الباحثون أهمية كبرى للدراسة التجريبية للجماعات الخاصة . وعلى هذا الأساس نرى القياس الاجتماعى Sociométries الذى وضع أسسه مورينو Moreno يدرس تماسك الجماعات الاجتماعية ، وإمكانات إنتاجها . وذلك عن طريق قياس علاقات التجاذب والتنافر التى تقوم بين مختلف أعضائها .

٥ - منهج علم الاجتماع :

إن كثرة المجالات التى يعالجها علم الاجتماع توحى بوجود كثرة من المناهج . غير أن مما يؤدى إلى ازدياد تباین هذه المناهج ،

(١) المقصود بهذه التسمية دراسة الظواهر الاجتماعية من حيث هى طبقات مترابكة مثلما يدرس عالم الجيولوجيا قشرة الأرض طبقة فوق طبقة . وتلك بلا شك دراسة عمومية أو رأسية ، تختلف عن الدراسة الأفقية المعتادة فى علم الاجتماع .

اضرار علم الاجتماع إلى مواجهة المشاكل التى يثيرها كل علم للإنسان . ومن هنا كانت كثرة المدارس ، وهى ظاهرة تشهد بحياة التفكير فى علم الاجتماع . فلنوضح هنا بعض الخطوط الرئيسية فى هذه المناهج .

(أ) علم الاجتماع الموضوعى :

فى البداية ، يمكننا أن نتصور إمكان قيام علم للاجتماع يبحث فى الظواهر الاجتماعية كما لو كانت ظواهر طبيعية . وذلك ما كان يطمح إليه طلائع المفكرين فى هذا العلم . فإن الطابع الخاص المميز للمجال الاجتماعى ، الذى يعرف بأنه جماعى *collectif* يقتضى الخروج بهذا المجال عن نطاق الفردية ، وليس بالضرورة عن مجال الإنسانية ، بحيث يمكننا البحث عن القوانين دون أن نشير احتجاج الوعى والحرية الفرديين . ففى انتقالنا من الميدان النفسى إلى الاجتماعى يتغير المجال والمنظور ، على نحو يسمح بتجاه ذاتية الفرد . وهكذا يدرس علم السكان توزيع السكان أو الاتجاهات التى تتبدى فى الظواهر السكانية (كالمواليد والوفيات والزيجات) ، وذلك دون أن يعبأ بمعرفة من الذى يتزوج أو يموت : وإنما يرجع الفرد دائما إلى طوائف معينة من حيث العمر ، والجنس ، والطبقة الاجتماعية ، والموطن الخ . دون أى اكتراث بما يعنيه الزواج أو الموت بالنسبة إلى أى فرد بعينه . كذلك يدرس الاقتصاد السياسى مدى الإنتاج أو توزيعه فى بلد معين مثلا ، دون أن يهتم بمسلك منتج معين أو برأيه . وإذا اهتم بمثل هذا الرأى — كان يهتم مثلا بحركات الشك التى يثيرها التهديد بالتضخم ، وهو الشك الذى ينشط الطلب فى الوقت الذى يشل فيه الإنتاج — نقول إذا اهتم بهذه الظواهر النفسية ، فإنما يكون ذلك بوصفها جماعية لا فردية . والحق إن دراسة الرأى العام تعمل أيضا على إغفال الطابع الفردى . فهى تهدف إلى قياس المعتقدات والتيارات الفكرية والعواطف التى تساور الجماعة ، دون بحث فى الطريقة

التي يتلقى بها الفرد الرأي ويقرره أو يرفضه . وإنما هي تفصل
الرأي عن الفرد الذي يعبر عنه . : وتنفى عليه وجودا اجتماعيا
بالمعنى الصحيح . والمنهج المفضل في هذه الحالة هو المنهج
الإحصائي .

ويكشف الإحصاء ، أحيانا بصفة حاسمة . عن اطراد الظواهر
الاجتماعية . على أنه ليس من الواجب - بلا شك - أن نثق بالأرقام
ثقة عمياء ، ويرجع ذلك أولا إلى أن الإحصاء لا يستمد قيمته إلا من
المعطيات التي يتخذها مادة له : والتي يستمدّها من مصدر آخر :
فمقدّر الرأي العام تقديرا حسابيا يستمدّ قيمته من طريقة اختيار
«عينات» السكان ، ومن المعلومات التي يجمعها القائمون بالبحث . ثم
إن مظاهر الاطراد التي يقررها البحث قد ترجع أحيانا إلى نقص
المعلومات التي جمعها : وأخيرا لأن الإحصاء في ذاته لا يستنتج
شيئا ، وهو يحتاج دائما إلى التفسير . ومع كل ذلك فلا شك في أنه
يلقي ضوءا على الطابع الجماعي للظواهر الاجتماعية . ويساعدنا إلى
حد كبير في التعبير عنها بدقة رياضية .

ويتعلق هذا العلم الاجتماعي الموضوعي بظواهر جماعية بالمعنى
الصحيح ، حيث لا يظهر الفرد إلا على اعتبار أنه أحد عناصر حقيقة
أسمى منه ، فلا يعدو إفتاجه أو فعله أن يكون مجرد مثل
أو « عينة » . ولكن ينبغي أن نلاحظ أن استبعاد العنصر الفردي
ليس ممنهأ استبعاد العنصر الإنساني : أغنى النفس : فعلم
الاجتماع الاقتصادي لا ينفق جهده عبثا عندما يقوم بدراسة
نفسية للعمليات الاقتصادية : على غرار ما قام به علم الأجناس
البشرية بالنسبة إلى الصور البدائية للتبادل . كذلك لا يتنافى البحث
الإحصائي في تأدية الشعائر الدينية بحال مع تحليل صور الإيمان
أو درجاته . ولكن ألا يتجه التحليل النفساني ، كلما ازداد دقة ، إلى
العودة إلى الفردي ؟ ألا ينتهي ، على أية حال . إلى التناقض مع
الهدف الأول لعلم الاجتماع الموضوعي ؟

(ب) علم الاجتماع وعلم النفس :

لسنا نخوض هنا غمار الجدل الذى ثار حول علاقة علم النفس بعلم الاجتماع . وحسبنا القول بأن التعاون يزداد قوة بين هذين العلمين دائما ، فهناك علم اجتماعى نفسى ينمو جنبا إلى جنب مع علم الاجتماع الموضوعى . وهذا العلم الاجتماعى النفسى لا يابى الاعتراف بالخصائص النوعية للظاهرة الاجتماعية ، ولكن بدلا من تأكيد الطابع الجماعى فى الظاهرة الاجتماعية . نجده يحاول كشف النقاب إما عن السلوك الفردى الذى يعد أصلا للظاهرة الاجتماعية ، وإما عن الطريقة التى يتلقى بها الفرد هذه الظاهرة ويحيها ، وذلك دون أن يرى فى بحثه عن العنصر الفردى فى الظاهرة الاجتماعية إخلالا بصفة الموضوعية . كذلك نرى أن « علم الاجتماع المنهجي Soc. systématique عند زمل Simmel وفون فيزد Von Wiese - الذى يحاول تحديد العلاقات البشرية الأساسية المسكونة للجماعات - يبدأ هو الآخر بعلم النفس . غير أن الحرص على الإفادة بعلم النفس دون الإبقاء على التضاد بين الجماعى والفردى يتجلى بوجه خاص فى مبحثين :

١ - أولهما « علم النفس الاجتماعى » وهو يدرس سلوك الفرد تجاه الظواهر الاجتماعية . فمبحث مثلا فى الطريقة التى ينضم بها الفرد إلى جماعة . والدور الذى يلعبه فيها . والمركز الذى يشغله فيها . وكيف يبعث الحيوية فى هذه الجماعة ويوجه نشاطها (وخاصة إذا كان يشغل فيها وظيفة القائد) . وكيف يخضع الفرد ، فى مقابل ذلك ، لتأثير الجماعة . ويقبل معاييرها ، ويتأثر بأحكامها . وأى الآراء والمشاعر تنمو لديه بسبب تأثير الجماعة ، وكيف تتطبع شخصيته بأسرها بطابع الجماعة . وعندئذ يجب التنبيه إلى وجود تأثير متبادل من الجماعة فى الفرد ، ومن الفرد فى الجماعة ، يمكن التعبير عنه بفكرة السببية ، بشرط أن تكون هذه

السببية على شيء من المرونة ، وتدمج بها مفاهيم مثل مفهوم الدافع ، والتكيف ، والتأثير .

٢ - وثانيهما ذلك المبحث الذى أطلق عليه فى أمريكا اسم « الأنثروبولوجيا الحضارية » وله موضوعه الخاص به ، وهو دراسة حضارة مجتمع معين ، أعنى دراسة الطابع الاجتماعى حسبما يتمثل فى الأفراد ، وحسبما يحياه هؤلاء الأفراد ، ومن هنا كان يتطلب دراسة علم النفس . ذلك لأن الحضارة ، التى تفهم بهذا الفهم الواسع ، يمكن دراستها بدراسة المنتجات المادية للصناعة البشرية ، من أدوات وسلع وأعمال فنية ، الخ ، كما يمكن دراستها بدراسة النظم (السياسية ، والتشريعية ، والتربوية ، الخ ...) غير أن هذه الأعمال وهذه النظم ذاتها ينبغي أن تفحص من جهة علاقتها بالأفراد ، فالحضارة تتكون فى نهاية الأمر مما يفكر فيه الأفراد وما يشعرون به وما يفعلونه ، أعنى أنها تتكون من سلوكهم بقدر ما يقوم هذا السلوك على أسس اجتماعى ، وبقدر ما هو مكتسب من المجتمع ، وخاضع لقواعد معينة فيه ، وبقدر ما ينقل إلى أفراد آخرين . فبملاحظة هذا السلوك نلاحظ الحضارة ، وبتحليل هذا السلوك نهتدى إلى تفسير ، جزئى على الأقل ، لهذه الحضارة . والصق أن الأنثروبولوجيا ، كما يقول « كاردنر » Kardiner « تقتبس إحدى الأفكار الرئيسية لعلم النفس الاجتماعى مع التوسع فيها بحيث تمتد إلى المجتمع بأسره : فهناك نظم تسمى بالأولية *primaires* - وخاصة التربية ، التى تتباين مناهجها ومضمونها من مجتمع إلى آخر - وتؤدى هذه النظم إلى تكوين تركيبات نفسية معينة فى الأفراد ، تتكون منها « شخصية أساسية » لهم : أوسمها إن شئت « شخصية قومية » ، وفى مقابل ذلك تؤدى هذه الشخصية الأساسية إلى قيام نظم تسمى بالثانوية ، وتعكس التأثير الذى تبشره النظم الأولية عليها . وهنا يكون للتحليل النفسى بوجه خاص أهميته ، لأنه يعين أولا على توضيح الطريقة التى تتكون بها الشخصية فى مرحلة الطفولة عند قيامها بالتجارب الاجتماعية

الأولى : فضلا عن أنه يكشف عن العمليات النفسية التي توضح العلاقات بين نظام أولى ونظام ثانوى .

وهكذا يساعد علم النفس على فهم الحضارة . فهو لا يكتفى بوصف الطريقة التي تطبق بها الحضارة تطبيقا عمليا . بل يفسر العلاقة التي تربط النظم أو الأساليب العملية فيما بينها ، والطابع الشامل للحضارة الذى يؤكد المذهب الوظيفي *la fonctionnalisme* على أن هذا لا يعنى بطبيعة الحال أن علم الاجتماع يقف عند هذا الحد : وأن الدراسة الموضوعية الخالصة للأشكال الاجتماعية . أو للظواهر الجماعية : دراسة عقيمة . بل الواجب أن تتأزر أكثر الدراسات تبائيا : وأن تتضافر بدلا من أن تتنافر .

(ج) علم الاجتماع والتاريخ :

وكذلك الحال فى الاتجاهات الأخرى للبحث فى علم الاجتماع ، أعنى تلك التى تسير فى طريق التعاون مع التاريخ . فعلم الاجتماع الذى يستعين بعلم النفس هو أساسا علم الاجتماع السكونى . الذى يبحث فى موقف الفرد من الجماعة . أو فى تركيب مجتمع ما أو حالة حضارة معينة . وفى مقابل ذلك نجد أن علم الاجتماع *dynamique* الذى يبحث فى تطور سمة حضارية معينة : أو نظام أو مجتمع ما . يستعين — بداهة — بالتاريخ قبل كل شيء . وفى هذا الصدد ظهرت : فى أوائل هذا القرن : مدرستان متعارضتان : المدرسة القائلة بالتطور *évolutionisme* . وهى تبحث فى التاريخ عن الوسيلة التى يودى بها التطور العام إلى تحديد للمجتمعات أو النظم . ومن ثم تحقق آمال فلسفة التاريخ من الوجهة العلمية : والمدرسة الانتشارية *diffusionisme* التى تؤكد أن تسلسل الحوادث التاريخية محدود ونسبى . وتقتصر على دراسة انتشار سمة حضارية معينة فى إقليم جغرافى معين ، وفى فترة زمنية محددة . وهكذا انحاز علماء التاريخ إلى أحد الرأيين الشائعين فى التاريخ .

للذين يؤكد أحدهما استمراره واتصاله ، ويؤكد الآخر ما فيه
من طابع « عرضي » ، تتحكم فيه الصدق والأحداث العرضية .
ففى الحالة الأولى يجتذب علم الاجتماع التاريخ إليه ، وفى الثانية
يجتذب التاريخ علم الاجتماع إليه .

وأيا كان الأمر ، فمن الواجب أن نؤكد ضرورة تقارب العلمين كما
أومأنا إلى ذلك عند الكلام عن التاريخ . والحق أن العلمين يتجهان
إلى الاندماج رغم ضروب الجدل التى نشبت بينهما فى مستهل هذا
القرن . ويشهد على ذلك الجدل الذى وقف فيه سنيوبوس
Seignobos « المؤرخ الراوى *historien historisants* » فى مقابل
سيميان Simian « المؤرخ الاجتماعى *historien sociologue* » .
فالأول يعرف المنهج التاريخى بأنه « لا ينطوى على ظواهر كاملة ،
 وإنما على اشتات متفرقة ، بقيت بمحض الصدفة من حطام الماضى ،
 فعلم المؤرخ أشبه بمهنة جامع الخرق » . ويضيف إلى ذلك « أن
كل حالة خاصة تقتضى تفسيراً خاصاً » . أما الثانى فيؤكد أن
لا قيمة للتفسير إلا إذا « طبقت على حالة خاصة علاقة عامة هى
علاقة السبب بالنتيجة » . وأننا حتى عندما نؤكد الطابع الفريد
لفعل ما ، ونرده إلى فرد معين . فإن ذلك لا يكون إلا عن طريق
عوامل سببية عامة ، يمكن صياغتها فى قضايا عامة (١) .

واليوم ، وبسبب تأثير علم الاجتماع . قد اهتمام التاريخ بالرواية
وبالسرد ، وأصبح أقل حرصاً على التفاصيل . وفى مقابل ذلك أصبح
علم الاجتماع بتأثير التاريخ . أقل جزماً . وأقل ميلاً إلى التعميم .
وهكذا أخذت حدة التعارض بين الخاص والعام تفت .
فالتاريخ يتعلق حقاً بالحدث من حيث هو فردى وحيد . ولكنه لما
كان يتجه إلى تفسير الحادث بعد تحقيقه . فإنه يفتن إلى وجود

اتجاهات منتظمة ، ويميز الشيء الاتفاسى من الشيء الضرورى ،
والعرضى من الاحتمالى ، فهو يفهم الخاص بالعام ، مثلما يفهم علم
الطبيعة الظاهرة بناء على القانون . وقد لاحظ « بوجليه » Bouglé
ذلك فقال : « إن لانجوا Langlois ، مع حرصه على استبعاد
التعميمات التى تكمن ، كما يقول ، كالجراثيم فى مفاصل البحث
التاريخى ، يتحدث مع ذلك عن « التطور الطبيعى » الذى حول
البرلمانات إلى « برلمان » ، أو عن اكتمال نظام ملكى عن طريق
« القانون الطبيعى » فى تقسيم العمل ... ولكى يثبت براءة جماعة
فرسان المجد [Templiers] ^(١) ، فراه يستعين بالدراسة النفسية
للطوائف الدينية التى يندفع أفرادها إلى الاستشهاد ^(٢) » .

وعلى العكس من ذلك ، فإن علم الاجتماع ، إن كان يبحث عن
تسلسلات سببية ، وإن كان يعمم ، فما ذلك إلا ليفهم ما قد يكون
فى الظاهرة الاجتماعية من عنصر فردى ، أى ما تنفرد به حضارة معينة
مثلا ، وكذلك ما هو عرضى فتطور هذه الحضارة ، أو فى تطور نظام ما .
ولا تستطيع الأنثروبولوجيا الحضارية أن تؤكد كثرة الحضارات ،
عالم تبين الطابع الخاص الذى تنفرد به كل منها : بل إن المذهب
التطورى ذاته لا يمكنه أن يستخلص قانون تطور نظام أو مجتمع
معين ، إلا بشرط بناء الجانب الحركى على الجانب السكونى ، ومن ثم
كان عليه أن يبين أن لكل لحظة من لحظات التطور طابعا فرديا ،
وأنها لا يجب أن تدرس إلا على هذا الأساس .

(١) جماعة عسكرية دينية ظهرت فى العصور الوسطى (فىمسا بين
القرنين الثانى عشر والرابع عشر) وكان لها دور كبير فى الحروب
الصليبية ، وقد اتهمهم أحد الأمراء بالاثراء والتعدي على سلطان الحكم ،
وقضى عليهم بعد محاكمة صورية .

(المترجم)

Q'u est-ce que la sociologie : (Alcan) P. 54.

(٢)

وإذن فالتقدم الذى يحرزه علم الاجتماع فى مختلف ميادينه يتجه إلى حشد جميع علوم الإنسان وتعبئة كل مناهجها . ولهذه الكثرة من وجهات النظر ما يبررها فى نهاية الأمر . لأن الظاهرة الإنسانية لا يمكن استيعابها تماما ، كما أنها متعددة الأوجه فى الوقت نفسه ، ثم إن الظاهرة الاجتماعية ، كما قال كونت ، هى أكثر الموضوعات وضوحا للأذهان ، وأكثرها تعقيدا فى الوقت ذاته . وأخيرا ، لأن الإنسان طبيعة وحرية فى آن واحد كما تنبئنا الفلسفة .

الفصل العاشر

النظريات الحالية في الفيزياء الرياضية النسبية الخاصة والعامة

في التفسير العلمي لظاهرة من الظواهر ، لا تكفى بذكر القانون المعبر عنها ، وبيان الطريقة التي تحدث بها ، بل نكشف أيضا عن علتها ، ونبين سبب ظهورها . أى أن هذا التفسير لا يمكننا من التنبؤ بها وبيان ضرورتها فحسب ، بل يجعلها معقولة أيضا . وذلك هو هدف النظريات العلمية .

والنظريات اعم من القوانين ، فهي تعبر عن المبدأ العام لهذه القوانين ، وهي تأتي بمنهج في التفسير والبحث ، وتكشف بوجه خاص عن علة الظواهر أو سببها .

واشهر وأهم النظريات الحالية في الفيزياء الرياضية ، نظرية النسبية الخاصة والعامة .

وقد ظهرت هذه النظرية في عام ١٩٠١ ، بعد سلسلة من التجارب التي بدأها قبل ذلك بعشرين عاما ، العالمان ميكلسون Michelson ومورلى Morley ، حول موضوع سرعة الضوء . ولا أراد أينشتاين تفسير نتيجة هذه التجارب ، اقترح أن نتصور المكان الذي ينتشر فيه الضوء على أنه وسط يفرض على الضوء نوعا من الانحراف الذي يمكن حسابه مقدما . وبتأثير هذا الوسط ، يدرك مختلف القائمين بالملاحظة — أعنى علماء الفلك

(*) طلبية الفلسفة الذين ربما وجدوا شيئا من الصعوبة في فهم العرض التالي ابتداء من الفقرة الرابعة لهم أن يكتفوا بالملخص المفصل بعض الشيء ، والمبسط عن قصد ، وهو الملخص الذي تقدمه قبل الفصل .

الذين يتأملون السماء من كواكب أو نجوم يتغير موقع كل منها بالنسبة إلى الباقين — نقول يدرك كل منهم سماء مختلفة .

بذلك يتحكم تأثير المكان في ساعاتهم ، بحيث أن الوقت الذي يقرأه كل منهم يختلف في اللحظة الواحدة ، وليس هذا فحسب ، بل إن كلا منهم يقدر مرور الزمن تبعا لسرعة مختلفة ، بل إن هذا التأثير يمتد إلى حد تعديل كتلة الأشياء ، لأن هذه الكتلة ليست ثابتة ، وإنما تزيد بمقدار محدد مع زيادة سرعة هذه الأشياء .

والجاذبية الكونية هي نتيجة هذا التأثير ، الذي لا يؤدي إلى انحراف الضوء فحسب ، بل إلى انحراف حركة الأجسام أيضا . وهذا الانحراف هو الذي يبدو لنا في صورة الجاذبية : لأنه عندما يقال إن كوكبا « يدور منجذبا » حول الشمس ، مثلا ، فمعنى ذلك أن حركته تنحرف نحو الشمس ، ولولا هذا التأثير لاسارت في خط مستقيم وفي اتجاه مطرد . ونحن نعلم أن الثقل حالة خاصة لهذه الجاذبية ، وأن الجسم الذي يسقط يجتنب ، أو يمكن أن يجتنب ، حول مركز الأرض .

١ — ليس التفسير هو القدرة على التنبؤ بالظواهر وإثبات ضرورتها ، بل هو على الأخص جعلها معقولة :

لكن نفهم ما النظرية ، ينبئ علينا أن ندرك ، على وجه الدقة ، ما الذي نطلبه من العلم ، وما الذي يتسنى للعلم أن يقدمه إلينا .

إننا نطلب من العلم أن « يفسر لنا الظواهر » ، فما التفسير ؟

١ — إن تفسير ظاهرة هو القول بإمكان التنبؤ بها ، بحيث يفهم على ذلك الشعور الأليم الدليل بالانتظار القلق ، الذي يسبق الظاهرة ، (م ١٩ — المنطق)

حين يكون المرء جاهلا بالعوامل التى تؤدى إلى وجودها حتما ، أو تلك الدهشة المؤلة التى تصاحبها إذا ظهرت دون مقدمات سابقة . والأهم من ذلك أننا نستطيع فى بعض الأحيان أن نأمل فى إحداث الظاهرة أو منع حدوثها إذا ما علمنا شروط حدوثها . وكان من الممكن التأثير فيها . وعلى هذا الأساس يمكن التنبؤ بحدوث الخسوف ، أو تحقيق الشفاء .

٢ — ونحن نعلم أن حتمية أية ظاهرة تصاغ فى صورة قانون .
فالتفسير إذن هو تصديد صيغة « القانون » ، الذى يكشف عما فيها من « ضرورة » .

٣ — ولكى يصل المرء إلى القانون . يضطر فى معظم الأحيان إلى المتابعة على ملاحظة التعاقب المعتاد للظواهر : وهذا مايسمى قانونا « تجريبيا empirique » . فمثلا : يعتمد المرء إلى وصف المراحل المتعاقبة التى يمر بها مرض خلال تطوره : كالحمى الشديدة أو الخفيفة . الدائمة أو المتقطعة ، ثم الطفح ، وأخيرا ظهور القشور . غير أن المرء لا يقنع بهذا : أولا لأنه لا يستطيع التنبؤ عن يقين طالما كان يقتصر على الملاحظة التجريبية لتعاقب الحوادث . وقد لفت ليمنتز (١) الانظار إلى أن تعاقب الليل والنهار على نحو ما يلاحظ تجريبيا ، ليس أمرا مضمونا على الإطلاق . ففهنالك خطوط عرض يقضى فيها على الليل فى خلال جزء من السنة ، بينما يحدث العكس خلال جزء آخر . وأورد لتوضيح فكرته مثال « نوافازمبلا Nova Zembla » (زمبلا الجديد التى تقع جنوب الدائرة القطبية الشمالية) . فالمرء لا يمكنه التنبؤ عن يقين ، طالما ظل فى مستوى « القنون » التجريبي . وفضلا عن ذلك ، فإن رسالة الإنسان العليا تقتضى منه ألا يقتصر على « التنبؤ » بل أن يسعى إلى « الفهم » . فتفسير الظاهرة هو جعلها مفهومة . وممقولة .

(1) Moriadolgie, § 28, et Nouveaux Essais, avant propos, ed. Janet (Alcan), t. I, P. 16.

٢ - التفسير بالقانون يجب إكماله بمعرفة السبب :

إذا أردنا أن نفهم فمن الواجب معرفة السبب . ففى الطب مثلاً لا تكتفى دراسة الأمراض (Nosologie) ولا دراسة الأعراض (Sémiologie) إلا إذا ارتبطتا بدراسة الأسباب (Etiologie) . ولكلمة السبب فى مناهج البحث العلمى معنيان مختلفان كل الاختلاف ، نرى أن نطلق عليهما اسم « المعنى الأكبر » . « والمعنى الأصغر » . فبالمعنى الأصغر يكون السبب عنصراً فى القانون : فهو الظاهرة السابقة التى لا بد « من جودها » لحدوث الظاهرة التى يدور حولها البحث . سبب النزلة الشعبية مثلاً هو التعرض للبرد ، أما بالمعنى الأكبر . فانسبب هو عملية كيميائية تغير أنسجة الشعبتين أو الرئتين ، وتؤدى إلى الإكثار من جراثيم معينة . فتثار عندئذ مجموعة عمليات منعكسة تؤدى إلى الحمى (وإن يكن الرأى لم يستقر بعد على هذا التعليل) . وبعبارة أخرى : فالسبب بالمعنى الأصغر يقف فى نفس مستوى لظاهرة المراد تعليلها . وكل ما فى الأمر أنه يسبقها ويرتبط بها لقانون . أما بالمعنى الأكبر ، فهو يكمن وراء الظاهرة ، وينتمى إلى مستوى من مستويات الواقع أبعد غوراً وأكثر خفاءً ، ولكنه أقرب إلى العقل . وهكذا نفهم لماذا كانت المناطق القطبية تتمثل فيها تلك الظاهرة المزدوجة ظاهرة « الليالى البيضاء » . فى التعامد (الاعتدال) الصيفى ، وظاهرة الليل ذى الساعات الأربع والعشرين ، فى التعامد (الاعتدال) الشتوى . وهى ظواهر يعللها ميل المدار الشمسى نحو خط الاستواء .

ونقول بعبارة أخرى إن سبب الظاهرة ، بالمعنى الأصغر ، هو إجابة عن السؤال « كيف تحدث الظاهرة ؟ » وبالمعنى الأكبر ، هو إجابة عن السؤال « لم ؟ » ، وهو السؤال الحقيقى .

ولنوضح هذه الفكرة مرة ثانية بتعبير آخر فنقول إن السبب (الأصغر) يتركنا فى مستوى الظواهر أى « المحسوس » ، والسبب « الأكبر » يدفعنا إلى الدخول فى ميدان « المعقول » . وفى المثال الأخير

الذى عرضناه ، كما في أمثلة أخرى عديدة تستمد من البحث الكونى والفلكى . يكون الطابع العقلى رياضيا فحسب . وهو ينحصر كما كان يقول أنصار فلسفة ديكارت فى أن نستبدل بالشمس المحسوسة . التى تدفئ وتضيء . والتى لا تزيد فى حجمها عن حجم منزل يبعد عنا بضع فراسخ : شمساً معقولة . رياضية خالصة . أكبر من الأرض بكثير . وتقع على مسافة هائلة منها ، وليست فى حقيقة الأمر حارة ولا مضيئة . وإنما تبعث إشعاعات تختلف أطوال موجاتها . وتبعث فينا « إحساساً » بالحرارة والضوء .

فتفسير ظاهرة ما ، هو بيان سببها ، والدخول . عن هذا الطريق . إلى ما أسماه أفلاطون « بالعالم المعقول » . ولقد كان أفلاطون يقول إن المعقول هو « الحقيقة » التى لا يعدو المحسوس أن يكون « مظهرًا » لها . أما المحدثون فيميلون إلى التعبير عن هذه الفكرة بطريقة مختلفة بعض الاختلاف مؤداهما أن المعقول هو « التركيب الباطن » للمحسوس ، وهو أساس حقيقته .

٣ — النظريات العلمية هي تفسيرات عن طريق السبب :

ظل العلماء ، طوال ما يقرب من قرنين من الزمان (القرنين الثامن عشر والتاسع عشر) يمتنعون عن التفسير بالسبب ، ويقتصرون على التفسير بالقانون . وهذا هو ما أسماه « أوجست كونت » بالوضعية^(١) . فقد امتنع الفلاسفة عن الإجابة عن السؤال : لم ؟ ولم يسمحوا إلا بالإجابة عن السؤال : كيف ؟

وهاك السبب : فمن المعروف أن نيوتن قد كشف عن قانون الجاذبية العامة فى ١٦٨٧ ، أى فى السنوات الأخيرة من القرن السابع عشر .

(١) Cours de philosophie positive. 1re leçon, édition scolaire Hachette (Lalo) P. 7.

(٢) لهذا حاولنا أن نعرض هذا المنهج بصورة بقيقة فى القسم الرابع من الفصل السابع .

وكان في هذا الكشف أنموذج رائع للمنهج الرياضي في علم الطبيعة (١) .
غير أن هذا الكشف ذاته كان يبعث في الأذهان سؤالاً ملحاً هو : لماذا
تتجاذب « كل » الأجسام تبعاً لهذا القانون ؟ ومن أين اكتسبت المادة ،
إني جانب صفاتها المعروفة ، والتي تبدو في نظرنا معقولة تماماً ،
كالامتداد ، والحركة أو القصور الذاتي . تلك القدرة على الجذب من
بعيد . وفي الحال ؟ إنها قدرة عجيبة . تذكرنا بالرغبة ، وبالحب .
وتتقرب المادة من الروح . ولقد أدرك نيوتن هذه المشكلة بوضوح .
ولكنه « أبى » أن يحلها ، وهكذا كتب في « الاستنتاج العام » الذي
ختم به كتاب « المبادئ » يقول : « إنني لم أستطع الوصول حتى
الآن إلى استنتاج سبب صفات الجاذبية هذه من الظواهر . ولست أود
أن اخمن فروضاً hypotheses non fingo إذ أن كل ما لا يستنتج
من الظواهر يعد فروضاً ، والفروض ... لا مكان لها في الفلسفة
التجريبية » (١) . ولنلاحظ أن نيوتن يقول : لم أستطع « حتى الآن »
مما يدل على أن المشكلة كان لها معنى في نظره . على أن تلاميذه
المباشرين وبخاصة « روجر كوتس Roger Cotes » ، ثم تلاميذه
الأبعد من هؤلاء ، وهم رجال الموسوعة (مثل دالمبير D. Alembert)
والأبعد من الآخرين (في القرن التاسع عشر) ، « مثل أوجست كونت
« والوضعين » — قد بالغوا كثيراً في تأكيد فكرة نيوتن ، فقالوا
إن المشكلة لا معنى لها ، وليس لها وجود . فليس ثمة سبب للجاذبية .
بل هي خاصية أولى للمادة ، وليس لهذا النوع من المشاكل معنى
علمي : فالعلم يستبعد الفروض . ولقد كان أوجست كونت يلهم
العلماء عن الخوض في النظريات المتعلقة بالتركيب الداخلي للمادة .
بل في النظريات المتعلقة بالتركيب الكيميائي للنجوم .

على أن العلم المعاصر ، منذ نهاية القرن التاسع عشر ، قد أحل لنفسه
كل هذه « المحرمات » ، واتخذ « النظريات » أساساً له .

والمقصود بالنظرية (وهي ما يسميه نيوتن « بالفرض ») (١) تركيب علمي تتمثل فيه الخصائص الآتية :

١ — أنها عامة : فهي تنتظم علما أو عدة علوم ، كالطبيعة والكيمياء بأسرها مثلا . أو علم الحياة بأكمله .

٢ — أنها أشبه بالمبدأ (وذلك هو معنى الكلمة اليونانية) الذي تخرج منه سلسلة من القوانين .

٣ — أنها تأتي بمنهج للتفسير وللبحث (٢) .

وقد بدت هذه المسائل الثلاث كافية لدراسة كاملة من العلماء والفلاسفة المحدثين : تجمعهم الفزعة الوضعية (positivistes) أوكما يقال ، الفزعة « الاسمية » ، بدرجات متفاوتة . غفى رأى هؤلاء أن التقدم الذي ننتقل به من القانون إلى النظرية ليس إلا تقدما في العرض ، وفي « التعبير » عن القوانين وليس تقدما في التفسير مطلقا . القوانين والنظريات صيغ ملائمة تشير إلى حقائق ، ولها قيمة « التعريفات » على نحو ما . وذلك هو الرأى نجد له لدى بيير دويم Pierre Duhem (٣) وهنري بوانكاريه H. Poincaré (٤) .

(١) ولكن لفظ نظرية « أصلح » : إذ أن من المستحسن أن يفهم الفرض على أنه مرحلة من مراحل المنهج العلمي (انظر الفصل ٧ رقم ٤) .
(٢) لكي تفهم هذه الفكرة ، يستطيع القارئ الرجوع إلى ما قلناه عن « نظرية التطور » وهي نظرية بيولوجية (الفصل الثامن قسم ١١) .
(٣) في كتاب :

La théorie physique, son objet et sa structure, Paris
Chevalier et Rivière 1906 chap. V de la seconde partie § ١

يقول في فصل عنوانه : « القوانين الطبيعية علاقات رمزية »
« Les lois physiques sont des relations symboliques » (أي علاقات بين حدود لا تدل على حقائق فعلية ، بل تشير إلى نظريات)
في هذا الكتاب يقول « أن نفس معنى الكلمات التي تتمثل في صيغة قانون في علم الطبيعة ، يتغير تبعاً للنظرية التي يقول بها المرء » (ص ٢٧٢) .

وفي القسم « ٢ » يقول « أن القانون في علم الطبيعة ليس صواباً ولا خطأ ، وإنما هو يقترب من الصواب أو الخطأ بحسب » وفي الفصل الثاني ، القسم الثالث ، يقول : « أن التجربة الفاصلة experimentum crucis مستحيلة في علم الطبيعة » .

La Science et L'hypothèse, chap. X.

(٤)

ولكن وجهة النظر « الاسمية » لا تضيء على الدور التنظيمي
للفظيات في علم الطبيعة ما يستحقه من قيمة . فهذه النظريات تأتي
أيضا بأساس القانون ، أو « بالسبب » كما قلنا من قبل .

وتتقدم إلينا نظرية النسبية الخاصة والعامة سبب الجذب الذي
نم يكن نيوتن قد اهتمى إليه بعد . كما أن نظريات الانفصال
discontinuité تعرفنا بالتركيب الداخلي للمادة والطاقة .

{ - نظرية النسبية الخاصة امتداد لبدأ النسبية :

سبق أن أوضحنا معنى النسبية في العلم ، كما فحصنا فكرة النسبية
من قبل ، فلنعد ذكر الجزء الثاني من مبدأ النسبية : وهو الجزء
الذي يعنينا وحده في هذا الصدد . ففي الملاحظة يجب أن نحسب
حسابا للملاحظ ، وبعبارة أخرى فالملاحظة ترتبط بالملاحظ ، وهي ترتبط
بوجه خاص بموقع مكان الملاحظ وحركته ، ويمكن الملاحظة بالنسبة
إلينا هو الأرض في كل الأحوال .

وليس بديهيا أن الذي يلاحظ وهو مرتبط بالأرض يستطيع أن يجرى
نفس الأقيسة الفلكية التي يجريها ملاحظ يرتبط بكوكب آخر . إذ أن
هذين الملاحظين تدفعهما حركتان مختلفتان . فالواجب إذن أن ندرس
عن كثب كيف تؤثر حركتهما النسبية في ملاحظتهما .

ولقد قلنا إن تطبيق الرياضيات على علم الطبيعة قد يسمح
بالتعبير عن هذا الارتباط ، وكان ذلك بصورة عديدة : ففي حالات معينة ،
أتاح ذلك التطبيق قياس تأثير الملاحظ أو المكان الذي يلاحظ منه في
الملاحظة ذاتها . ولكن في حالات أخرى - وهي التي نهمنا في هذا
المقام - لم يسمح هذا التطبيق إلا بالتنبؤ بالطريقة التي تبدو بها
الظاهرة الملاحظة لو تأملناها من مكان آخر للملاحظة . ويبدو هذا
النوع من التحديد في الإدراك الحسي ذاته . فعندما نرى مكعبا

موضوعاً على مخضبة ، يمكننا أن نتكهن : بناء على مناهج هندسية خائفة : كيف سيرام جار يوجد في وضع بعيد ، أو في مكان يرسم زاوية قائمة مع مكاننا . وفي الفلك : تسبج الرياضيات بتصور السماء كما يشاهدها أحد سكان المريخ أو عطارد . وبالاختصار : فإن فرض « كبروك » ينحصر في أنه يستند إلى الرياضيات لكن يؤكد أنه لو وجد في الشمس ساكن لرأى الكواكب ، ومنها الأرض ، تدور حول ذلك النجم في مدارات مغلقة بسيطة تماماً ، هي دوائر كما يصفها « كبروك » وببعضايات كما يؤكد « كبلر » على نحو أدق .

فمن الذي يكون على صواب ، ويرى الحقيقة خيراً من الآخر . ساكن الأرض أم ساكن الشمس ؟ لقد تطور موقف العلم في هذه المسألة . ففي وقت كبروك وكبلر ، كان العلماء من أتباع كبروك يقولون : إنه ساكن الشمس . على أن السبب الوحيد لقولهم بهذا هو أن رؤيته أبسط وأكثر إرضاء للذهن ، ولم يكن لديهم أي برهان آخر على هذا الرأي ، بل لقد اضطروا في واقع الأمر إلى وضع مبدأ يعبر عن استحالة إيجاد أي برهان آخر ، هو مبدأ « القصور الذاتي » *inertie* . والتعبير الشائع عن هذا المبدأ هو : الجسم الذي لا تعترضه أية قوة أخرى ، يظل في حالة سكون مطرد أو حركة مطردة تسير في خط مستقيم . وإن فالتعبير الصحيح عن مبدأ القصور الذاتي هو : الملاحظ الذي يتخذ له موقعا داخل نسق معين ، لا سبيل له إلى معرفة ما إذا كان النسق ساكناً أو متحركاً حركة منتظمة مطردة . ويترتب على ذلك أن الملاحظ الذي يسكن الأرض ليس ملزماً بإدراك أن الأرض متحركة (١) فهو إذن على حق حين يعمدها ساكنة . ولكن جميع الملاحظين الآخرين الذين ينتهون إلى الكواكب الأخرى ، الشخصية منها والتابعة ، محقون بدورهم إذ يعدون أنفسهم ساكنين ، ويؤكدون

(١) إذ يمكننا أن نعد الحركة التي تدور بها الأرض حول نفسها وحول الشمس حركة مطردة تسير في خط مستقيم ، وذلك بالنسبة إلى المسافات البعيدة .

أن الأرض متحركة • فينبغي أن نبحث في الرياضيات عن وسائل تحويل الوصف الذى يقدمه أحد الملاحظين إلى لغة تعبر عما يمكن أن يراه ملاحظ آخر ، وذلك مثلما نحول التوقيت المحلى لمدينة باريس إلى التوقيت المحلى لمدينة نيويورك •

فإذا ما سلطنا بهذا ، كان لزاما علينا ، وفقا لمبدأ القصور الذاتى ، أن نقول عندئذ إنه ليس هناك ملاحظ مميز ، وليس هناك مكان مطلق للملاحظة ، أعنى مكانا يرى فيه المرء المظاهر الحقيقية للسماء • فجميع المظاهر لها أساس على الأقل ، إن لم تكن كلها صحيحة ، وذلك وفقا لمبدأ القصور الذاتى نفسه • ذلك هو « مبدأ النسبية عند نيوتن » • ولم يتيسر وضع هذا المبدأ إلا بعد تقدم ملحوظ فى الرياضيات • ساعد على الترجمة المتبادلة للمظاهر التى تبدو للملاحظين مختلفين - وهى الترجمة التى تبلغ حدا عظيما من الصعوبة •

غير أن جميع مفاهيم الحركة النسبية والمطرودة ، ومبدأ القصور الذاتى ، قد بنيت على تصور مكان مطلق وزمان مطلق • وهذه المفاهيم هى التى ينبغى إعادة النظر فيها ، لأنها لا تسمح بتفسير تجربة فيزيائية تثير الدهشة ، وهى تجربة ميلكسون ومورلى ، التى لعبت دورا حاسما فى تطور العلم : ولأنه لمن الغريب حقا أن يصبح لهذه التجربة التى أجريت فى علم الطبيعة ، مثل هذا الأثر الهائل فى أفكارنا عن المكان والزمان ، وفى نظرياتنا الفلكية والكونية •

تجربة ميلكسون ومورلى :

انتهى الأمر بنظريات الضوء إلى الاستقرار على النظرية التجمعية • التى تؤكد أن الضوء « موجة » ، أى أنه اهتزاز ينتشر فى دوائر ذات مركز واحد هو مصدر الضوء • ولكن ، كما قال عالم انجلىزى بتعبير ساخر : لا بد من فاعل لفعل « التمعج » • أى من الضرورى أن يحدد الفرض « ما الذى » يتموج • وهكذا سلم الباحثون بأن الموجة

هى اهتزاز ينتقل في وسط سىال إلى أبعد حد ، وغير مادی تقريبا ،
يسمى « بالأثير » . وهنا يعرض لنا سؤال : إذا ما صدرت إشارة
ضوئية من نقطة متحركة ، فما مركز الكرة الذى ينبعث منه الضوء ؟
أهو النقطة المتحركة ؟ أم هو مكان معين في الأثير كانت هذه النقطة فيه
عندما أطلقت الإشارة ؟ يبدو أن الحكم السليم يدفع إلى الجواب بأنه
مكان معين في الأثير ، ولكن هذه الإجابة تؤدى إلى النتيجة التالية :
عندئذ يمكن معرفة الحركة « المطلقة » للنقطة وقياسها ، لأن سرعة
الضوء تزداد أو تنقص ، بالنسبة إلى الملاحظ المرتبط بالنقطة تبعا لمدى
اقتراب الملاحظ من نقطة الأثير التى انبعثت منها الإشارة . أو ابتعده
عنها .

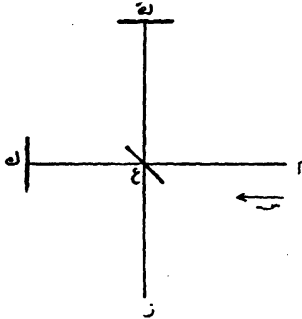
على أن تجربة « ميكلسون » و « مورلى » قد أسفرت عن ضرورة
التخلى عن هذا الافتراض الذى يبدو طبيعيا تماما فنظر الذهن المعتاد .
ولقد أمكن تفسير النتيجة السلبية لهذه التجربة عن طريق « مبدأ
النسبية » الذى وضعه أينشتين ، ألا وهو أن : أية تجربة فيزيائية —
سواء أكانت مغناطيسية كهربية أم ميكانيكية (١) — تجرى داخل إطار
نسق من النوع المنسوب إلى جاليليو (أى تتحرك فيه نقطة مادية
حرر : حركة مستقيمة مطردة ، أو تظل ساكنة) لا تسمح بتوضيح حركة
هذا النسق بالنسبة إلى نسق آخر من نفس النوع .

فلنصف إذن تجربة ميكلسون ومورلى :

مبدأ التجربة : لنفرض أن مصدرا للضوء م يبعث شعاعا ضوئيا في
الاتجاه مع . ويصادف هذا الشعاع في ع عدسة زجاجية مائلة بزاوية
قدرها ٤٥ درجة على الاتجاه مع ، فيخترق جزء من الشعاع العدسة
ويواصل سيره في الاتجاه ع ك ، وينعكس جزء آخر بزاوية قائمة في
الاتجاه ع ك . وفى ك ، ك توضع مرآتان تعيدان الضوء إلى ع .

(١) في مبدأ النسبية عند نيوتن ، كان الأمر يقتصر على التجارب
الميكانيكية وحدها .

فلنتأمل الجزء عز ، وهو الجزء المخترق للمعدسة من ك ع ، والجزء
ع ز ، وهو الجزء المنعكس على المعدسة من ك ع . هذان الجزآن



يتطابقان : أى أنهما يتداخلان ، ونتلقاهما في « جهاز نقياس التداخل
interféromètre » ، يسمح بملاحظة حافات الضوء المتداخلة
Franges d'interférence » ، ويتحدد موضع هذه الحافات
بدقة ، وقياس بمعد كل منها .

وينظم طول الذراعين ع ك ، ع ك في الجهاز بدقة ، بحيث إن الحافات
تمثل إضافة للموجتين ، وتبين بذلك أن المسارات ع ك عز ، ع ك عز
تحدث في وقت واحد .

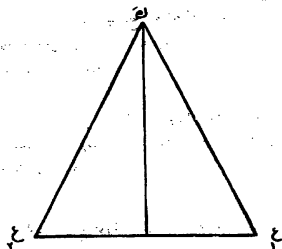
عندئذ يدار الجهاز ربع دورة في المستوى الأفقى ، بحيث أن الفرع

عك مثلاً : الذى كان متجهاً من قبله من الجنوب إلى الشمال ، يصبح متجهاً من الشرق إلى الغرب ، والعكس بالنسبة إلى الفرع ع ك .
فقطنا الذى يحدث فى هذه الحالة ؟

لفترض أن الأرض ، وبالتالى الجهاز ، ساكنة بالنسبة إلى الأثير ، أى ساكنة سكوناً « مطلقاً » . عندئذ يظل المساران ، بعد تنظيمهما بحيث يحدثان فى وقت واحد ، مقترنين فى الزمان ، وتظل الحافات الضوئية المتداخلة فى نفس مواضعها .

٢ - ولكن ، لنفرض على العكس من ذلك . أن الأرض والجهاز كما تقول نظرية « كبرنك » - متحركان ، أى أن موقعهما بالنسبة إلى الأثير يتغير ، ولنفرض مثلاً أن الأرض والجهاز يتحركان فى اتجاه السهم س . فخلال الوقت الذى يستغرقه الضوء ليسير من ع إلى ك ، ثم من ك إلى ع . تكون النقطة ع قد انتقلت بالنسبة إلى الأثير : فلا يكون المسار الذى يقطعه فى الأثير الشعاع الراجع إلى ع هو ع ك ع ، وإنما ع ك ع ، بحيث تمثل النقطتان ع_١ ، ع_٢ الموقعين اللذين يحتلهما ع فى الأثير فى بداية ونهاية مسار الشعاع . ويكون شكل الضوء الذى يرسمه الأثير غير مطابق للشكل المادى للفرع ع ك فى الجهاز . فالثانى خط مستقيم ، والأول مثلث متساوى الساقين ارتفاعه هو هذا الفرع .

أما الشعاع ع ك ، فيتقدم خلال هذا الوقت فى اتجاه السهم . وإن يكن حركته أسرع بكثير من الجهاز . فيقابل المראה ك على مياface



« أبعد قليلا » في الأثير من تلك التي كان ينبغي أن يقايلها فيها .
وفي العودة يقابل ع في نهاية مسار « أقصر قليلا » .
على أنه يتضح بالحصاب أن المسار المتعاود على السهم « يزداد
تغيرا » بالنفلة عن المسار الآخر الذي يحدث في اتجاه السهم .
فإنكى يصل الضوء من العدسة ع إلى المرأة ك ثم يعود ، يسير في
طريق أطول منه حين يصل من القطعة ع إلى المرأة ك ويعود ، وذلك
إذا افترضنا أن الذراعين متساويان « من الناحية الهندسية » .
وإذن ، فإذا نظم الجهاز بحيث يقوم بربع دورة في الاتجاه الأفقى .
فإن عدم تساوى هذين الذراعين لن يعوض عدم تساوى المسارين ،
ولن يستطيع المساران الاقتران في الزمان ، ولن يعود التداخل بعد
ذلك بالطريقة السابقة . وهذا ما سوف يسجله جهاز قياس التداخل .

فمنخلص هذه المناقشة : إذا كانت الأرض تتحرك بالنسبة إلى
الأثير تبعا لما يقضى به فرض كبرنك ، فمن الواجب أن تكشف تجربة
ميكلسون ومورلى عن هذه الحركة بتغيير موضع خطوط الأشعة في
كل مرة يكون الجهاز فيها قد نظم بحيث يتفق الوقت بالنسبة إلى
اتجاه معين . ونجعل اتجاهه عموديا (١) .

نتيجة التجربة : على أن التجربة (٢) التي أجريت على هذا النحو
لم تؤد أبدا إلى تغير موضع الخطوط . وهكذا تجرى الأمور كما
لو كانت الأرض ساكنة في الأثير . ولتفسير هذه النتيجة الغريبة
جرب بعضهم فرضا قديما جدا ، وهو التقلص (Cantraction)
الذى قال به فترجيرالد Fitzgerald ولورنتز Lorentz .
عالتجربة تخطئ بالقدر المناسب الذى يؤدي إلى عدم إدراك
تغير السرعة ، والأدوات تتقلص بهواء الأثير الذى تحدثه حركة الأرض .

(١) في مستهل كتاب برجسون : الديمومة والتزامن
Simultanité (Alcan) نجد شرحا لهذه النظرية ، مقرونا بحساباتها ،
كما يمكن رؤية الجهاز في قسم الطبيعة الضوئية في « قصر الكشوف بباريس
(٢) أجريت للمرة الأولى في عام ١٨٨١ . ثم أعيدت بعد ذلك عدة
مرات

ويكمل فرض تقلص الأطوال ماذا فرض آخر هو تمدد الزمان .
فانكماش الأطوال وتمدد الزمان يبدوان نتيجتين لمعادلات لورنتز
التي سوف نتحدث عنها الآن .

التفسير الذي اقترحه أينشتين : غير أن « ألبرت أينشتين (١) » هو
الذي تقدم ، في مستهل هذا القرن ، بتفسير شامل بالمعنى الصحيح
لهذه الفروض المختلفة ، وذلك حين وضع نظريته في « النسبية » .
ونقطة بداية هذه النظرية هي : من المحال أن نفاضل ، بوسائل
فيزيائية ، حتى لو كانت هذه الوسائل تجارب في الضوء ، بين
ملاحظات يقوم بها ملاحظون يتحرك كل منهم بالنسبة إلى الآخرين :
بل السك على حق . ولنعبر عن هذه الفكرة بالتعبير الرائع الذي
وصفها به الفلكي الإنجليزي جينز : فكل ملاحظ يجر أثره معه ،
وذلك شبيه تماما بمن يلاحظ قوس قزح ، فإنه يرى قوس قزحه
الخاص ويجره معه .

وعلى هذا النحو يمكن الإبقاء على مبدأ النسبية ، وفي الوقت ذاته
نصبح الظواهر قائمة على أسس مشروعة . ولكن ذلك يفضي إلى بتعيد
هائل للصيغ الرياضية الخاصة بالميكانيكا التقليدية ، مما أوجب
إدخال مناهج رياضية جديدة .

المفارقات الناجمة عن هذا التفسير : أدت هذه الآراء إلى نتائج
مفرطة في غرابتها ، في نظر التفكير العادي ، أهمها ما يلي :

١ - نسبية التزامن
Relativité de la simultanéité
نحن نقر بأن الحادثين يكونان متزامنين إذا كانت الأشعة المضيئة التي
تنبئ عن وجودهما ، والتي يفترض اتحاد طولها ، تصد معا إلى
الملاحظ . على أن الحادثين المقترنين « في نظر » ملاحظ معين ، نيسا
كذلك « في نظر » ملاحظ آخر متحرك بالنسبة إليه ، إذ أن أحدهما
يذهب لمقابلة الضوء ، أو يبتعد عنه ، أما الآخر فينتظره . ولقد كان
الرأي القديم هو أن أحدهما مخطئ والثاني مصيب ، ولكن الحق

(١) ولد ألبرت أينشتين في مدينة أولم Ulm سنة ١٨٧٩ .
(وتوفي عام ١٩٥٥ - المترجم)

أن « كليهما على صواب » ، فسرعة الضوء واحدة بالنسبة إلى الاثنين
معاً .

٢ - نسبية المسافة : إن قياس المسافة يفترض التزامن ، لأن قياس
مسافة ما ، هو العمل على انطباق طول « محدد من قبل » على طول
« معطى لنا » - على أن هذا يفترض أنه متى انطبق الطولان في طرف
فإنهما ينطبقان في الطرف الآخر في نفس اللحظة . وإذن فالمسافة نسبية
هي الأخرى باعتبار الملاحظين . وذلك على الأقل بالنسبة إلى المسافة
« الطولية » : أى في اتجاه حركتهما النسبية ، فالموضوع إذن يتغير
شكله بالنسبة إلى الملاحظ الذى يراه من مركز خارجي ، وينكش في
نظره في اتجاه الطول . وهكذا نهتدى مرة أخرى إلى التقلص الذى
قال به فنتزجالد ولورنر : في صورة « المظهر الذى يبدو للملاحظ
الخارجي » .

٣ - نسبية الزمان . نظرية « الزمان المحلى » : ليس موضوع بحثنا
هذا هو ما يسميه الفلاسفة بالزمان ، وإنما هو الزمان الذى يقيسه
علماء الفيزياء . هذا « الزمان الفيزيائى » يقاس بوساطة « الساعات »
في علاقتها بظواهر محددة بدقة (كحركات الأفلاك ، واهتزازات
ضوء ذى لون واحد) . فكل « ساعة » تتخذ الثانية مثلا وحدة
زمانية ، والثانية هي الوقت الذى يعبر فيه الضوء ٣٠٠.٠٠٠ كيلومترا .
ولما كانت الملفة نسبية باعتبار الملاحظين ، فإن « الثانية » نسبية
هي الأخرى . فعندما يكون أحد الملاحظين متحركاً بالنسبة إلى الآخر ،
فإن الثانية التى يعترف بها تبدو أطول من اللازم في نظر الملاحظ
الآخر . ولما أراد لانجفان Langevin أن يبين إلى أى مدى يستطيع
البحث النظرى الاستمرار في هذه المسألة ، اقترح مثلاً غريباً ،
أصبح فيما بعد مثلاً مشهوراً : فالمسافر الذى يغادر الأرض في
غذيفة سرعتها ٢٩٩٩٧٥ كيلو متراً في الثانية ، ويقفز في طريقه بعيداً ،

ثم يعود بعد سنتين ، يجد أن الأرض قد انقضت من عمرها مائتة عام (١) .

٤ — نسبية السرعات : — وهي نتيجة لنسبية الزمان . فالملاحون المختلفون لا يقيسون الزمان بطريقة واحدة ، ولا يحددون للسرعات نفس القيمة . وهذا يؤدي إلى هدم دعائم الميكانيكا بأبرزها . إذ أنه عندما يؤلف المرء بين السرعات ، فإن تقديرها لا يكون راجعا إلى ملاحظ واحد . فالصائد بالسفارة يقدر سرعة السفينة بالنسبة إلى الشاطئ ، والملاح يقدر سرعة البحار بالنسبة إلى السفينة التي يظل الملاح ساكنا عليها . ويعتمد الصياد تقدير النتائج من تجزئته فيعمل على إحداث « نقصان » فيها . إذ لما كان الملاح متحركا بالنسبة إليه ، فإنه يبدو له أن ساعته أكثر بطئا مما ينبغي ، أي أنه يخلو في تقدير السرعة . ويزداد مقدار النقصان الذي يفرض عليه بازدياد سرعة السفينة .

٥ — تغير الكتلة مع السرعة : — لفرض أن عاملا ثابتا من عوامل العجلة قيد أثر في كتلة ما . عندئذ تضاف سرعة ثابتة إلى هذه الكتلة في نهاية كل وحدة زمنية . ولكن ، نتيجة لما قلناه من جهة ، فيصبح الناتج في كل مرة أقل من مجموع السرعات (والحساب يثبت أنه يزداد قلة بالتدريج) . وتضعف عجلة السرعة *accélération* بالتدريج . ويثبت الحساب أنها تنعدم تماما عندما نصل إلى سرعة الضوء . وعلى أن كتلة الجسم هي سبب نقصان السرعة التي تعطى له . ومن هنا كانت هذه الكتلة تتزايد مع السرعة ، وتصبح لا نهائية عندما

(١) لا شك أن هذا المثل الغريب إنما قصد به التسلية ، إذ أن الذي يحدث في الواقع ، كما بين بيرجسون (الكتاب السابق ص ١٠٨) أن كلا من الملاحظين المشار إليهما ، أعني المسافر وساكن الأرض ، يظن ، أن الآخر ينسب إليه مدة ليست هي المدة الخاصة به .

تبلغ سرعة الجسم سرعة الضوء (١) .

ولتقدم هنا إلى القراء الذين اعتادوا البحوث الرياضية . ما يقاب
هذه النتائج المتعاقبة للنسبية من تعبيرات جبرية .

فلنفرض حادثاً تحدده أربعة إحداثيات x, y, z, t .
وذلك تبعاً لنظام معين في الإشارة . ولنفرض أن إحداثياته
الجديدة x', y', z', t' ، ص x' ، y' ، z' ، t' في نظام
آخر متحرك على طول المحور x للنسق الأول بالسرعة v . هذه
الإحداثيات تحدد بوساطة مجموعة ذات أربعة معادلات . ويطلق
اسم « مجموعة جاليليو » على هذه المعادلات كما كانت تصاغ قبل
نظرية النسبية . بينما يطلق اسم مجموعة لورنتز على صورتها الجديدة .

مجموعة لورنتز	مجموعة جاليليو
$x' = (x + vt) \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	$x' = x + vt$
$(\text{تقلص فتر جرالڊ ولورنتز})$	
$y' = y$	$y' = y$
$z' = z$	$z' = z$
$t' = t + \frac{v}{c^2} x$	$t' = t$
$t = \frac{t' + \frac{v}{c^2} x'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	
$(\text{نظرية الزمان المحلي})$	

(١) يعبر عن الكتلة بالوزن . ويترتب على ذلك أن يطرأ مع السرعة
وبين الحساب أن الكيلو جرام يزيد ٣ سنتجرام إذا بلغت السرعة ١٠٠٠
كيلو متر في الثانية ويزيد ٦٠ جراماً إذا بلغت ١٠٠٠٠ كيلو متر في الثانية .
وإن وزنه يتضاعف إذا بلغت السرعة ٢٥٩٨٠٦ كيلو متر في الثانية . ويلمح
جرا

وفضلا عن ذلك ، فبينما نجد في نظام جاليليو أن السرعة الناتجة هي الحاصل الموجه Somme vectorielle للسرعات المكونة $w = v_1 + v_2$ نجد في نظام لورنتز أن السرعة الناتجة هي (١) :

$$w + (v_1 + v_2) \frac{1}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}}$$

• - نظرية النسبية الخاصة تثبت التجربة ، كما ينبغي أن يحدث في كل نظرية :

تبلغ النظريات حدا من العموم ومن البعد عن الوقائع قد يؤدي بالمرء إلى الظن بأنها لم تعد خاضعة للإثبات التجريبي . غير أن هذا خطأ ، فالنظريات « تجريبية » شأنها في ذلك شأن القوانين . أى أنها تخضع للتجريب . وهذا ما يضاف عليها طابعها العلمى . وينبغي أن تتخذ صورة من شأنها أن يكون من الممكن تصور وجود ظاهرة واحدة تستطيع تكذيبها . وبعبارة أخرى ، يجب ألا تتشكل بصورة من شأنها أن تكذب مقدما الظواهر المضادة لها . وتلك إحدى النصفات التى تميزها من المعتقدات الخرافية ، إذ أن الخرافة تتمثل دائما على صورة من شأنها ، إذا ما كذبتها التجربة ، أن نستشهد باستثناء مفهوم ضمنا ، أو بسوء فهم يقضى على تفنيد الواقع لها : فالعدد ١٣ مثلا يجلب الحظ السيئ ، ولكنه قد يجلب حظا سعيدا في بعض الظروف التى لا تحدد بدقة ، وقد توجد حركات أوطقوس غير مصددة تسمح بالتغلب على شؤمه . غير أن الأمر ليس كذلك في النظرية العلمية ، فلا بد أن يكون في وسع المرء أن يتصور مقدما نجربة تخطئها على نحو قاطع . وذلك ما يعنيه «شوستر Schuster» بكلمته التى اقتبسها الكيميائى ديكلو Duciaux « إن النظرية لا تساوى شيئا إذا عجز المرء عن إثبات فسادها » (٢) .

(١) في هذه الصيغة الأخيرة ، يمكننا أن ندرك بسهولة أننا لو استبدلنا بإحدى السرعتين v_1 سرعة الضوء ، أو بعبارة أخرى إذا حاولنا تحقيق سرعة الضوء ، لكان الحاصل W مساويا لسرعة الضوء ذاتها - وهذا يعنى أنه ليس ثمة سرعة أكبر من سرعة الضوء ذاتها .

(2) Burnschwig : L'expérience humaine et la causalité physique (Alcan) § 194, P. 447.

فإذا كانت نظرية الزمان المحلي صحيحة ، وإذا كانت الأشعة المضيئة هي ساعات ، فلا بد أن الضوء الآتي من نجم يتمثل فيه الفرق بين الزمان المحلي للنجم والزمان المحلي للأرض ، وذلك عن طريق تغير طفيف في ذبذبته • ويجب التعبير عن هذا التغير بواسطة « تغير موضع الخطوط الضوئية » التي تكون طيف هذا الضوء • ولقد أمكن ملاحظة هذا التغير وحسابه ، والاهتداء إليه طبقا لما تقول به النظرية النسبية •

وإذا كانت الكتلة تزداد مع السرعة فلا بد أن يلاحظ ازدياد الكتلة عندما تصبح السرعات مرتفعة بالمقدار الكافي • على أن الأمر قد انتهى بالتجربة إلى إعطائنا سرعات عظيمة إلى حد أنه يمكن التحقق منها : فالأشعة السالبة Cathodiques وأشعة بيتا B في الأجسام ذات الطاقة الإشعاعية هي جزيئات مادية • وقد أمكن قياس سرعتها ، فإذا بها من ١٠٠٠ إلى ٥٠٠٠٠ كم في الثانية • وهكذا أمكن قياس كتلتها ، وتبين أنها تزداد مع سرعتها وفقا لما تقول به نظرية النسبية •

وإذا كانت الميكانيكا الجديدة ، التي نشأت عن نظرية النسبية ، صحيحة ، فإن السرعة الناتجة عن جذب جسم يجب ألا تكون معادلة للحاصل الجبري لسرعة الجسم وسرعة الجذب ، بل هي أقل من هذا الحاصل بمقدار يمكن حسابه • وبالفعل استخدم كل من « فيزو Fizeau » (١٨١٩ - ١٨٩٦) ومن بعده زيمان Zeeman (المولود في ١٨٦٥) (١) طريقة تجريبية لتحديد سرعة الضوء في الماء المتحرك • وكشفا عن هذا الأمر العجيب : فهذه السرعة تظل أقل من سرعة الضوء في الماء مضافا إليها بالحساب الجبري سرعة التيار • وتفسر نظرية النسبية الفارق القريب الذي نلاحظه تفسيرا دقيقا •

ففى وسعنا القول إذن بأن نظرية النسبية الخاصة قد حققت تجريبيا •

٦ - نظرية النسبية العامة ، وهى تطبيق للنظرية السابقة على حركات الجذب ، تفسر الثقل :

لم تكن الصورة الاولى لنظرية النسبية الخاصة تصدق إلا على حيز محدود من الظواهر (والمقصود بالخاصة ، أنها تختص فقط بدراسة الحركات المطردة التى تسير فى خط مستقيم) - وفى ١٩١٦ تقدم أينشتاين بنظرية « النسبية العامة » ، التى تنطبق على كل الحركات .
أيا كان مسقطها وعجلتها •

ومن المبادئ الأساسية للنسبية العامة بمبدأ التكافؤ بين أى مجال لجاذبية وأى مجال للقوة . راجع إلى حركة ذات عجلة • وقد صاغ « أينشتاين » هذا المبدأ عندما تأمل المعنى المزدوج لكلمة الكتلة : ففى حالات معينة ينظر إلى الكتلة على أنها معامل للجذب (الكتلة ذات الثقل) - وفى حالات أخرى على أنها معامل للقصور الذاتى *inertie* (الكتلة ذات القصور الذاتى *masse inerte*) •

وفى الصفحة الاولى تربط المفاهيم الأساسية بالعلاقات الآتية

القوة = الكتلة ذات الثقل $\times$ كثافة مجال الثقل •

وفى الجالة الثانية : تربط بالعلاقة الآتية :

القوة = الكتلة ذات القصور الذاتى $\times$ العجلة •

وبمقارنة هذين التعبيرين عن القوة ، نصل مباشرة إلى العلاقة الآتية :

الكتلة ذات الثقل

العجلة = $\frac{\text{الكتلة ذات القصور الذاتى}}{\text{كثافة حدة المجال}} \times$ •

الكتلة ذات القصور الذاتى

ولكن التجربة تثبت أن عجلة الجسم : فى مجال الثقل الواحد • لا تتوقف على طبيعته (وهذا ما يعبر عنه القانون المعروف : القائل إن كل الأجسام تسقط فى الفراغ بسرعة واحدة) • فلا بد إذن أن تكون الكتلة ذات الثقل

العلاقة بين $\frac{\text{الكتلة ذات القصور الذاتى}}{\text{علاقة ثابتة مستقلة عن طبيعة}}$

الكتلة ذات القصور الذاتى

الجسم • فإذا اخترنا الوحدات الطبيعية بحيث تكون هذه العلاقة

مساوية لواحد صحيح ، أمكن القول بأن الكتلة ذات الثقل تساوي
الكتلة ذات القصور الذاتي .

الكتلة ذات الثقل

ومن هنا ، فيما دامت $\frac{1}{1} = 1$ ، ففي وبعد

الكتلة ذات القصور الذاتي

أن نصوص العلاقة التصويرية الآتية :

المجلة = كثافة المجال

وقد لاحظ علم الفيزياء التقليدي منذ عهد بعيد تكافؤ الكتلة
ذات الثقل مع الكتلة ذات القصور الذاتي . ولكنه اكتفى « بتسجيل »
هذا التكافؤ دون « تفسيره » على حد تعبير جان بكرل Jean Becquerel
وهناك التفسير الذي تقول به نظرية النسبية العامة : إن القوة
الواحدة للجسم تبسندو . تبعا للظروف ، إما على صورة قصور ذاتي ،
وإما على صورة ثقل . وبعبارة أخرى ففكرة الجاذبية هي قوة
قصور ذاتي .

ولقد ضرب أينشتاين نفسه مثلا يقرب إلى ذهننا هذا التكافؤ بين
الجاذبية والقصور الذاتي . فليتصور حجرة منعزلة . ساكنة بالنسبة
إلى المكان المحيط بها ، ولنفرض أن هذا المكان قد خلا من كل مادة ،
إلى حد لم يعد فيه أي أثر للجاذبية . عندئذ لن تكون هناك قوة
للجذب . وفي هذه الحجرة يوجد عالم يقوم بالتجربة ومعه أجهزة .
ولنفرض أن هذه الحجرة قد جذبت إلى أعلى بقوة ثابتة . عندئذ
نقذف الأشياء التي تحتوى عليها الغرفة (التي كانت متوازنة من
قبل في أي موضع ، ما دامت لا تخضع لأي تأثير من الثقل) نحو أرضية
الحجرة بمجلة ثابتة . فكيف يفسر النتائج بالتجربة هذه الملاحظات ؟
قد يعتقد أن الحجرة تخضع لمجلة مطردة موجهة إلى أعلى . مما
يفسر سقوطه نحو أرض الحجرة بمجلة مطردة .
ولكنه قد يعتقد أيضا أن الحجرة تظل ساكنة ، وأن الأشياء التي
التي أصبحت تخضع لهجاء لجبال جاذبية .

هذان التفسيران الممكنان يشبتان تكافؤ التعليلين . وتتوقف المسألة كلها على نظام الإشارة الذى نختاره لفهم للظاهرة .
فإذا كانت التغيرات فى طريقة إرجاع الظواهر إلى نظم الإشارة تؤدي إلى تفسيرات تبلغ هذا القدر من الاختلاف ، أدركنا دون غناء أنه قد أصبح من الضروري أن نتأمل عن كتب القوانين الرياضية التى تعبر عن تغير الأساس الذى نعتد عليه من الوجهة المكانية والزمانية .

وعندئذ يجب أن نفترض أن المكان الزمانى ليس فى كل الأحوال إقليدياً ، وأنه يعبر عن خط منحني تجاه كتل المادة . ومن هنا كانت الهندسة التى تعرض النظرية النسبية بوضوح هى هندسة المكان اللاإقليدى ، وأعني به مكان « ريمان » *Riemann* . وتتكون لدى المرء فكرة عن مكان « ريمان » هذا إذا ما تخلى فى دراسة هندسة السطح الكروى عن كل مقياس يفرض عن السطح ذاته .

فى هذا المكان الزمانى الذى وصفه « ريمان » ، لا يسير شعاع الضوء فى خط مستقيم ، بل يسير فى خط يسميه علماء الرياضه « خطاً مساحياً » *géodésique* . (والخط المستقيم هو الخط المساحى فى مكان بلا منحنيات أى فى المكان الإقليدى) .

وفى عام ١٩١٩ ، عند حدوث كسوف كلى للشمس ، سئحت الفرصة للتحقق من هذه الظاهرة الأخيرة : فقد أخذت صور للسماء تبين فيها أن النجوم التى تمر إشعاعاتها بحافة الشمس تعطى على اللوحة الفوتوغرافية صوراً يبعد موقعها قليلاً عن المكان المرسوم فى خريطة السماء . وكان الانحراف ضئيلاً ولكن كان مطابقاً لما قال به أينشتين .

وجاء تأكيد آخر لنظرية النسبية العامة لأينشتين من جانب علم الفلك . فلقد كان علماء الفلك يلاحظون أن الكوكب عطارد لا يسير فى مدار بيضاوى تماماً ، كما يقضى قانون الجاذبية الذى وضعه

نيوتن . فقد كانت قمة الشكل البيضاوى ، المسماة بنقطة القرب من الشمس *périgée* تتقدم في كل دورة تقدما طفيفا . ولقد كان تقدم قمة عطارد موضوعا لدراسات عديدة . وكان لوفرييه *Le Verrier* أحد من تصدوا لهذا الموضوع ، فكتب في عام ١٨٤٥ يقول : « لم يتطلب كوكب آخر من الاهتمام ومن العناية ما تطلبه عطارد . ولم يكافئ كوكب آخر الباحثين على اهتمامهم وعنائهم بذلك القدر من الحيرة والقلق ، الذى كافأهم به عطارد » . ولقد أخذ لوفرييه على عاتقه القيام بحسابات مطولة ليحدد موقع كوكب جديد افترض وجوده ليفسر انحرافات حركة عطارد ، وبذلك كان يأمل أن يكرر التنبؤ الذى جلب له شهرة عندما كشف عن الكوكب نبتون .

ونمكن لم توجد أية ملاحظة تحقق تنبؤات لوفرييه على الإطلاق . ولا شك في أن هذا « الإخفاق » خلى بأن يلفت انتباه الفيلسوف : فهانحن أولا . نرى منهج التفسير ينجح تارة ، ويخفق تارة أخرى . وذلك في ظروف تبدو متساوية تماما .

وبعد هذا الإخفاق حاول بعض العلماء إدخال تعديل طفيف على قانون الجاذبية الكونية القائل بالتناسب العكسى مع مربع المسافات . ومع ذلك لم يتفق هذا التعديل مع الملاحظات اتفاقا كاملا . ولما عدلت النسبية العامة قانون نيوتن تعديلا أساسيا ، استطاعت تفسير شذوذ عطارد .

ومع ذلك ينبغي أن ننبه الأذهان إلى أن البرهانين اللذين أتيينا بهما الآن يتعلقان بظواهر تبلى من الضعف جدا يجعلنا نشك في إمكان الحصول على تفسير آخر لها (١) .

(1) Louis de Broglie : La physique nouvelle et les quanta
P. 103.

ولأنها كان الأمر ، فليس لأحد أن يفعل عن أن مذاهب النسبية العامة تتجمل في أفق عقلاني جديد . فإذا جعلنا التنظيم العقلي لعلم الفلك إدي « نيوتن » نقطة بدء لنا لانتبهنا إلى تحديد القيم العلمية على مرحلتين :

١ - في المرحلة الأولى يؤيد المرء مذاهبا عقليا بسيطا يحدد القوانين الأساسية خلال مدارات بيضاوية (وهي صور للنهضة الأولى) .

٢ - وعند التطبيق ، يستعين المرء بفكرة الانحراف ، لكي يظل وجود الفرق طفيف بين القانون الأساسي والملاحظة .

أما إذا بدأنا بالتنظيم العقلي للنسبية ، فانا ننتهى مباشرة إلى الصورة المعقدة للقانون ، فلا نهتدى إلى قوانين نيوتن البسيطة إلا في المرحلة الثانية ، وعلى سبيل التبسيط ، وعندئذ ينظر إلى هذه القوانين كما لو كانت صورة معقدة للقانون المعقد .

ويبدو أن الفارق بين الانحرافات وضروب التدهور هو فارق في التوجيه بالنسبة إلى فلسفة الروح العلمية - وهذا موضوع سنعود إليه في مقام الفصل التالي .

وهناك ظاهرة ثالثة فسرتها النسبية أيضا ، وهي تحول ألوان الطيف التي تبعثها النجوم البعيدة إلى اللون الأحمر .

فقد أدى هذا التحول إلى ظهور آراء غريبة في مجال الكونيات . إذ تبين أن هذه الظاهرة ، التي لوحظت أولا في أشعة مضيئة يبعثها « زفيق سريوس Sirius » (وهو نجم مجاور لسيريوس ويسدور حوله) ، يمكن ملاحظتها بالنسبة إلى كل سديم ، وأنها تزداد أهمية كلما ازداد السديم بعدا . وفي هذه الحالة تكون ظاهرة تحول ألوان الطيف إلى الأحمر « ظاهرة مكبرة » وتصبح الألوان فيوق البنفسجية ألوانا زرقاء .

ولما كانت « كل » السدم البعيدة تتمثل فيها هذه الظاهرة الطيفية :
فلا بد من الاعتراف بأن كل السدم البعيدة تتباعد عن الأرض • وإذن
فالمكون يكبر بلا انقطاع • وتلك هي الفكرة المعروفة باسم الكون
المتزايد في امتداده • ولقد كان أول من توسع في تحديد الصيغ
الرياضية لهذه الفكرة هو الفلكي الإنجليزي « إدنجتن » ، ثم توسع
فيها من بعده العالم البلجيكي الأب لومتر • *Lemaître* .

وسرعان ما ظهرت فروض أخرى حول تركيب الكون • ولكن يجب
أن نلاحظ أنها تنطوي جميعا على عمليات رياضية معقدة ، وإذا لم
يتذكر المرء أن الصورة التي نكوّنها عن الكون إنما هي تعبير عن آراء
رياضية شيدت بدقة عظيمة ، ورتبت فيما بينها بإحكام هائل - كان في
هذا ما يهدد بضياح قيمة هذه الصورة •

ومع ذلك فلزام علينا أن ننبه إلى أن هذه النظريات وإن كانت محكمة
الترابط في ذاتها ، إلا أنها متعددة ، وإن كثرتها وتباينها لكفيلان بأن
ينبها الفيلسوف إلى أن يقف منها موقف الحذر ، فلا ينسب إليها حقيقة
نهائية • والحق أن تطوّر النظريات الكونية منذ نصف قرن يثبت
بوضوح كاف أن هذه النظريات تعكس آراء تركيبية يلخص بها العالم
معرفة عصر ما •

الفصل الحادى عشر

النظريات الحالية فى العلوم الفيزيائية

تطور المذهب الذرى - ميكانيكا الكم

الميكانيكا التمجسية - الروح العلمية الجديدة

إذا تتبعنا تاريخ العلم ، أمكننا أن ندرك الأهمية المتزايدة للدور الذى تلعبه النظريات الفيزيائية . ولقد كانت النظرة القديمة إلى هذه النظريات هى أنها مجرد « فروض » تمهد للبحث ، أى هى إجراء مؤقت يساعد على تنظيم التجارب . على أنها قد أخذت تندمج بالتدريج فى التفكير العلمى ، إلى حد أنه لم يعد من الممكن فهم المعنى العميق للتجارب العملية دون المام بالنظريات العلمية . فينبغى إذن أن تسمى كل عقلية فلسفية إلى إجادة فهم دور النظريات فى العلوم الفيزيائية الحديثة . وتلك مهمة صعبة يجب أن يستعين أستاذ الفلسفة فيها باستاذ علم الفيزياء .

ولقد أخذنا على عاتقنا أن نلخص فى هذا الفصل عدة نظريات هامة . فإذا أحس القارئ بصعوبة أقسام من هذا الفصل ، فحسبه أن يقرأ الملخص التالى .

فلنفحص أولا النظريات الخاصة بالذرة . إن فكرة الذرة فكرة موافقة فى القدم ، ومن الضرورى أن يكون كل غيلسوف قد عرفها فى صورها التقليدية (المذهب الذرى عند ديمقريطس وأبيقور ، وللقارئ أن يرجع أيضا أيضا إلى القصيدة الشعرية الرائعة التى كتبها لوكريس : فى طبيعة الأشياء de rerum natura

ويمكننا القول بأن النظرة الفلسفية المبدئية إلى الذرة لم تتغير حتى ظهرت بحوث الكيميائي الانجليزي دالتن Dalton . ولكن عندما جاء دالتن (١٧٦٦ - ١٨٤٤) أمكن تنظيم المذهب الذري بحيث يتسنى استخدامه في تفسير الصلة الوثيقة المتبادلة بين مختلف الأجسام البسيطة في الكيمياء . وإذن ففي مستهل القرن التاسع عشر عبرت الكيمياء عن قوانين التركيب الخاصة بهذه الأجسام ، وبنت آراءها في ذلك على « الفرض الذري » . وقد لخصنا في هذه المسألة معلومات لا غنى عنها في فهم أقدم المذاهب الكيميائية . لهذا لا ينطوي القسمان الثالث والرابع على صعوبة كبرى . ومن الممكن أن نجد في هذين القسمين وحدهما صورة لما يسمى « بالنظرية العلمية » .

وسنرى بعد ذلك كيف تحولت هذه النظرية « الكيميائية » في العصر الحديث إلى نظرية « في الفيزياء » . وذلك ما يحدث في علم الفيزياء الذي يبحث في « المنفصل » physique du discontinu وهو العلم الذي يلجأ إلى فكرة « الجسيم » corpuscule بدلا من فكرة الذرة (القسم السادس) . فلقد اتضح أن الذرة الكيميائية مركبة : فهذه الذرة (التي كانت تعد جزءا لا يتجزأ بحسب أصلها الاشتقاقي) ، تبدو تنظيما معقدا مكونا من نواة ومجموعة من الإلكترونات . ولقد قارن بعضهم الذرة بالنظام الشمسي ، وتحدث عن الأنموذج الكوكبي ، الذي اقترحه « بور Bohr » . وهذا أيضا يجد القارئ مثلا ثانيا لفكرة النظرية الفيزيائية (القسم السابع والثامن) .

وبقية الفصل أكثر صعوبة ، لأنه يتعرض للعلم المعاصر . وللقارئ عندئذ أن يقتصر على متابعة الطريقة التي أدخلت بها الأفكار الجديدة التي أحدثت انقلابا في علم الفيزياء ، وينظر إلى هذه الأفكار على أنها وقائع تاريخية .

كانت فكرة « حبيبة الطاقة » grain d'énergie هي التي أدت أولا إلى القول بالانفصال ، بل إلى القول به في مجال مختلف تماما عن مجال الوجود ، ما دامت الطاقة فكرة ديناميكية في أساسها ، وتتضمن تبعا لذلك فكرة تقدير العامل الزماني (القسم التاسع) .

ثم تأتي بعد ذلك فكرة « الفوتون photon » (حبيبة الطاقة المخيطة) « في القسمين الحادي عشر والثاني عشر » .

وتزداد الصعوبات بعد ذلك عندما يجد الفيلسوف لزاما عليه أن يفسر « الميكانيكا التجمعية » بأفكارها التي تثير الدهشة ، وهي النظرية التي اقترحها لوى دوبرولي Luis de Broglie منذ ربع قرن من الزمان . ويبدو أن فكرة « النظرية » تنبدى عندئذ بكل ما لها من أهمية . ولكن مثل هذه النظرية لا تنفصل عن صيغتها الرياضية . لذا اقتصرنا على استخلاص أغرب جوانبها الفلسفية (القسم الثالث عشر) .

وفي مقابل الميكانيكا التجمعية ظهرت في الوقت ذاته ميكانيكا الكم quantique التي بنيت على مبدأ هيزنبرج Heisenberg . هذا المبدأ ، المسمى بمبدأ اللاتمين ، أو « الاحتمية indéterminisme » ، قد أثار كثيرا من الجدل بين الفلاسفة .

ولقد حاولنا أن نبين على وجه الدقة مجال تطبيقه ، ونشرى إلى الأخطار التي تنجم عن استنباط نتائجها الفلسفية التي تتجاوز نطاق الفيزياء الذرية (القسم الرابع عشر) .

وفي القسم الخامس عشر ، الخاص بالنشاط الإشعاعي ، يبدأ البحث باتخاذ وجهة أخرى ، ويستطيع القارئ أن يجد سلسلة جديدة من الأمثلة . فبعد أن ننبه إلى ما أثاره كشف النشاط الإشعاعي في أواخر القرن التاسع عشر (على يد بكرل

Becquerel وبير ومارى كورى) من دهشة ، تقدم لمحة موجزة عن الفيزياء النووية (القسم السادس عشر) وهو مجال جديد كل الجدة ، يحقق به عالم الفيزياء « تغيرات » تحول عنصرا كيميائيا إلى آخر ، بل يخلق أجساما كيميائية جديدة : هي عناصر ما بعد الأورانيوم transuraniens (القسم الثامن عشر) . والطاقات التي تنطلق بتحطيم هذه النويات الجديدة (وهذا التحطيم يسمى بالانشطار fission) لها قوة هائلة ، وتلك هي الطاقة المستخدمة في القنبلة الذرية . وفي ختام الفصل ، حاولنا أن نوضح أن الظواهر التي بلغت هذا الحد من الجدة ، والنظريات التي بلغ تنظيمها هذا الحد من الاحكام ، تقتضى فحصا جديدا للمثل الأعلى الذى يوجه الروح العلمية ، وتأكيدا « لقيم » التفكير العلمى المعاصر .

١ - المذهب الذرى الفلسفى :

من المفيد جدا أن ننتبع بايجاز تاريخ المذهب الذرى منذ المذهب الذرى الفلسفى حتى المذهب الذرى المعاصر ، مارين بالمرحلة الوسطى . وهى المذهب الذرى قبل العلمى - ونقول إن تتبع هذا التاريخ مفيد ، لأنه يطلعنا على تطور فكرة الفرض ، ويحدد بدقة الدور الذى تؤديه النظريات الكبرى فى العلم الحديث . ومثل هذا التاريخ . إذا كتب فى العصر الحديث ، فإنه يبين كيف ظهرت فكرة الذرة بالتدريج . وكيف استخدمت فى تفسير أكثر الظواهر تابينا : كالظواهر الكيميائية . وظواهر علم الطبيعة والكهرباء . وفى أيامنا هذه . ارتبطت الكيمياء الذرية بفيزياء جسيمية physique corpusculaire ، وظهرت فكرة « المنفصل le discontinu » بالتدريج بوصفها حقيقة عميقة توجد من وراء « الاتصال » البادى للظواهر .

ولكن إذا كان المجال لا يسمح لنا برواية تفاصيل هذا التاريخ . فحسبنا هنا أن نشير إلى أهم مراحله .

ففى القرن الخامس قبل الميلاد، أكد الفيلسوف العبقري ديمقريطس بصورة واضحة ، انفصال أشكال الوجود ، وكثرتها . فكل الظواهر فى رأيه ، ينبغى أن تفسر عن طريق فكرة جزيئات مادية تبلغ حدا هائلا من النضج ، لا تتغير أشكالها ولا تتجزأ (ومن هنا كان اسم الذرة atomos أى الجزء الذى لا يتجزأ) . وجميع هذه الذرات تتحرك فى فراغ مطلق . وعلى ذلك يكون الأساس الوحيد لتفسير الظواهر هو الهندسة التى تبحث فى الأشكال الذرية والميكانيكية التى تبحث فى حركاتها . وعليها هنا أن نلاحظ أن فكرة « الفراغ المطلق » ستظل على الدوام مرتبطة بالنظريات الذرية .

ولنلاحظ أيضا أن المذهب الذرى عند ديمقريطس هو صورة واضحة المعالم من صور مذهب حتمية الظواهر .

واقترح أببيقور (٣٢٠ - ٢٧٠ ق م) هذه الفكرة . وأدخل عليها تغييرا هاما : فقد عزا إلى الذرة قدرة على الانحراف دون أن تكون هناك علة خارجية لانحرافها ، ودون أن تصطدم الذرة بشئ . وقد أدى هذا الانحراف (clinamen) إلى إدخال نوع من اللاحتمية على حتمية ديمقريطس .

وأخيرا ، عرض لوكريس (٩٩ - ٥٥ ق م) فى قصيدته الشعرية الرائعة : « فى طبيعة الأشياء (de rerum natura) صورة عامة لفلسفة طبيعية تقوم على أساس مذهب أببيقور الذرى .

٢ - المذهب الذرى قبل العلمى :

عندما عاد المذهب الذرى إلى الظهور فى العصور الحديثة على يد جاسندى Gassendi (١٥٩٢ - ١٦٥٥) ، وعلى يد علماء الكيمياء فى القرنين السابع عشر والثامن عشر ، كان ظهوره دائما على صورة ضروب من الحدس الهندسى نستطيع اليوم أن ندرك مبلغ سذاجتها . والواقع أن المفكرين فى ذلك الحين لم يكونوا يترددون فى أن ينسبوا إلى الذرة كل المدركات الحسية المباشرة ، بحيث إن الصورة الخاصة

أفراط المادة تفسر إحساسات الذوق والرائحة واللون . وهكذا قيل إن ذرة البرد محبة ، لأن البرد قارس . ويصف الكيميائي نيكولاس ليميرى Nicolas Lémery (١٦٤٥ - ١٧١٥) تأثر الأحماض في الأجسام القاعدية بأنه أشبه باختراق الطرف المذهب في الأحماض لمسام القلويات . كذلك تصور الكيميائي هومبرج Homberg (١٦٥٢ - ١٧١٥) حين أراد أن يفسر تحول الزئبق إلى مسحوق زئبقى cinabre ، أن الدقائق الكروية للزئبق تتشقق بفعل النار ، مثل قشرة « القسطل » ، وتختلط كل هذه القشور المتشقة ، حتى « يصبح الزئبق جافا كالحجر » .

وهناك أمثلة عديدة للتفسيرات التي تلجأ إلى التشبيهات . ولا شك في أنه ليس لمثل هذه التشبيهات أية قيمة علمية ، بل إنها لا تصور لنا الظواهر تصويرا جيدا .

٢ - المذهب الذرى في الكيمياء :

كان العالم الإنجليزي دالتن (١٧٦٦ - ١٨٤٤) هو الذى استخلص النتائج العلمية الدقيقة لفرض ديمقريطس الخاص بالذرة التى لا تتجزأ . فإذا سلمنا بأن لكل مادة كيميائية بسيطة ذرة خاصة . ومن ثم فلها وزنها الخاص ، فلا بد أن تتجمع الذرات المتعددة كيميائيا تبعا لعلاقات محددة . وإذن فمن الممكن الوصول إلى براهين دقيقة عن صحة الفرض القائل بالذرة وذلك بمقارنة مقاييس وزنية .

وهكذا ينقلنا دالتن إلى عصر يصبح فيه الحدس الفلسفى فرضا علميا .

فلنعد إلى الأذهان إذن القوانين التى تبنى عليها الكيمياء الحديثة . وهى القوانين التى لا يكون لأى تعليم للكيمياء معنى بدونها :

١ - قانون النسب المحددة (قانون بروست Proust) ، ويؤكد

أن كل تجمع للذرات يتم في ظروف محددة بكل دقة . وهذا القانون هو ذاته نتيجة لفكرة عدم انقسام الذرة . فإذا اتخذ « مليار » من ذرات جسم معين . « مليار » من ذرات جسم آخر ، فإن النسب الوزنية تظل في هذه الحالة كما هي في حالة اتحاد ذرة من الجسم الأول بذرة واحدة من الجسم الثاني .

٢ — قانون النسب الكثيرة : تثبت التجربة أن المادتين الكيميائيتين يمكن أن تؤدي إلى نوعين متباينين من التركيب ، وفي هذه الحالة إذا وجدنا بين وزن معين في إحدى المادتين وبين أوزان من المادة الأخرى التي تتجمع مع الأولى بصورة مختلفة ، وصلنا إلى علاقات يعبر عنها بحاصل ضرب للتجمع الأبسط . وهذه الصيغة التي تبدو مجردة في الظاهرة — تصبح عظمة الوضوح إذا ما ترجمت إلى لغة الفرض الذري . ففي الحالة الأولى ، تتحد ذرة من المادة الثانية بذرة من الأولى ، وفي الحالة الثانية ، تتحد ذرتان أو ثلاث ذرات ، أو أربع ... من المادة الثانية ، بذرة « واحدة » من الأولى .

فإذا ما فكرنا مليا في هذا القانون الذي تقدمه إلينا التجربة ، اتضح لنا فوراً القيمة التفسيرية لفرض علمي منتج .

٣ — قانون ريشتر Richter : إذا اتخذ جسمان ، كل على حدة ، مع جسم ثالث ، فإن العلاقات الوزنية التي يكشف عنها التحليل في الحالتين تمكن من التعبير عن العلاقات الوزنية لتجمع هذين الجسمين . وهنا أيضاً نجد أن التعبير — الذي يبدو مجرداً في ظاهره — عن هذا القانون ، قد اتضح من تلقاء ذاته إذا ما ترجم إلى لغة الفرض الذري .

وعلى أساس هذه القوانين الثلاثة ، يمكننا أن نعزو إلى كل من العناصر عدداً يسمى بالوزن الذري . وبهذه الطريقة نحصل على قائمة من الأعداد النسبية عن التجمعات ، تبين العلاقات الوزنية التي تتحد العناصر الكيميائية فيما بينها تبعاً لها .

ولنؤكد هنا أن « الأوزان الذرية » التي نحمل عليها بهذه الطريقة ليست في حقيقة الأمر « أوزانا » ، وإنما هي « نسب » بين أوزان ، أى هي « أعداد مجردة » . ومن المحقق أن من أكبر مظاهر التقدم التي أحرزها العلم المعاصر ، الانتقال من هذه الأعداد المجردة المعبرة عن نسب ، إلى أعداد عينية تعبر بالفعل عن « وزن » الذرات .

٤ - فرض أفوجادرو Avogadro :

ونقطة البدء في هذا النجاح الكبير ترجع إلى الفرض الجريء الذي تقدم به عالم إيطالي في مستهل القرن التاسع عشر . فقد أعجب أفوجادرو بما تنسم به القوانين التي وضعها جيه لوساك Gay-Lussac عن تجمعات « أحجام » الأجسام في صورتها الغازية من بساطة هائلة . فبدلاً من العلاقة الوزنية المعقدة : ١ إلى ٣٥ مره ، وهي العلاقة التي تعبر عن اتحاد الهيدروجين بالكلور ، وجد « جيه لوساك » أن لترا واحداً من الهيدروجين يتحد بلتر واحد من الكلور ، فيؤدى ذلك إلى تكوين لترين من حامض الكلور هيدريك . ولما فكر « أفوجادرو » في هذه البساطة ، صاغ فرضه على النحو التالي : « إن الفرض الذي يخطر بالذهن أولاً ، بل الذي يبدو أنه هو وحده المقبول ، هو أن عدد الجزيئات المتكاملة في الغازات يظل دائماً دون تغيير إذا تساوى الحجم » .

وهكذا لا تكون للخواص الكيميائية التي تتميز بها الجزيئات الغازية أية أهمية في فرض « أفوجادرو » . ويمكن القول بأن هذا الفرض ينتمى إلى مجال علم الطبيعة لا الكيمياء . على أن العلاقة بين الكيمياء وعلم الطبيعة قد تعددت عن طريق فكرة تبعث الحيرة في معظم الأحيان في نفوس البتدئين ، وهي فكرة « الجرام الجزيئى Molecule - gramme » . فحجم الجرام الجزيئى هو الذى يشغله وزن م معبرا عنه بالجرامات ، على اعتبار أن م هي ذاتها الوزن الجزيئى - وهو بالنسبة إلى كل الأجسام ٢٢ لترا ونصف . (٢١ - الملاح)

ومن الواجب أن يبذل كل ذهن فلسفى جهدا لفهم هذه المعانى التى هى فى حقيقتها معقدة ، ولكنها تكون بالفعل الأساس الذى تبنى عليه الثقافة العلمية الأولية .

ومن المعلوم بالطبع أن أفوجادرو لم يتصور ، لا هو ولا معاصروه ، الوسائل الكفيلة بتحديد « عدد » الجزيئات التى يحتوى عليها حجم معين من الغاز . فظل « قانون » أفوجادرو يستخدم طوال قرن بأكمله ، على أساس هذا « الفرض » الأوحـد ، القائل بأن أعداد الجزيئات تكون واحدة بالنسبة إلى كل الأحجام المتساوية من الغازات المختلفة .

وتم هذا التحديد التجريبي العجيب لعدد الجزيئات التى يحتوى عليها لتر من الغاز فى مستهل هذا القرن عن طريق الجمع بين أساليب طبيعية وكيميائية . وكان ذلك على يد العالم الفرنسى الكبير « جان بيران Jean Perrin » (١٨٧٠ - ١٩٤٢) . فبعد أن درس « جان بيران » ظواهر عظيمة التباين ، مثل توازن المحاليل ، ووزقة السماء ، والحركة البرونية (١) ، وجد أن عدد الجزيئات التى يحتوى عليها جرام جزيئى يمكن أن يحدد ، بتقريب معقول ، بالمقدار 60×10^{23} . وأدت به دراسة الظواهر الأربع عشرة التى قام بها إلى نتائج تعادل هذا المقدار نفسه . ولنذكر أن عددا يوضع على صورة 10^{23} (أى عشرة أس ٢٣) عدد لا يمكن تخيله . وهذه الصورة التى اختار وضع العدد بها تمكن من فهمه ، ولكنها لا تمكن من تخيله ، وعلى ذلك فالعدد 60×10^{23} يمثل عدد جزيئات الغاز التى يحتوى عليها ٢٢ لتر فى ضغط ٧٦٠ سم ، وفى درجة الصفر . وذلك هو « عدد أفوجادرو » . ويتدخل

(١) حركة اكتشفها فى ١٨٢٧ عالم النبات برون Brown : فتمنما يفحص الرغ بالمجهر سائلا يعلق به غبار ، يجذبها الغبار يتحرك وتتقلب . وهذا التقلب ناتج عن اصطدامها بجزيئات السائل .

« عدد أفوجادرو » في تفسير ظواهر عديدة • وهو ، كما يقول علماء الطبيعة في أيامنا هذه ، من الثوابت الشاملة •

ويقسم الوزن الجزيئي ، معبرا عنه بالجرام ، على عدد أفوجادرو ، نحصل على الوزن الفعلي للجزيء الواحد ، ومنه نحصل على وزن مختلف الذرات •

وهكذا أصبح « فرض » أفوجادرو في خلال القرن التاسع عشر ، « قانونا » يستخدم في حل مسائل الكيمياء • وبتطبيق هذا القانون على تجارب متعددة ومتنوعة ، أمكن تحديد الوزن الحقيقي للذرة ، بوصفه « حقيقة » ملموسة ، وذلك فيما بعد ، أى في القرن العشرين • وهذا مظهر من أوضح مظاهر النجاح الذى أحرزته « الفزعة الواقعية » للعلم المعاصر • وسوف نرى أن هذه الفزعة الواقعية تزداد تأكدا عند دراستنا للفكرة الحديثة عن الجسيم •

٦ - فكرة الجسيم Corpuscule :

اتخذت الفكرة العلمية عن الذرة ، التى لعبت خلال القرن التاسع عشر دورا متزايدا في الكيمياء ، صورة جديدة بفضل جهود علماء الطبيعة • والحق أن فكرة الذرة قد فرضت نفسها على تفسير الظواهر الكهربائية ، وأدت إلى فكرة الجسيمات الكهربائية •

فلنستعرض إذن مختلف الجسيمات التى اهتمدى إليها العلم المعاصر ، وبذلك نقدم عرضا موجزا « للفلسفة الجسيمية » الجديدة •

الإلكترونون : يبعث انطلاق الشحنات الكهربائية في الفراغ أشعة سلبية • وفي أواخر القرن التاسع عشر أثبت علماء عديدون ، ومن بينهم « جان بيران » ، أن هذه الأشعة هى انبعاثات من جسيمات محملة بشحنات كهربية سالبة • وسميت هذه الجسيمات باسم « الإلكترونات » • وعن طريق فكرة الإلكترونون تم إدخال فكرة الذرة

في الكهرباء . ولقد أمكن تحديد كتلة هذا الجسم الكهربى وشحنته بدقة . وسوف تسفح لنا خلال هذا الفصل فرص توضيح أهمية هذا الجسم ، وإدراك ما يؤديه من دور في تقدم النظريات (الكيمياء الإلكترونية ، الميكانيكا التجمعية) ، وكذلك في أشد المستحدثات العلمية تبانيا (كالأغلايا الضوئية الكهربائية ، وصناعات المذياع ، والتلفزيون ، والآلات الحاسبة) . ولا شك في أن العلم المعاصر المعروف باسم السير نطقا *Cybernétique* ، ما كان ليجد لولا العلم الإلكتروني . وهكذا أثبت الإلكترون وجوده بالفعل في ميدان الصناعة - وهذا ما يتضح للمرء جليا إذا اطلع على مؤلف كتبه أحد المهندسين واسمه زلبشتين *Zeibstein* ، وهو « التطبيقات الصناعية للمقاييس الإلكترونية (١) » .

ولكن ، لنعد إلى عرض الجسيمات الجديدة في علم الطبيعة واحدا بعد آخر .

البروتون : لم يستغرق العلم زمنا طويلا في البرهنة على أن الإلكترون جسيم يدخل في تركيب المادة . فكل الذرات الكيميائية تحتوى على إلكترونات . ولكن الذرات الكيميائية متعادلة من الوجهة الكهربائية : فلا بد إذن أن هناك جسيما آخر « يعوض » الطابع السلبى للإلكترون . ذلك الجسم الآخر المشحون بطاقة موجبة هو البروتون .

ولقد كان يُظن أولا أن البروتونات هى المكونات الحقيقية لكل الذرات الكيميائية ، وهذا ما يعبر عنه بالقول بأن المادة ذات طبيعة كهربية فى أساسها .

وعن طريق هذه الجسيمات توصل العلماء إلى مذهب ذرى أعمق .

(١) «Applications industrielles de mesures électroniques»
Editions de Montligeon, 1950.

فلم تعد ذرات الكيمياء « أجزاء لا تتجزأ » بالمعنى الصحيح . بل إن الأساليب التكنيكية الكهربائية استطاعت تحطيم ذرات الكيمياء . وهنا يجب أن نحذر من الفكرة التي تخطر بسهولة على الأذهان ، والمقابلة بأن هناك وسائل أخرى تستطيع تحطيم الإلكترونات والبروتونات بدورها . فليس أبعد عن الفلسفة العلمية السليمة من استخدام الخيال لاستباق الشروط الفعلية التي تثبت فيها صلاحية العلم .

وأكثر من ذلك ، فإن فكرة الإلكترون لم تتعارض مع مفارغ علماء الكيمياء ، بل كانت على العكس من ذلك سببا في ازدهار الكيمياء ازدهارا ملحوظا . ولكي نمطى القارىء فكرة عن تعاون علمي الطبيعة والكيمياء المعاصرين ، ينبغي علينا أن نرجع خطوة إلى الوراء ، ونعرض بسرعة لأحد الآراء التركيبية الكبرى عن مجموع الظواهر الكيميائية .

٧ - قائمة مندليف :

منذ بداية عهد الكيمياء الكلاسيكية في القرن التاسع عشر ، حاول « فوركروا Fourcroy » و « تينار Thénard » ، ثم « ديماس Dumas » في ١٨٢٨ أن يصنفوا العناصر الكيميائية إلى عائلات . غير أن تصنيفاتهم أضفت أهمية مفرطة على خصائص خاصة ، إلى أن جاء كيميائى روسى ، هو مندليف Mendéléeff ، فاقترح في سنة ١٨٦٩ تصنيفا منهجيا مبنيًا على فكرتين أساسيتين : الوزن الذرى ، والتكافؤ الكيميائى . فالأوزان الذرية تزداد منذ الهيدروجين (ووزنه الذرى ١.٠٠٨) حتى الأورانيوم (ووزنه الذرى ٢٣٨.٠٧) . أما من حيث التكافؤ الكيميائى ، فإن هذا العدد يتكرر ظهوره دوريا إذا ما سرنا حسب ترتيب الأوزان الذرية . وهكذا رسم « مندليف » قائمة مربعة صنف فيها كل العناصر الكيميائية المعروفة في زمانه إلى سطور وأعمدة ، بحيث توضح الأعمدة العناصر ذات التكافؤ الواحد (وبالتالي ذات الخواص الكيميائية المتقاربة) .

على أن مندليف . لما أَرَادَ الوصول إلى تحديد أعمدة تنتمي إلى عائلة كيميائية واحدة على هذا النحو ، اضطر إلى ترك « خانات » خالية ، بل اضطر . مرتين أو ثلاثا ، إلى قلب النظام الذي تحدده الأوزان الذرية المتزايدة بالتدريج ، مما ينطوي على مخالفة لمبدأ قائمته ذاته . وهكذا كانت هذه الطريقة تعطى انطبعا بأنها عشوائية . ولكن « مندليف » أكد أن هذه « الخانات » الخالية تحدد مكان عناصر مجهولة ، ولم يتردد في تقديم بعض الإيضاحات المتعلقة بخواص هذه الأجسام المجهولة . ومنذ ذلك الحين حتى أيامنا هذه ، أخذت فراغات « القائمة الدورية » تملأ سنة بعد أخرى ، وتحققت نبوءات « مندليف » . والحق أن قائمة « مندليف » — بما أدخل عليها من تعديلات قليلة — تعد ، في أيامنا هذه ، حقيقة من أروع الحقائق في ميدان فلسفة المادة .

وهناك الموضوع الذي يظهر فيه دور الإلكترون في تصنيف مندليف .

إن حالات التكافؤ الكيميائي تتدخل في ظواهر التحليل بالكهرباء (قوانين فارادى) . وما دامت حالات التكافؤ هذه على صلة بالكهرباء فلا بد أنها على صلة بالإلكترونات ، وهكذا أصبحنا نشهد ظهور كيمياء إلكترونية ، لا كيمياء كهربية . والحق أن كل نوع من الذرة يحتوى على عدد مميز من الإلكترونات . والترتيب الحقيقى الذى وضعه « مندليف » هو ترتيب « إلكترونى » . فالكيمياء الحديثة فى حاجة إلى مفهوم جديد ، وهو مفهوم « العدد الذرى » (أى عدد الإلكترونات التى تحتوى عليها الذرة الواحدة) . والعدد الذرى : لا الوزن الذرى ، هو الذى يصلح متغيرا أساسيا يبنى عليه ترتيب مندليف . فإذا كان مندليف قد استطاع تحديد قائمته بطريقة صحيحة إلى حد ما ، رغم جهله بهذه الفكرة ، فإنما يرجع ذلك إلى أن الأوزان الذرية والأعداد الذرية تتزايد ، فى وقت واحد ، فيما عدا استثناءات قليلة ، هى بعينها الاستثناءات التى تركها مندليف « اعتبارا » مخالفا بذلك مبدأه الخاص .

وعلى ذلك فجميع العناصر الكيميائية تتميز بالعدد الذرى البذى
يتراوح ما بين « ١ » فى حالة الهيدروجين و « ٩٢ » فى حالة
الأورانيوم (وسنرى فيما بعد كيف أمكن تصور عناصر « بعد
الأورانيوم » ، لها أعداد ذرية أعلى منه) .

ولكن ، ما دامت الخواص الكيميائية للعناصر المختلفة تعود إلى
الظهور « بطريقة دورية » ، على حين أن الوزن الذرى يزداد بطريقة
منتظمة ، فلا بد أن نتصور « تنظيما دوريا » للإلكترونات المتجمعة
فى الذرة الخاصة . وهكذا فرضت على الأذهان فكرة « الطبقات »
المتعاقبة من الإلكترونات فى تركيب الذرات . فقائمة مندليف لها
ثمانية أعمدة . وطبقات الإلكترونات فى الذرة لا يمكن أن تحتوى
على أكثر من ثمانية إلكترونات . فعندما تحتوى طبقة على ثمانية
إلكترونات تكون كاملة . أما الطبقات غير الكاملة فإليها ترجع الخواص
الكيميائية . على أن التجمعات الكيميائية تتجه إلى تكوين طبقات
ذات ثمانية إلكترونات ، بأن تجمع فى طبقة واحدة إلكترونات
طبقتين سطحييتين غير كاملتين من العناصر المكونة .

وهكذا نرى كيف نتجه أشد الظواهر اختلافا فى العلم الحديث
نحو نقطة واحدة . وسنأتى لهذا التقارب ببرهان آخر كفىل بليضاح
القيمة التركيبية للتفكير العلمى الحديث .
فمن الخواص المميزة للأجسام الكيميائية ، خاصة « الأطياف
المضيئة » ، أعنى مجموع الألوان الضوئية التى يكشف عنها التحليل
الطيفى فى إشعاع مادة وصلت إلى حالة التوهج .
وهذه الألوان الضوئية ترتبط بتغيرات فى تركيب طبقات
الإلكترونات ، وعن طريق تفسير الصيغة الرياضية التى توضح توزيع
ألوان طيف الهيدروجين (صيغة بالمر Balmer) تمكن العالم
الدنمركى « نيلز بور Niels Bohr » (المولود فى ١٨٨٥) (١) من

اختراع « الكيمياء الكمية . chimie quantique » وعلى يد « بور »
بدا عهد جديد في العلم ، له أهمية فلسفية كبرى ، ما دامت كل
الأبحاث المتعلقة بالمادة ، والطاقة ، والضوء (أو بوجه عام ،
المتعلقة بالأشعة تحت الحمراء ، وفوق البنفسجية ، وأشعة إكس)
قد اتسقت كلها في نظرية جديدة .

ونظرية « بور » في مسورتها الأولى ، تنسب إلى الإلكترونات
في الذرة حركات حول النواة : فالإلكترونات ترسم مدارات كتلك التي
ترسمها الكواكب حول الشمس ، ومن هنا كان اسم « النموذج
الكوكبي » الذي أطلق على نظرية « بور » . غير أن هذه الحركة
الكوكبية ليس لها أى أثر خارج الذرة . ولا يؤدي الإلكترون إلى
حدوث ظاهرة إلا إذا تغير مداره فجأة ، وذلك هو ما سمي « بالوثبة
الكمية Saut quantique » . هذه الوثبة الكمية تطلق كمية من
الطاقة Quantum هي بعينها كمية الطاقة التي نجدها في الإشعاع ،
والمقصود « بالكمية كطاقة » مقدار محدد من الطاقة لا يكمن تجزئته .
وإذن فالطاقة لا تتغير دائما بطريقة مستمرة .

وهكذا أدخل « بور » في النظرية الذرية الكيميائية فكرة الطاقة
التي اقترحها العالم الألماني « مكس بلانك Max Planck » قبل
ذلك بعشر سنوات — ومن هنا أصبحنا نشهد تقاربا جديدا لخطوط
تطور الفلسفة العلمية . وعلينا أن نعود إلى المصدر الأصلي لفهم
هذه الفكرة الجديدة كل الجودة . وأعني بها فكرة « كمية
الطاقة Quantum d'énergie » .

٩- كمية الطاقة Le quantum d'énergie :

كانت الصيغ الرياضية التي اقترحت في أوائل القرن التاسع عشر
لتفسير ظواهر الإشعاع العامة متناقضة تناقضا تاما . حتى « البرنسوم
البيانية » التي تمثل نتائج التجربة تمثيلا حسيا . ونظروا إلى أن

النظريات الحديثة ليست مجرد وسائل للتعبير ، كما قيل أحيانا ، بل تستخدم بالفعل للتفكير ، فإن وجود مثل هذا التناقض الواضح بين الصيغ النظرية والرسوم البيانية التجريبية يقتضى تمديدا شاملا للأسس النظرية .

ولكن فى أى مستوى من العمق كان ينبغى العمل ؟ لم يتردد « ماكس بلانك » فى صبغ الطاقة بصبغة ذرية ، أى فى تسجيل الانفصال فى فكرة تخضع لحدس الاتصال خضوعا واضحا . فأى شئ يبدو أكثر اتصالا من تغيرات الطاقة التى تعبر عنها قوة شديدة صيغتها $\frac{1}{2} h \nu$ (١) ألا تتغير هذه الطاقة على نحو « متصل » ، كالتغير المتصل فى السرعة ، التى يمكن أن تكون لها « كل » القيم فيما بين سرعتين ؟

هذا القول الغريب بنوع من « الانفصال » فى الطاقة قد أتاح لبلانك أن يقضى تماما على التعارض بين النظرية والتجربة فى مجال الإشعاع . فكمية طاقة الإشعاع يعبر عنها بالصيغة اليسيرة $E = h \nu$ (حيث ν هو جزيء الطاقة ، و E هو التردد frequency) . و h ثابت أصبح يسمى بثابت بلانك () .

وثابت بلانك ضئيل جدا ($h = 6.625 \times 10^{-34}$ إرج / ثانية . حيث يعنى الأس السالب إمكان الحصول على قيمة h بأن نقسم 6.625 على القوة السابعة والعشرين للمعد ١٠) .

ولقد أصبح لثابت « بلانك » دور فى أشد مجالات علم الطبيعة والكيمياء تباينا . فهو من الثوابت الشاملة ، مثله فى ذلك مثل ثابت « أفوجادرو » بل إن فى استطاعتنا أن نقول بأنه هو العلامة المميزة لكل ظواهر علم الطبيعة . كذلك يصدق قانون الانفصال

(١) أى نصف حاصل ضرب الكتلة فى مربع السرعة (المترجم) .

في الطاقة ، كما صاغه بلانك على الإشعاع ، على المادة في صورتها الذرية .

إن من واجب العقل الفلسفي أن يتدبر ملياً في مدى خصوبة ودقة هذا المركب المتسع ، الذي يجمع الضوء والمادة معاً في قانون مشترك .

فعندما يقفز إلكترون من مدار إلى آخر في الذرة ، يحدث تغير كمي في الطاقة . ولكن هناك أسباباً أخرى لتغير الطاقة في الديناميكا الإلكترونية . وهكذا ينتهي المرء إلى تحديد تغيرات الطاقة في الذرة تحديداً كيمياً . وللقيام بعملية « التحديد الكمي » هذه بما لها من أوجه متعددة تنسب أعداد كمية إلى مختلف الحالات التي تتعرض للتغير السريع .

ولقد تبين ضرورة استخدام أربعة أعداد كمية *nombres quantiques* لتفسير كل تفاصيل ظواهر الطيف . كما ظهرت معان تدور حول فكرة الطاقة وفرضت نفسها على الباحثين ، مع أنها لم تخطر ببال أحد في بادئ الأمر . فمثلاً اضطر الباحثون إلى أن ينسبوا طاقة محورية *énergie de pivotement* إلى الإلكترون ، يحدد لها عدد كمي خاص ، هو الذي يطلق عليه أولنبك *Uhlenbeck* وجوند سمث *Gondsmith* اسم « شبين Spin » .

ولقد أمكن التوصل إلى تحديد « الشبين » هذا بعد تنظيم نظري قوى قام به العالم الانجليزي « ديراك *Dirac* » . فقد بدأ « ديراك » بأبحاث رياضية مجردة إلى أبعد حد ، ثم أدرك أنه من الضروري إيجاد تماثل كامل بين عنصر في الحساب وبين دوران الإلكترون حول ذاته . وهكذا تم على يد « ديراك » تحقيق تعاون متبادل بين المبادئ العقلية للميكانيكا الكمية ، وبين التحديدات التجريبية .

وفضلا عن ذلك ، تخضع الأعداد الكمية الأربعة التي يتميز بها الإلكترون لمبدأ غريب ، تتأيد صحته في كل الأحوال التي ينظر فيها إلى الإلكترون داخل نسق منظم (كما في إحدى الذرات أو إحدى الجزيئات مثلا) . فعندما تكون عدة إلكترونات أجزاء من « تنظيم واحد » (أى عندما يكونون داخل ذرة واحدة مثلا) فليس لنا أن ننسب إلى الإلكترونين نفس المجموعة من الأعداد الكمية الأربعة . إذ ينبغي أن يختلف واحد على الأقل من الأعداد الأربعة المميزة للإلكترون عن الأعداد الأربعة المميزة للإلكترونات الأخرى . وهذا هو مبدأ الاستبعاد «principe d'exclusion» الذي حدده « باولي » « Pauli » .

هذا المبدأ ، الذي لا يدرك المرء له سببا منطقيا ، يفرض على كل النظريات في علم الطبيعة الذرية . وهو يصلح مثلا لمبدأ يتحقق بعديا *a posteriori* عن طريق التجربة ، ولكنه لما كان يصدق « دون أى استثناء » في علم الطبيعة الكمية ، ففى استطاعتنا أن نصفه بأنه مبدأ عقلى في تنظيم علم الطبيعة الذرية .

١١ — الأثر الضوئى الكهربى (*) :

عندما تصدم حزمة من الأشعة المضيئة أو من الأشعة فوق البنفسجية سطحاً معدنيا ، تخرج إلكترونات من المعدن . وهذا ما يسمى بالظاهرة الضوئية الكهربائية ، وهذه الظاهرة هي التي تتجلى في الخلايا الضوئية الكهربائية التي تستخدم — ضمن ما تستخدم فيه — في بحث حركات آلية معينة ، وتلعب دورا هاما في التلفزيون وفي قياس الكثافة الضوئية .

(*) ملحوظة للمترجم : في النص الفرنسى خطأ مطبعى ترتب عليه ترقيم هذا القسم برقم ١١ بعد القسم السابق رقم ٩ مباشرة . وقد احتفظنا بهذا الترقيم على ما هو عليه ، حتى لا تختلط الاشارات ، واكتفينا بالتنبيه إلى هذا الخطأ .

فإذا ما درس المرء هذه الظاهرة الضوئية الكهربائية بإمعان ، تبين له أن انبعاث الإلكترونات لا يحدث إلا لأشعة يتجاوز تردد موجاتها قدرا معينا - فهناك عتبة لا يمكن دونها أن يحدث أى ضوء ، أى تأثير ضوئى كهربى ، مهما كانت كثافة هذا الضوء .

وفى مقابل ذلك نجد أن أى ضوء ، مهما قلت كثافته ، يؤدى مباشرة إلى خروج الإلكترونات إذا كان يتجاوز هذه « العتبة » . فإذا ظل المرء يسلم بأن الطاقة الضوئية تنتشر بصورة مطردة على سطح الموجة بأسرها ، فلن يتسنى له أن يفهم كيف أن ضوءا بلغ مثل هذه الدرجة من الضعف فى كل نقط الموجة يكفى لانتزاع الإلكترونات من المعدن . وإذن يجب أن نفترض أن الطاقة الضوئية تتكاثف فى « نقط معينة » من سطح الموجة . وعلى ذلك فالظاهرة الضوئية الكهربائية تقتضى وجود حبيبات للطاقة الضوئية وجسيمات للضوء .

١٢ - الفوتون :

كان ألبرت أينشتين أول من أدرك هذه الضرورة . وقد قدم إلينا الصيغة الأساسية الآتية لهذه الظاهرة :

$$h\nu = \frac{1}{2}mv^2 + \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{2} \right) h\nu$$

وهى صيغة يسهل فهمها على أنها تطبيق لجداً بقاء الطاقة على $h\nu$ (حاصل ضرب ذبذبة الضوء ν فى ثابت بلانك h) . إن $h\nu$ هو طاقة جسم الضوء . وعندما تصطدم هذه الطاقة بالمعدن ، نستخدم فى انتزاع الإلكترون من المجال الكهربى الذى يوجد فيه (الطاقة = $h\nu$) وفى إعطاء الإلكترون القوة الكبيرة $\frac{1}{4}h\nu$ حيث h كتلته و ν سرعة خروجه .

وتسمى كمية الطاقة المضيئة (quantum) فى هذه الحالة بالفوتون . والفوتون هو الجسيم فى كل إشعاع . فهناك فوتونات

لائسمة إكس ، وفوتونات اللأسمة تحت الحمراء ، وفوتونات للأسمة
هزتر .

وللفوتون خواص تختلف عن خواص جسيمات المادة . فبينما
يكون « الشبين » spin لمختلف جسيمات المادة هو $\frac{1}{2}$ ، فإن
« الشبين » لمختلف الفوتونات هو « واحد صحيح » . والكتلة التي
تنسب إلى الفوتون أقل بكثير من كتلة الإلكترون ، أى أنها كتلة تكاد
تكون منعدمة .

١٢ - الميكانيكا التمجية :

وهى مذهب يدعو إلى الدهشة ، طرأ لأول مرة منذ ربع قرن ،
على ذهن لوى دى برولى Louis de Broglie .

ولقد كان تفكير « لوى دى برولى » فى البداية فلسفيا بحق . ذلك
لأن أينشتين . حين وضع النظرية التى شرحناها منذ قليل ، كان قد
قرر « ثنائىة » مذاهب علم الضوء : إذ أن الظاهرة الضوئية
الكهربية إذا كانت تقتضى تفسيراً جسيماً ، فإن علم الضوء الكلاسيكى
كان يدرس ظواهر تقتضى القول بالنظرية التمجية (كظاهرة
التداخل) . وبعبارة أخرى ، فإن نوع التفسير الذى كان ينبغي
الأخذ به . أعنى التفسير الجسمى أو التمجى ، يختلف باختلاف
الظواهر الضوئية الخاصة .

على أن « لوى دى برولى » قد تساءل : أليس من الأقرب إلى
الروح الفلسفية أن نكرر الثنائية نفسها بالنسبة إلى الجسم الكهربى .
أى بالنسبة إلى الإلكترون ؟ ذلك لأنه قد عرفت عن الإلكترون
خواص « جسيمية » عديدة ، فلم لا تكون للإلكترون خواص تمجية
أيضاً ؟

ولقد تجلت عبقرية « لوى دى برولى » فى صياغة هذا الرأى

الفلسفى فى معادلات • فهو يعرف مبدئيا الخواص التموجية للإلكترون ، ثم يؤلف بين هذه التعريفات فى فرض نظرى ضخم • هو الميكانيكا التموجية •

ولقد قطع ذلك العالم الفرنسى شوطا بعيدا فى بيان التوازى بين الميكانيكا المعتادة ، التى تدور حول المحرك المادى ، وبين الميكانيكا التموجية ، وكشف فى ذلك عن التناظر بين مبدأ « Fermat » (القائل بأن الضوء يسير بين نقطتين فى المسافة التى تستغرق أدنى حد من الزمان) وبين مبدأ موبرتويس Moubertuis (القائل إن المحرك المادى ، بين نقطتين ، يتبع دائما المسافة التى يبلغ تفاوت التأثير بالنسبة إليها حده الأدنى) •

وبعد ذلك بعامين ، كشف عالمان أمريكيان هما دافيسون Davisson وجيرمر Germer عن ظواهر التموج التى تنبأ بها « لوى دى برولى » • فال موجات المرتبطة بالإلكترون تؤدي ، شأنها شأن الموجات الضوئية ، إلى حدوث تداخلات •

وهكذا تجددت فى عام ١٩٢٧ ، بالنسبة إلى الإلكترون ، ثنائية الموجة - الجسيم ، التى ثبتت فى عام ١٩١٧ بالنسبة إلى الضوء • وسرعان ما عرفت الأساليب التكنيكية التى تمكن من استغلال هذه البكشوف النظرية والتجريبية • فاستخدمت الموجات الإلكترونية مثلما تستخدم الموجات الضوئية فى المجهر التقليدى •

على أنه ينبغى بالطبع ، ألا نتصور المجهر الإلكتروني على مثال المجهر المعتاد ، بل إنه يبدو جهازا آليا كهربيا معقدا •

ولا تنف الميكانيكا التموجية عند حدود ما يبدو أنه القوة الدافعة الأولى لها (أى الإلكترون) ، بل إننا نضادف الظواهر التموجية فى كل الحركات السريعة للجسيمات • فالميكانيكا التموجية لا تقتصر على دراسة الموجات الإلكترونية ، بل تدرس أيضا الموجات المادية (أى الموجات المرتبطة « بكل » العناصر الجسيمية فى المادة) • ومثال ذلك ، صنع مجاهر بروتونية •

ولا شك في أن قوة التكبير التي توصل إليها هذه الأجهزة الجديدة أعظم بكثير من الجاهز المعتادة . وهكذا تمكنا « الموجات المادية » من ملاحظة تركيب المادة ملاحظة أدق .

ولقد تردد الناس وقتها ما في بحث طبيعة الموجات المادية ، وكانوا في ذلك متأثرين بالفكرة التقليدية القائلة بموجات ضوئية يتصورونها — نقلا عن فريسل Fresnel — على أنها انبعاث لحركة متذبذبة في وسط مرئي (هو الأثير في علم الضوء التقليدي) . ومن هنا كان القول بموجة مرشدة onde pilote توجه جسم الضوء . ولكن سرعان ما أدرك العلماء أنه لا يوجد ما يبرر ذلك الطابع انواقى الذى نسب سذاجة إلى الموجات . وهكذا انتهوا إلى تحديدها « احتماليا » . وعلى وجه الأجمال فإن كثافة الضوء ترجع إلى عدد الفوتونات الماثلة في منطقة من الموجة . وهذا العدد يتفاوت تبعاً « لاحتمال » وجود فوتونات . فالموجة التى افترضها « لوى دى برولى » هى توزيع لاحتمال وجود الفوتونات على المكان . وهكذا يتضح أن فكرة الاحتمال هنا أساسية .

١٤ - مبدأ هيزنبرج :

وإذا نريد أن الارتكان إلى « صور » للموجة كان في بداية الأمر ينم عن كثير من التسرع . ولذا دعنا عالم الطبيعة الألماني هيزنبرج Heisenberg إلى تنظيم المفاهيم المعروفة في مستوى الظواهر المدروسة في العمل ذاته . فما كشفت عنه دراسة الأطياف الضوئية ، هو وجود فروق في الطاقة بين حالتين لذرة واحدة . ويمكن مقياس تحليل الطيف من وضع جدول للحدود يشير فيه كل حد إلى حالة ممكنة من حالات الطاقة . وبعد ذلك ينبغى أن يحسب حساب للاعتبارات الاحتمالية ، التى توضح احتمال الانتقال من حالة إلى أخرى . ويمكن قواعد التجمع (التى تمنع من القيام بتجمعات معينة اعتقاداً إلى مبادئ مختلفة) من الاهتمام إلى القوانين الضوئية

للقياس الطبقي . وكلما زادت المناهج دقة ، زاد نجاح هذا المنهج في التفسير .

وفي ظل هذا المثل الأعلى نفسه للظاهرة الخالصة *phénoménisme pur* وضع « هيزنبرج » مبدأ أصبح أساسيا في علم الطبيعة لاذرية ، هو مبدأ اللاتعين . غفى رأى هيزنبرج أنه ليس للمرة أن يدخل في علم الطبيعة إلا أفكارا يحددها عن طريق تجربة إيجابية (١) . فعندما يتحدث المرء مثلا عن موقع الإلكترون في نسق ، يجب أن يحدد تجربة لتعين هذا الموقع . فهل يمكن أن تؤدي هذه التجربة إلى نتيجة دقيقة بمعنى مطلق ، دون أى لا تعين ؟ كلا ، فمثل هذه التجربة تجرى على فوتون ، أى على جسيم « متحرك » . وعممة تجربة تحديد الموقع هي أن تعين اصطدام الفوتون بالإلكترون . وعلى ذلك فالإلكترون سيتحرك المكان الذى حاولنا أن ننسبه إليه ، وهكذا يكون من المحال الوصول إلى تحديد مطلق .

ومثل هذه الاستحالة نصادفها لو حاولنا تحديد حركة الإلكترون بقياس كمية حركته ، وهو ما يشيع تسميته « بعزم الحركة *moment* (العزم = الكتلة في السرعة : $P = m v$) » .

وأخيرا أكد « هيزنبرج » وجود « لا تعين تكميلي » بين المعلومات الهندسية والمعلومات الديناميكية . ويمبر عن مبدأ اللاتعين عند هيزنبرج على النحو التالي :

$$\Delta X \times \Delta P \geq h$$

حيث ΔX هي الخطأ في المكان ، ΔP هي الخطأ في عزم الحركة ، h هو ثابت بلانك ، فإنقاص ΔX يعنى زيادة ΔP والعكس بالعكس .

وهكذا يتبين لنا أن أساس مقاييس علم الطبيعة الذرية يفتقر إلى التحديد . ولهذا كان يطلق على مبدأ اللاتعين اسم آخر . هو مبدأ اللاتحدد *Indeterminisme* .

(١) ان لم يكن ذلك في تجربة فعلية ، فعلى الأقل في تجربة التفكير الذى لا يتعد أبدا عن المعنى التجريبي للأفكار .

على أن مبدأ اللاتيقن هذا (أو مبدأ اللاتمين) لا ينبغي أن يفهم بمعنى يدل على التحقير . فهو في الحق يمكن من الربط بين عدد كبير من الظواهر . والحقيقة أنه أساس لعلم الطبيعة الذرى . وفي وسعنا أن نعدده - من نواح عديدة - إحدى « مصادرات » الميكانيكا الكمية .

كذلك ينبغي الحذر من استخلاص نتائج فلسفية منه تتجاوز مجال تطبيقه (وهو علم الطبيعة الذرى) . فعندما نكون إزاء أجسام في مستوى ملاحظتنا العادية ، يكون من الخطأ تطبيق مبدأ اللاتمين عليها . فكتلة هذه الأجسام أكبر من أن تضطرب مواقعها بسبب حركات الموجات المكتشفة (ولو كانت هذه الكتلة لا تتجاوز عدة مليجرامات) .

ولنلاحظ أخيرا أنه لو كان ثابت بلانك $h =$ صفرا ، لأمكننا الوصول إلى أقصى حدود الدقة ، سواء في التحديدات المكانية أو في التحديدات الحركية . فثابت بلانك h يمثل هنا ، كما في سائر الميادين ، البعد الذى يفصل بين الطبيعة في مجالنا وبين الطبيعة الذرية . وفي مبدأ الأمر كان تطور كل من الميكانيكا التجمعية (عند لوى دى برولى) وميكانيكا القوائم الكمية *matrices quantiques* (عند هيزنبرج) مستقلا عن الآخر . ولكن سرعان ما أثبت « شرودنجر » *Schrödinger* إمكان التعبير عن نظريات العلم الأول بناء على نظريات الثانى ، والعكس بالعكس . وهكذا نهتدى مرة أخرى إلى ذلك التقارب فى النظريات ، الذى يبين لنا أن وحدة العلم تظل هى المثل الإيجابى الأعلى للروح العلمية .

١٥ - النشاط الإشعاعى :

كان من نتيجة حرصنا على تتبع سلسلة من الحوادث تتميز بالترابط المحكم ، وتبلغ فى ذلك حدا قل أن نجد له شيلا فى بحث العلم الحديث فى المسادة . أن تركنا جانبا كسفا كبيرا ظهر فى نهاية القرن الماضى ، وهو كشف تتأكد خصوصيته من يوم إلى آخر ، وأعنى به النشاط الإشعاعى .

وسنوضح باختصار كيف أتاح لنا النشاط الإشعاعي توسيع نطاق معرفتنا بالمادة ، وأسهم في وضع أسس علم جديد ، هو الفيزياء النووية .

ففي نهاية القرن التاسع عشر ، لاحظ هنري بكرل H. Becquerel (١٨٥٢ — ١٩٠٨) أن مواد معينة (أملاح الأورانيوم) تنطلق في اللوحات الفوتوغرافية في الظلام التام . وقد تمكن « بيير كوري » (١٨٥٩ — ١٩٠٦) وماري كوري (١٨٧٦ — ١٩٣٤) ، بعد دراسة منهجية لهذه الإشعاعات الغامضة ، من عزل مادة أنشط بكثير من الأورانيوم ، هي الراديوم .

وسرعان ما أصبحت تنسب إلى النشاط الإشعاعي صفتان أساسيتان :

١ — أن قوة الإشعاع لا يمكن زيادتها أو إنقاصها بأية وسيلة . فمن العبث مثلاً أن تسخن المادة ذات النشاط الإشعاعي أو تبردها ، أملاً في تغيير نشاطها الإشعاعي .

٢ — والإشعاع في حالة الراديوم بطيء : فقد تبين بالحساب أنه

لا بد من مرور ١٥٩٠ سنة حتى يفقد نصف ذرات الراديوم الذي نلاحظه نشاطه الإشعاعي . وبعد فترة قصيرة أمكن عزل عناصر مشعة أخرى (الثوريوم thorium والأكتينيوم actinium والبولونيوم polonium) . وحد الوقت الضروري لكي يفقد نصف المادة في كل من هذه العناصر ، قوته الإشعاعية . وسميت هذه الفترة الزمنية ، بالنسبة إلى كل مادة ، باسم « متوسط الحياة » . ولكن يجب الحذر من أن ننسب إلى هذه التسمية معنى يذكّرنا — من قريب أو من بعيد — بفكرة الحياة ، ففي هذا أكبر قدر من الخطأ . والواقع أننا هنا بإزاء تناقض له قدر ملحوظ من الثبات . وليست له أية صفة من صفات ظواهر الحياة . ويبلغ هذا التناقض حداً من الانتظام أوحى إلى البعض باتخاذ « مقياساً للزمن » يمكن أن يناهض المقياس الفلكي . ولكن ، ما قوام هذا الإشعاع ؟

أمكن منذ البداية تمييز ثلاثية أنواع من الأشعة ، رمز لها في بادئ الأمر (عندما لم تكن طبيعتها قد عرفت بعد) بالحروف الثلاثة الأولى من الأبجدية اليونانية :

١ - أشعة « ألفا » α ، لآتى قد تنحرف في اتجاه (كاليسار مثلا) بواسطة مجال مغناطيسى .

٢ - أشعة « بيتا » β التى تنحرف بواسطة هذا المجال ذاتها إلى اليمين .

٣ - أشعة « جاما » γ ، وهى لا تنحرف .

ولقد تبين أولا أن أشعة بيتا β لم تكن سوى سيل من الإلكترونات ، ثم تبين أن أشعة ألفا α تتكون من ذرات من الهليوم حطلتها الكهرباء . أما أشعة جاما فهى إشعاع من نوع الضوء المنتشر الذى تزيد جذبته عن ذبذبة أشعة إكس . فهو تيار من فوتونات خاصة . هى فوتونات جاما .

وأخيرا أدرك الباحثون أن هذه الأشعة الثلاثة لا يرجع مصدرها إلى المناطق السطحية للذرة ، وإنما تأتى من منطقة أعمق ، هى نواة الذرات نفسها . وبعبارة أخرى ، فالنشاط الإشعاعى لا يتعلق بالعلم الكيميائى بالمعنى الصحيح ، بل هو الفصل الأول فى علم جديد ، هو علم الطبيعة النووى .

والواقع أن الطبيعة النووية هذه لم تتطور إلا عندما أمكن إثارة ظواهر فى هذا الجزء المركزى للذرة ، أى النواة . ومع ذلك فأبعاد هذه النواة ضئيلة جدا إذ أن قطرها يتراوح بين 10×10^{-13} سم فى حالة الهيدروجين ، وبين 10×10^{-12} سم فى حالة الأورانيوم . والنواة بدورها جسم معقد ، ويسلم الباحثون اليوم بأنها تتكون من نوعين من الجسيمات : البروتون والنيوترون . والنيوترون جسم جسيم كتلته تقرب من كتلة البروتون ، ولكن ليست له شحنا كهربية كالبروتون . فهو محايد من الوجهة الكهربية ، ومن هنا كان اسمه (١) .

(١) نيوترون Neutron من neutre أى محايد (المترجم)

ولقد كشفه عالم الطبيعة الإنجليزي تشادويك Chadwick في ١٩٣٢ .
وهناك فرض له أهمية فلسفية كبرى ، يفسر ظواهر عديدة .
وينحصر هذا الفرض في القول بإمكان تحول بروتون إلى نيوترون ،
والعكس . وفي هذه الحالة تجمع البروتونات والنيوترونات تحت
اسم عام هو « النويات nucleons » ، ويقال إن هذه النويات يمكن
أن تتخذ حالتين : الحالة البروتونية ، والحالة النيوترونية .
فإذا مرت نوية من الحالة النيوترونية إلى الحالة البروتونية ،
طردت النواة إلكترونات . على أن هذا الإلكترون لم يكن له وجود
في النواة قبل طرده منها ، وإنما تولد نتيجة لتحول النيوترون إلى
بروتون .

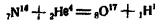
وفي التحول المقابل ، تطرد النواة إلكترونات موجبا (بوزيتون
positon أى الموجب) وهو جسيم جديد ، مواز تماما
للإلكترون . ولإيضاح هذه الموازة بصورة جلية ، سمى الإلكترون
في كثير من الأحيان باسم النيجاتون negaton (السويلب) . ولقد
تم كشف البوزيتون في ١٩٣٢ على يد عالم الطبيعة الأمريكي
أندرسن C. D. Anderson .

١٧ - التحولات النووية :

عندما أطلقت قوة كبيرة في جسيمات متعددة (كالبروتونات
والنيوترونات ونوايا الهليوم ...) بفضل أجهزة خاصة كالسيكلوترون
cyclotron أمكن إدخال هذه الجسيمات في ذلك الحيز الضيق
الذي هو نواة الذرة . وعندئذ تطرأ عليها تحولات transmutations .

وبالفعل يؤدي تغيير عدد البروتونات إلى تحويل جسم كيميائي
إلى آخر ، ما دام عدد البروتونات في النواة يحدد ، هو وعدد
الإلكترونات في محيطها الكيميائي ، مكان العنصر المسددي في قائمة
« مندليف » .

هذه التحولات النووية تعبر عنها صيغ تذكرنا بالصيغ التي تلخص التفاعلات الكيميائية ، وهناك صيغة لتحول نووى :



ومعناها أن نواة الأزوت N التي تحتوى على ١٤ نوية (٧ بروتونات و ٧ فترونات) إذا ما قذفت بنواة الهليوم He التي تحتوى على ٤ نوايات (٢ بروتونات و ٢ فترونات) ، تتحول إلى نواة الأكسجين O التي تحتوى على ١٧ نوية (٨ بروتونات و ٩ فترونات) ، وفي هذا التفاعل النووى تطرد نواة من الهيدروجين H (أى بروتون واحد) .

ولنلاحظ أن مثل هذه المعادلة تنطوى على دالتين : فإذا جمعنا أسس طرفى التفاعل ، وجدنا أن عدد النوايات يظل ثابتا .

$$١ + ١٧ = ٤ + ١٤$$

وإذا جمعنا الأعداد الموجودة في أسفل الرموز ، وجدنا أن عدد البروتونات يظل ثابتا (أى أن الشحنات الكهربائية تظل ثابتة) .

$$١ + ٨ = ٢ + ٧$$

واليوم يعرف العلماء مئات من التفاعلات المماثلة لهذا التفاعل .

وفي هذه التفاعلات يظهر كثير من الأجسام الجديدة ذات النشاط الإشعاعى . ولقد اكتشف هذا « النشاط الإشعاعى الصناعى » فى ١٩٣٤ على يد « جوليو كورى Joliot-Curie » وزوجته . فقد توصلا إلى تكوين فوسفور مشع لا وجود له فى الطبيعة . وهذا الفوسفور هو النظير المشع isotope للفوسفور المعتاد . ويطلق اسم النظير المشع على مختلف العناصر التى تحتل نفس الموقع فى قائمة « مندليف » . ولكل النظائر المشعة للجسم الواحد عدد واحد من البروتونات ، ولكنها تختلف فيما بينها فى عدد النيوترونات .

هذه الأجسام ذات القدرة الإشعاعية الصناعية تقوم ، إلى جانب الراديوم ، بدور كبير في العلاج بالأشعة .

بل إن الأساليب العلمية النووية قد استطاعت تكوين أجسام تتجاوز حدود قائمة « مندليف » ذاتها ، أعني أجساما يزيد عددها الذرى عن ٩٢ ، وهو العدد الذرى للأورانيوم . ولهذا السبب سميت تلك الأجسام « بما بعد الأورانيوم » . وهك أسماء العناصر الجديدة ، ورموزها وعددها الذرى :

النيبتونيوم Neptunium (N. P : ٩٣) والبلوتونيوم Plutonium (٩٤ : Pn) والأمريكيوم Americium (٩٥ : Am) والكوريوم Curium (٩٦ : Cm) والبركليوم Berkélium (٩٧ : Bk) والكاليفورنيوم Californium (٩٨ : Cf) وأخيرا السنثوريوم Centurium (١٠٠ : Cl) . أما العنصر ٩٩ فلم يكون بعد (١) .

وبعض النظائر المشعة لعناصر ما بعد الأورانيوم هذه غير مستقرة ، وكذلك الشأن بالنسبة إلى نظائر الأورانيوم ذاته . فهي قد تنشط وتنقسم إلى عنصرين أو عدة عناصر كيميائية ذات عدد ذرى صغير . وهذا الانقسام أو الانفلاق يؤدى إلى إطلاق طاقة هائلة هي التي تستخدم في القنبلة الذرية .

والحق أننا في هذا العرض العاجل لجسيمات المادة ، لم نتأمل عن كتب خواص « الطاقة » للظواهر النووية . فإذا تذكرنا أن للطاقة كتلة ، أدركنا أنه من الممكن أن توجد طاقات ينبغي حسابها ضمن عدد الجسيمات ذاتها . ولقد نبه أحد كبار علماء الطبيعة النووية .

(١) انظر : Haissinsky : L'état actuel du système périodique des éléments chimiques
Palais de la Découverte وهي محاضرة أقيمت في قصر الكشف
عام ١٩٥١

وهو جاموف Gamov في آخر طبعة لكتابه (١) ، إلى أن الطاقة التي تتدخل لربط النويات معا في نواة ، يمكن أن تتجاوز كتلة النوية ، وبالتالي يؤدي ذلك إلى تمديد نظرتنا إلى النويات من حيث هي أشياء صغيرة لا يمكن تحطيمها .

وتلك ملاحظة يجب أن تأتفت انتباه الفيلسوف : فهنا نرى مثالا عمليا للتبادل العميق بين الطاقة والكتلة — في مستوى الوجود ذاته — وهو التبادل الذي كان إحدى النتائج الانقلابية الكبرى لنظرية النسبية عند « أينشتاين » .

ولقد سبق الاعتراف بهذا التبادل في مستوى الجسيمات الخفيفة (مثل الإلكترونات الموجبة والسالبة) . وهناك ظواهر معينة تفسر بأنها تجسيم للفوتون (جيبية الطاقة) في جسمين لهما شحنتان متضادتان ، وظواهر أخرى تفسر بأنها انتفاء صفة الجسمية عن « زوج » من الجسيمات . وتوحى ملاحظة جاموف بوجود الجسمية وانتفاءها في مستوى الجسيمات الأكثر ثقلا .

على أن هذه الملاحظات تؤدي بنا إلى الدخول في مجال العلم الذي ما زال يتكون ، ولا زلنا إلى اليوم نفتقر إلى نظرة تركيبية إلى مجموع النوايات الذرية . ومن هنا كان هيسنسكى Haissinsky على حق حين ختم محاضراته التي أشرنا إليها من قبل ، بقوله : « إن النواة تنتظر لنفسها » مندليف آخر » .



ومن الجلي أن مثل هذه التغيرات العميقة في المفاهيم التي يبني عليها التفكير العلمي ، تقتضي فحصا جديدا للمثل الأعلى الذي يوجه الروح العلمية ، وتأكيدا جديدا « لقيم » الفكر النظري والتجريبي .

فألروح العلمية ، في صورتها الحديثة ، لا يسمح أن تكفى بتتبع نموها عبر العصور فقط . فلقد رأينا التفكير القائم على منهج البديهيات قادرا على الإكثار من نقط البداية ، أعنى قادرا ، بعبارة أخرى ، على إصلاح أصوله . كما وضعت مذاهب دياكتيكية تتبكر المصادر التي كانت تبدو ذات بداية مطلقة ، ورأينا كيف تكونت هندسات لإقليدية لا تقل إحكاما عن الهندسة التقليدية .

وبالمثل يمكن تفسير الميكانيكا النسبية ، والميكانيكا التجمعية ، والميكانيكا الكمية . بأنها كلها مواقف دياكتيكية تجاه ميكانيكا نيوتن . كل هذه الاتجاهات الدياكتيكية تستدعى بلا شك — كما أوضح بول موى (١) في الكتاب الحالي (الفصل الثالث ، قسم ١٨) — تجديدا للروح العلمية . وقد عرض جاستون باشلار G. Bachelard في كتابه « الروح العلمية الجديدة » مسورة عامة لهذا التجديد ، وقدم في كتابه « فلسفة اللا » La philosophie du Non عرضا بدليا لهذه الكثرة من نقط البداية .

والحق أن هذا العرض السريع الذى أوضحنا به تقدم علما بالمادة (من وجهة نظر الكيمياء ومن وجهة نظر الطبيعة النووية معا) يبين لنا بوضوح أن الفلسفات التقليدية ، من تجريبية وعقلية . لا بد من إعادة النظر فيها في هذه المجالات . فإذا تأملنا درجة تعقيد الظواهر الإلكترونية والنووية ، وجدناها تقدم إلينا خواص ديناميكية « خلقت من جديد » ، وتنسب في الأغلب إلى مواد « تكونت » بعد أن لم يكن لها وجود . فهناك إذن ذوع من العلو على الواقع ، لا يمكن فهمه دون القيام بثورة في الفلسفات التي تتفق مع ما يقع تحت حسا مباشرة من ظواهر .

فكيف يمكن إذن أن تتردد الفلسفة — كما حدث في العصور الفلسفية الكبرى — في العودة إلى دراسة العلوم ؟ أيرجع ذلك إلى

(١) بول موى مؤلف هذا الكتاب ، والاشارة إليه تدعج الى أن هذا الفصل قد ساهم فيه المؤلفون الآخرون الذين أكملوا كتابه .
(المترجم)

أن العلم قد أصبح أكثر صعوبة ؟ ولكن ، متى كانت الصعوبة عائقا يقف في وجه الفلسفة ؟ الأمر الذى لا شك فيه ، على أية حال ، هو أن هذا التقدم الرائع للتفكير النظرى والعلمى ، لا يسمح للمرء بأن يقرر بصحة الانتقادات التى توجه دون انقطاع إلى « قيمة العلم » منذ مستهل هذا القرن . فكيف يجوز لأحد أن يتحدث عن « إخفاق العلم » — مثلما فعل « فردينان برونتيير F. Brunetiere » إذا كان العلم يساهم بنصيب فى رفاهية البشر . ولا يقتصر على ذلك ، بل يلقي على حياتنا ضوءا روحيا ساطعا (وهذا هو الأهم من وجهة نظى الفيلسوف) ؟ لقد كان هذا أيضا هو الباعث لنا على ألا نلج فى هذا الفصل على تأكيد مظاهر التقدم المادى والعلمى للعلم — مع أنها واضحة كل الوضوح — بقدر إلحاحنا على تأكيد الأفكار النظرية التى تقلب دعائم المعرفة رأسا على عقب .

فإذا كنا نعترف بأن الإنسان كائن مفكر : ألا يكون توسيعه لتفكيره على نطاق هائل هو الذى يجعله واعيا : لا بطبيعته فحسب ، بل بأن له رسالة رفيعة ؟

الفصل الثاني عشر

العمليات العامة للتفكير الاستنباط والاستقراء

تطبق الروح على العالم الواقعي ، في العلم ، وفي الإدراك
الحسي ، وفي العمليات الفنية التطبيقية ، أساليب واحدة في كل
الأحوال ، وترجع هذه الأساليب كلها إلى عمليتين :
الاستدلال الباث *investigatif* والاستدلال الاستنباطي
• *déductive*

والاستدلال الاستنباطي أو الاستنباط *dédution* ينتقل
من المبدأ إلى النتائج . وقد رده أرسطو إلى أبسط صوره ،
أي القياس ، وهو استنباط يستخلص نتيجة من مقدمتين ،
ويجمع بين حدين بتوسط حد أوسط . ولقد استخلص
« المدرسيون » من القياس الأوسط فكرة « منطق صوري » .
وعمم المحدثون هذه الفكرة فجعلوا منه « منطقاً رياضياً
logistique » يتمثل على صورة حساب منطقي ، بل يزعم أنه
هو منطق الحساب .

أما الاستدلال الباث فهو الاستقراء ، الذي ينتقل من
الوقائع إلى القوانين : وهو يفترض مبدأ خاصاً به ، هو مبدأ
الاحتمية . فإذا ما توسعنا في هذا المبدأ ، وجدنا فيه ثلاثة
مبادئ أخرى هي التي أسماها « كانت » بمبادئ « علاقات
التجربة *analogies de l'expérience* » ، والتي تبررها
« المثالية الترنسندنتالية » .

١- التفكير العلمى مشترك بين كل المناهج :
أوردنا فى موضع سابق (١) الفقرة الرائعة التى ذكر فيها «ديكارت»
أن وحدة العلم هى وحدة العقل البشرى . علينا الآن أن نكشف
عن هذه الوحدة ، بأن نبين أن مختلف المناهج العلمية ترجع إلى
منهج واحد . وأن هذا المنهج الواحد يعبر عن خطوات التفكير
ومراحلها العامة . وبعبارة أخرى ، علينا أن ننقل من « البحث
فى المناهج methodologie » إلى « البحث فى نقد المعرفة
épistémologie » لنعود أخيراً إلى المنطق .

بل إن علينا أن نبين أن هذه الخطوات نفسها ليست مشتركة بين
العلوم كلها فحسب ، وإنما تمتد أيضاً إلى « كل » تفكير ، سواء
أكان ذلك تفكير الإنسان الذى يدرك العالم الخارجى ، والصانع الذى
يؤلف بين أساليب فنية ، والفيلسوف الذى يحاول فهم الأخلاق
والدين ، والعالم الذى يعمل ويفكر أمام سبوره السوداء أو فى
معمله . ونحن نعتزف بأن أنواع التفكير هذه ليست جميعها على
مستوى واحد ، أو متساوية من حيث القيمة ، ومع ذلك يجب أن
تنطوى على عنصر مشترك ، وأن تتشابه أساليبها من حيث الجوهر .
وسنبداً أولاً بإرجاع التفكير العلمى إلى صورته العامة ، ثم ندرس
كل عملية من العمليات العامة المكونة له على حدة .

وقد حدد كلود برنار بدقة بالغة خصائص المراحل الأساسية
للروح العلمية ، وقارنها بمراحل المثلث : « فكما أن الإنسان ، فى مشيئه
الطبيعية لجسمه ، لا يستطيع أن يخطو إلى الأمام إلا إذا قدم رجلاً
على الأخرى ، كذلك لا يستطيع الإنسان فى السير الطبيعى لعقله أن
يتقدم إلا إذا وضع فكرة أمام الأخرى » . وهو يحدد ما يعنيه
بالفكرة فيقول إنها « هى حقيقة أو مبدأ يعيه العقل » (١)

(١) انظر الفصل الرابع ، قسم ١٢ .

(1) Intr. à L'étude de la médecine expérimentale 1^{re} partie. chap. II, § V

والحق أن المرء ليمجز عن فهم الشيء ، أيا كان ، إلا إذا ادمج فيه « فكرة » . فالفكرة مجموعة منسقة من العلاقات التي تجمع بين مختلف أوجه الشيء أو أجزائه ، أو تجمع بين أشياء مختلفة . فالصورة المدركة لشيء ، مثلا ، هي فكرة تبدأ بربط مظاهره المرئية المتعلقة ، وفكرة الدائرة تربط المظاهر التي تتشكل بها الدائرة ، وهي مظاهر بيضاوية عادة . إذ أن الشكل البيضاوي صورة منحرفة للدائرة . كذلك تربط الفكرة بين المظاهر البصرية واللمسية لهذا الشيء . ولنضرب لذلك مثلا آخر : فموضوع القطعة المسرحية أو الرواية أو الشريط السينمائي هو الخيط الذي يجمع بين مراحلها ويبررها . والأمثلة العلمية أكثر وضوحا من ذلك : ففكرة المثلث هي سبب خصائصه ، وهي تلقى ضوءا على النظريات الخاصة بالمثلث . وقانون نيوتن أو فكرة الجاذبية تفسر الثقل ، وحركة الكواكب ، والمد والجزر .

ولكن الفكرة لا تؤدي دورها إلا إذا كشفنا عنها أولا ، ثم أجرينا التجارب عليها . فمراحل التفكير العلمي تشبه مراحل المشي في أنها تتكون من خطوتين أطلق عليهما كلود برنار اسم « الاستدلال الباث » « والاستدلال البرهاني » ، وأضاف إلى ذلك أن هذين النوعين من الاستدلال يوجدان في كل العلوم .

٢ — الاستدلال أو الأسلوب التدريجي في التفكير :

يطلق اسم « الاستدلال » على العملية العقلية المركبة ، التي يمكن التعبير عنها على هيئة جملة نجمع فيها بين عدة تأكيدات أو قضايا (مقدمات) ، ونستخلص منها ناتجا يسمى « بالنتيجة » . والاستدلال « مقال أو تدريجي » ، أي أنه ينحصر في « سلسلة من البراهين » ، كما يقول ديكرت ، أي أنه سلسلة من العمليات التي يمكن أن تتطور إلى « مقال discours » .

هذه البراهين أو الحجج هي حدود وسطى ، أو وسائط ، تربط العناصر التي تظهر متضامنة في النتيجة .

٣ - الاستدلال « البرهاني » أو الاستنباط :

سوف نبدأ بهذا النوع من الاستدلال ، لأنه يعدنا بأوضح الأمثلة دلالة على الطريقة التدريجية في التفكير .
ولقد قلنا إنه يبدأ « بفكرة » ، أعني « بحقيقة » أو « مبدأ » .
وإن فهو الاستدلال الذي ينتقل من المبدأ إلى نتائجه .

٤ - أرسطو يصف الاستدلال الاستنباطي بأنه قياس :

كان أرسطو أول من شعر « بالضرورة المنطقية » اثنتي ترابط المبادئ بالنتائج في الاستدلال الاستنباطي . فخلال دراسته لعمليات « الديالكتيك » أي للجدل المنظم حدد معالم استدلال « يرغم » السامع ، إذا ما اعترف بمبادئ معينة تسمى « بالمقدمات » ، على قبول النتيجة : بحيث لا يكون المرء في حاجة - كما يقول - إلى « طلب النتيجة » ، كما يفعل أصحاب الديالكتيك ، وإنما تفرض النتيجة بضرورة مطلقة . وهذا النوع من الاستدلال يسمى في أبسط مظاهره باسم « القياس » . وهذه صورته الكاملة .

(مقدمة أولى ، تسمى بالكبرى)

كل إنسان فان

(مقدمة ثانية . تسمى بالصغرى)

وسقراط إنسان

(نتيجة)

إذن سقراط فان

ويدل حرف العطف في المقدمة الصغرى ولفظ « إذن » بوضوح على أننا هنا بإزاء نظام عقلى ذي مراحل متميزة .
ومن السهل أن ندرك أن هذه العملية تنحصر في ربط الحدين « سقراط » و « فان » . وهما الحدان اللذان يكونان موضوع النتيجة ومحمولها ، بوساطة الحد « إنسان » الذي يتمثل في المقدمات . والذي يختمى إذا ما انتهى دوره . ولا يظهر بعد ذلك في النتيجة . وهو يسمى « بالحد الأوسط » ، وذلك راجع إلى وظيفته المتوسطة هذه . وكان « أرسطو » يقول إنه هو سبب النتيجة أو علتها :
ويسمى موضوع النتيجة (سقراط) بالحد الأصغر .
ومحمولها (فان) بالحد الأكبر . وتسمى المقدمة التي تحتوى

على الحد الأكبر بالمقدمة الكبرى ، وتلك التى تحتوى على الحد الأصغر بالمقدمة الصغرى .

المنطق الصورى :

وضع المدرسيون : فى العصور الوسطى (١) ، دعائم « منطق صورى » ، مسترشدين فى وضعه بتعاليم أرسطو . ويطلق هذا الاسم على نظرية للقياس يرد فيها الاستدلال إلى « صورته » . وإلى عمليته العقلية المجردة ، مستقلا عن « المادة » المتضمنة فيه ، وتستخلص النتيجة فيه « بقوة الصورة Vi Formae » ، وبفضل هذه العملية ذاتها ، بحيث يمكن أن نستبدل بالحدود « سقراط » ، إنسان ، فان « ، حروفا كما فى الجبر :

كل أ هى ب

على أن كل ب هى ح

كل أ هى ح

فإذا نظرنا إلى « ماصدق » الموضوع ، وجدنا أن معنى المقدمة الماصدق ومن حيث المفهوم .

فإذا نظرنا إلى « ما صدق » الموضوع ، وجدنا أن معنى المقدمة الكبرى هو : أن جماعة الناس هى جزء من جماعة الفانين . أما إذا نظرنا إلى « مفهومه » ، كان معنى الكبرى هو : أن صفات الإنسان تشتمل على الفناء ، أو « فان » صفة من الصفات المكونة للإنسان . وعلى ذلك ، فإذا ترجم القياس إلى لغة الماصدق ، كان معناه هو : لما كان الناس جزءا من الفانين ، ولما كان سقراط جزءا من الناس ، فسقراط إذن جزئى من الفانين . أما إذا ترجم إلى لغة المفهوم ،

(١) يطلق اسم - المدرسية - أى مذهب (المدرسة) - على الفلسفة التى ظهرت فى العصور الوسطى ، القرن الثالث عشر ، ومزجت بين العقيدة الكاثوليكية ، وهى موضوع للايمان حددته الجامع الدينية تبعا لتعاليم آباء الكنيسة ، وبين فلسفة أرسطو ، التى تمثل « العقل » .

كان معناه يعكس ذلك ، أن الفناء لما كان صفة للإنسان : ولما كان سقراط إنسانا فإن الفناء صفة تدخل في مفهوم سقراط .
وفي القياس « الكمال » الذى تحدثنا عنه ، يكون الحد الأوسط متوسطا من جهتين : فقد رأيناه من جهة يربط الحد الأكبر بالحد الأصغر ، ومن جهة أخرى نجد أن ما صدقه « متوسط » بين ما صدق الحدين . ولكنه إذا كان متوسطا دائما بالمعنى الأول ، فمن الممكن جدا ألا يكون كذلك بالمعنى الثانى .

ووظيفة الحد الأوسط (أعنى كونه موضوعا أو محمولا) هى التى تحدد « الأشكال » . فالأشكال تختلف باختلاف مكان الحد الأوسط فى المقدمات :

فالشكل الأول يتميز بأن الحد الأوسط فيه موضوع فى الكبرى ومحمول فى الصغرى .

والشكل الثانى يتميز بأن الحد الأوسط فيه محمول فى الكبرى والصغرى .

والشكل الثالث يتميز بأن الحد الأوسط فيه موضوع فى الكبرى والصغرى .

والشكل الرابع يتميز بأن الحد الأوسط فيه محمول فى الكبرى وموضوع فى الصغرى .

ومن الممكن حفظ هذه الأشكال الأربعة بسهولة ، بفضل الأبيات التذكارية اللاتينية الآتية :

Sub-prae, tum prae-prae, tum sub-sub, denique prae-sub

(ويلاحظ أن الحروف sub معناها subjectum أى الموضوع ،

والحروف prae معناها praedicatum أى المحمول) .

فهناك إذن أربعة أشكال . ولكننا نرى أنه من الممكن رد الشكل الرابع إلى الأول بتبديل موضع الكبرى والصغرى ، والحد الأكبر والحد الأصغر ، ولهذا السبب رفض بعض المناطق هذا الشكل الرابع ، ولم يعترفوا إلا بالأشكال الثلاثة الأولى .

فإذا ما جمعنا بين صفتي الكم للقضية (كلى ، جزئى) (١) ، وصفتي الكيف لها (موجب ، سالب) ، حصلنا على أربعة أنواع من القضايا :

- (A) قضية كلية موجبة ، يرمز إليها عادة بالحرف ك
- (E) قضية كلية سالبة ، يرمز إليها بالحرف س
- (I) قضية جزئية موجبة . يرمز إليها بالحرف ج
- (O) قضية جزئية سالبة . يرمز إليها بالحرف ب

وتختلف التأليفات التى يطلق عليها اسم « ضروب » القياس ، إذا كانت القضايا التى يتكون منها القياس هى ك أو س أو ج أو ب . ومن الممكن أن تكون القضايا الثلاث (الكبرى والصغرى والنتيجة) فى كل شكل من أشكال القياس ، إما ك أو س أو ج أو ب . فهناك $2^3 = ٨$ ضربا ممكنا من الوجهة النظرية ، وإذا علمنا أن هناك أربعة أشكال ، كان المجموع $٨ \times ٤ = ٣٢$ ضربا .

غير أن هناك قواعد للقياس تمنع تجمعت معينة . هذه القواعد عددها ٨ . ولن نذكر منها إلا واحدة على سبيل المثال :

المقدمتان الموجبتان لا تنتجان نتيجة سلبية .

Ambae affirmantes nequeunt generare negantem

إذن فهذه القاعدة تؤدي إلى استبعاد الأقيسة من نوع ك ك س ، ك ج س . ج ك س . ك ك ب ، ك ج ب . ج ك ب ، ج ج ب . ولا يتبقى من الـ ٣٢ ضربا الممكنة نظريا سوى ١٩ لا تخالف قواعد القياس ، منها أربعة ضروب من الشكل الأول . وأربعة من الشكل الثانى ، وستة من الثالث ، وخمسة من الرابع .

ولما كان الشكل الرابع قد أثار إشكالات . فلن نبحث إلا الإشكال الثلاثة الأولى .

(١) تكون القضية « كلية » ، إذا أخذ موضوعها فى كليته وعمومه (كل ع هو ل مثلا) . تكون جزئية ، إذا أخذ موضوعها فى جزء منه (بعض ع هو ل) .

٥ - قياس الشكل الأول يضع شرطا كافيا :

في الشكل الأول : يكون للحد الأوسط ما صدق متوسط بالعمد :
فإنسان أخص من الفاني من جهة الماصدق ، وسقراط أخص من
الإنسان في ما صدقه (بل إن سقراط ليس له ما صدق على الإطلاق ،
ما دام « غسردا ») فمعنى الكبرى في الواقع هو : إن الشرط للكافي
في قضاء الكائن أن يكون إنسانا .

ويكون الاستدلال من الشكل الأول إذا حددنا فيه قاعدة ،
وذكرنا الشرط الكافي لتطبيقها ، ثم أكدنا بعد ذلك أن هذا الشرط
قد تحقق .

لهذا كانت المقدمة الكبرى في الشكل قضية كلية دائما (أي قاعدة)
والصغرى قضية موجبة .

ومن الأحكام القضائية ما يوضع في صورة أقيسة من الشكل
الأول : فالمشرع يضع المقدمة الكبرى ، مثل : القتل مع سبق
الإصرار يعاقب عليه بالسجن أو بالأشغال الشاقة إلخ ، (تبعا
لنوع الحالة) ، ويضع المحلفون المقدمة الصغرى : على أن المدعو
« م » قد ارتكب جريمة القتل مع سبق الإصرار . ونستخلص
النتيجة « بالحكم » ، بل ربما كانت جميع الأحكام القضائية نتائج
لأقيسة ، ما دامت تطبق قوانين ، ولكن العلاقة الوظيفية بين المحلفين
والحكمة لا تظهر فيها صراحة على الدوام .

كذلك يستدل المرء في الأخلاق عن طريق قياس من الشكل الأول ،
عندما يستنتج من القانون الأخلاقي الذي يدعو إلى واجب معين ،
إلزاما بأداء هذا الواجب في حالة معينة ، أو يستنتج من القانون
الذي يصم فعلا معينا بمنافاته للأخلاق (كالكذب أو السرقة) ، أن
فعلا معينا تم أدائه بالفعل مناف للأخلاق .

وقد ذكر أرسطو مثلا « لقياس الرغبة » :

فالرغبة تقول : إنني عطشان .

(م ٢٣ - المنطق)

ويقول الإحساس ، أو الخيال ، أو العقل : « هذا شراب » ، فيشرب
الحيوان في الحال (١) .

وفي حياتنا المعتادة نقدم أو نقترح أقبيسة مختصرة ، تظل مقدمتها
الصغرى ونتيجتها مخدوختين . ويطلق عليها المنطقة اسم « الأقبيسة
الناقصة enthymèmes » . فالإعلانات مثلا تظهر غالبا على صورة
أقبيسة ناقصة . مثل شكل ربوات البيوت البارعات يستعملن السلعة س .
(على أن قارئات هذا الإعلان ربوات بيوت بارعات إلخ ..) .

٦ - قياس الشكل الثانى يستخدم شرطا ضروريا :

يتميز القياس من الشكل الثانى بأن الحد الأوسط ما صدقه ينطوى
على الحد الأكبر والحد الأصغر . فإذا ما فسرنا القياس تبعا
للمصدق . كما فعل أرسطو . أى إذا كانت كل قضية تذكر أن
الموضوع جزء من الفئة التى يبدل عليها المحمول ، وجب أن يكون
الحد الأوسط محمولا فى المقدمتين . وعلى ذلك فإذا قلت :

كل فيلسوف نزيه

واتخذنا من هذه القضية مقبلا محزى فى قياس من الشكل
الثانى ، فيجب أن يكون محمول الصغرى بدورها هو البصفة « نزيه » .
ولكن من اليسير أن ندرك أن هذه المقدمة الصغرى لا يمكن أن تكون
قضية موجبة ، إذ لو كانت كذلك لكان معناها أن موضوعها ينتهى
إلى نوع الكائنات « النزيه » فماذا عسى أن نستدل عليه من هذا ،
بشأن علاقته بالموضوع « فيلسوف » ؟ لا شئ ألبته . وهاك مثالا
لقياس باطل يتخذ صورة مغالطة شائعة جدا :

كل فيلسوف نزيه

و س نزيه

س فيلسوف .

إذن يجب أن تكون الصغرى سالبة . وكذلك النتيجة

كل فيلسوف نزيه

و س ليس نزيها

س ليس فيلسوفا

فالشكل الثاني يتميز بأن إحدى مقدمتيه ونتيجته سالبتان على الدوام . وهذا راجع إلى أن مقدمته الكبرى لا تعبر عن شرط كاف كما هي الحال في الشكل الأول القائل : « إن الشرط الكافي في فناء الكائن هو أن يكون إنسانا » وإنما تعبر عن شرط ضروري : « الشرط الضروري في أن يكون المرء فيلسوفا هو أن يكون نزيها » .
على أنه متى تحقق شرط ضروري ، فليس في وسعنا أن نستدل منه على شيء . ولا نستطيع استخلاص نتيجة إلا في الحالة التي لا يكون الشرط الضروري قد تحقق فيها .

ولنلاحظ أن القضية « السلبية الموجبة » يمكن أن تفهم بمعان مختلفة ، فلما أن تعنى : الشرط الكافي في فناء الكائن هو أن يكون إنسانا - أو تعنى : الشرط الضروري في إنسانية الكائن - هو أن يكون قانينا . ففي الحالة الأولى تكون القضية هي المقدمة الكبرى الممكنة لقياس من الشكل الأول ، وفي الحالة الثانية : لقياس من الشكل الثاني .

ولنلاحظ أيضا أن الشرط الضروري قد يعد « علامة مميزة » : « فكل فيلسوف نزيه » تعنى : النزاهة علامة يتعرف بها على الفيلسوف . على أن وجود هذه العلامة لا يسمح باستخلاص

نتيجة . عن طريق قواعد الشكل الثانى ، ما لم يسلم المرء .
 ما يقول جوبلو (١) Goblot ، بنتيجة احتمالية :
 كل فيلسوف نزيه
 س نزيه

س قد يكون فيلسوفا

ونحن فى الحياة العملية « نتعرف » على الشخص أو الشيء
 بواسطة سلسه من العلامات ، ولكننا دائما مهددون بالوقوع فى
 الخطأ ، ولا نستطيع أن نستدل من العلامات على شيء إلا إذا كانت
 بحون مجموعا ذا دلالة واحدة - وهو ما لا يتفق مطلقا مع منطق
 الاستنباط ، وإنما مع منطق الاستقراء .
 ٧ - قياس الشكل الثالث يفيد عدم التناقى بين صفتين :

فى الشكل الثالث يبلغ « ما صدق » الحد الأوسط أدنى حد
 ممكن . فهو إذن موضوع فى المقدمتين . فما الذى يمكننا أن
 نستدل عليه من مقدمتين لهما موضوع واحد ؟ يمكن الاستدلال
 على أن المحمولين « لا يتناقى أحدهما مع الآخر » .
 الحوت حيوان له رثتان
 والحوت حيوان بحرى

إذن فمن الحيوانات البحرية ما له رثتان
 والصيغة المنطقية لهذه النتيجة هي « بعض الحيوانات انبهرية
 لها رثتان » . بنتيجة القياس من الشكل الثالث قضية جزئية دائما .
 وبالاختصار فالقياس من الشكل الثالث يستدل من « الواقع »
 على « الممكن » : فالحوت « يحقق » حالة الحيوان البحرى دى
 الرثتين ، أى أن مثل هذا الحيوان ممكن .

ولا يمكننا أن نذهب إلى أبعد من هذا إذا نحن اعتمدنا على الاستنباط وحده . فهنا أيضا يقوم الاستقرار بما عجز الاستنباط عن القيام به : إذ أنه — كما سنرى فيما بعد — ينتقل من « الواقع » إلى « الضروري » ، مرتكزا على حالات اختيرت على أساس صحيح ، ومخاطرا لذلك بالوقوع في الخطأ (١) .

٨ — المنطق الصوري القديم ، والمنطق الصوري الحديث :

لم يكن بد من الانتظار قرونا من الزمان حتى نهتدى إلى الوجهة الجديدة التي سار فيها المنطق الصوري . فحتى عام ١٧٧٠ . حين كتب « كانت » مقدمة الطبعة الثانية من « نقد العقل الخالص » كنا لا زلنا نقرأ كلمات كهذه : « ... لم يضطر المنطق ، منذ أرسطو ، إلى التراجع خطوة واحدة إلى الوراء ... وهذا أمر ينبغي أن نذكره له بالإعجاب ، إذ أنه لم يتمكن أيضا . حتى الوقت الحالي ، من أن يخطو خطوة واحدة إلى الأمام : حتى لتدل كل الشواهد على أنه علم قد تم واكمل » . والحق أن منطق أرسطو كان يمتاز بمحاولة تحليل تركيب الفكر في ذاته ، بعض النظر عن مضمونه ، وقد حدد بوضوح مبادئ تكفل صحة الفكر ، ويمكن أن تستخلص منها قوانين عامة له .

غير أن منطق أرسطو لا يبحث إلا في حالات خاصة جدا للاستدلال الاستنباطي ، وقد تصادفنا مجموعات من القضايا مختلفة كل

(١) (عند هذا الموضع يأتي المؤلف بمخلص موجز للاقسام التالية ، من ٨ إلى ١٣ ، وذلك ليكتفى به من طلاب الفلسفة من يجدون صعوبة في فهم هذه الاقسام . وقد اثرنا أن نترجم هذا الملخص بوجهه ، كاملا في هذا الهامش) :

لم يتخذ المنطق الصوري وجهة مخالفة كل الاختلاف لوجهة المنطق الأرسطوطالسي إلا في أواسط القرن التاسع عشر : فمنذ ذلك التاريخ ، لم يعد المنطق الصوري مبحثا فلسفيا بل تحول إلى مبحث علمي . وأصبح « علما » يمكنه أن يقف بمعزل عن المناقشات الفلسفية ووجهات النظر الميتافيزيقية . والمثل الأعلى الذي يسترشد به هذا العلم هو البنية والوضعية اللتان تصنف بهما العلوم الرياضية . وهكذا سعى المنطق =

الاختلاف عن القياس . ثم إن المنطق ، في كتابات أرسطو ، لا يكاد يتميز عن الأنطولوجيا [مبحث الوجود] ، وبالتالي يظل مرتبطا بآراء ميتافيزيقية . والحق أن المنطق — كما لاحظ « دوب Dopp » في

— إلى أن يقتبسوا من الرياضيات منهجها وأساليبها في الحساب . ولقد كان أحد المناطقة الانجليز . وهو « بول Soole » (١٨١٥ - ١٨٦٤) أول من وضع دعائم « حساب منطقي » ، مشابه للحساب الجبري ، وغير عن « عملياته » للفكر بواسطة رموز مستمدة من الجبر . فواو العطف مثلا ، كما يتضح في تعبيرات مثل : « الفرنسيون والانجليز » ، لها خصائص شكلية (أى مستقلة عن طبيعة الحدود التي يربط العطف بينها) مشابهة لخصائص الجمع . ولنذكر من هذه الخصائص واحدة — على سبيل المثال لا الحصر — فنلاحظ أن في وسعنا أن نعكس ترتيب الحدود التي تربط بينها واو العطف . مثلما يمكننا في الجبر أن نعكس ترتيب الحدود في مجموع مثل : $s + ص = ص + س$. لذا يرمز إلى حرف العطف ، في صيغته هذه ، بعلامة الجمع (+) . وعلى هذا النحو يمكن التعبير عن قوانين الفكر بعلاقة جبرية ، ومن هنا سمى المنطق عند بول بالجبر المنطقي .

على أن هذا الحساب المنطقي لا يتصف بصفات العمومية والتنظيم التي يتقترنها المرء من المنطق إذا نظر إليه على أنه علم للاستنباط يوجه عام . لذا كان من الضروري الانتظار حتى عام ١٩١٠ ، حين ظهر كتاب مشهور وضعه عالمان انجليزيان في المنطق هما « رسل Russell » و « هويتهد Whitehead » . فاعتدنا فقط تكون مثل هذا العلم ، الذي يعبر عنه عامة باسم « المنطق الرياضي » *logistique*

وهي كلمة مشتقة من *logistique techné* أى فن الحساب . يستخدم الحساب المنطقي ، كالجبر المنطقي ، رموزا ، ولكن هذه الرموز لا تكتفى بمحاكاة عمليات الحساب الرياضية ذاتها . ذلك لأن عالم المنطق الحديث يخالف المنطق التقليدي في أنه لا يعاد المنطق واضحا بذاته . بل « يستخلص » من مبادئ (أى من بديهيات يضعها لاون برهان عليها) مثلما « يستخلص » المعلم الرياضي نظرياته من بديهيات . فهناك إذن نظريات منطقية . مثلما أن هناك نظريات رياضية . وهذه النظريات المنطقية « تستخلص » من البديهيات عن طريق قواعد للاستنباط . ولكن ليس معنى الرمز هو المهم في البرهنة على هذه النظريات ؛ بل أن صلاحية هذه النظريات لا تستمد إلا من إمكان تطبيقها على الرموز . وطبيعي أن ينطوي الحساب المنطقي على دراسة لمدى اتساق هذه البديهيات ومدى استقلالها . ويستطيع المرء — كما في الحال في الرياضة — أن يغير نسق البديهيات المنطقية ، وبهذا يصل إلى فكرة من النظم المنطقية غير التقليدية ، مثلما أمكن التوصل إلى منهجيات لاتقليدية مثلا عن طريق تغيير بديهيات الهندسة الإقليدية التقليدية .

كتابته عن المنطق (١) — كان طوال التفكير القديم والوسيط « مبحثاً ذات طابع فلسفي ، أعنى أنه ينظم عن طريق تحليل فلسفي للصفات المميزة لتفكيرنا » . فإن كان على المنطق ألا يكون مجرد فن للتفكير الذي يتكيف مع اللغة والتفكير الشائع فحسب ، وإن كان عليه أن يكون علماً للعلم . فمن الواجب أن يتجه ، في المرحلة الحالية ، نحو مثال الوضعية الذي تضعه العلوم الحديثة نصب أعينها . وعليه أن يحدد بدقة العمليات الفعلية للتفكير في المجالات التي وصل هذا التفكير فيها إلى أكمل درجات التنظيم . فإذا ترك الجدل الميتافيزيقي جانبا . وجب عليه أن يحقق دراسة وضعية لأدق أساليب الاستدلال الاستنباطي . على نحو ما نجده في الرياضة مثلاً .

ونتابع « دوب » (١) في ملاحظة أخرى له ، إذ يقول : « لقد تعامب في التاريخ فهمان للمنطق يختلفان فيما بينهما أشد الاختلاف : فالمنطق القديم يمكن أن يوصف بأنه منطق فلسفي ، والمنطق الحديث (الذي لا ترجع آثاره الأولى إلى أكثر من نصف قرن من الزمان) يمكن أن يوصف بأنه منطق « وضعي » والموضوع الذي ندرسه هاتان الفئتان الكبيرتان من المنطق واحد في أساسه : فهذهما الدائم هو البحث في شروط صحة الاستدلالات .. غير أن المنطقين يقدمان إلينا معرفة منظمة بهذه الشروط تخضع لمثالين في المعقولة مختلفين أشد الاختلاف : إحداهما معقولة نصفها بأنها فلسفية . والآخرى معقولة يمكن وصفها بأنها وضعية » .

٩ — الجبر المنطقي :

ولفتسائل هنا بوجه خاص : كيف تسنى للمنطق الصوري أن يتلاءم مع موضوع الاستدلال الرياضي ومناهجه ؟ إذا لاحظنا دور

الرموز في ظهور التفكير الرياضى ، أدركنا أهمية إدخال الرمز بطريقة منظمه في المنطق . حقا إن المنطق « المدرسى » كان يستخدم نوعا من الرمزية ، ولكنها كانت رمزية ساذجة إلى حد بعيد ، ثم إن الذى أدى إلى استحداث تجديد شامل في المنطق ، لم يكن مجرد إدخال الرمز ، وإنما الاستعمال المنظم للرمز تبعا لقواعد فنية باللغة الدقيقة . ويرجع الفضل إلى عالم منطقي إنجليزي هو « بول Boole » (١٨١٥ - ١٨٦٤) في القيام بأول محاولة متسقة جدية لإيجاد منطق يسير في هذا الاتجاه ، ويشيع إطلاق إسم « الجبر المنطقي » على منطق « بول » هذا .

ولقد لاحظ « بول » أننا إذا كنا نستخدم في عمليات الجبر رموزا لها خصائص معينة ، فمن الممكن استخدام رموز مشتقة من الرمزية الجبرية للتعبير عن العمليات الفكرية .

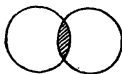
فلنتأمل مثلا عملية الجمع في الجبر الأولى . هذه العملية لها خصائص شكلية معينة ، أعنى خصائص مستقلة عن طبيعة الكيانات الرياضيه التى تجرى عليها . ولنضرب لهذه الخصائص مثلا بصفة « التبديل Commutativité » ويعبر عن التبديل في الجمع بالعلامه $s + s = s + s$. ومعناها أن مجموع عاملين من s ، من يمكن قلبه . أى « تبديل » ترتيب الحدود ، مهما كانت قيمة s ، s .

فلنتأمل الآن العملية الفكرية التى تجمع أو تضم مجموعتين من الأفراد - ويسمىها المنطقي فئتين - وهى العملية التى يعبر عنها مثلا بالصيغة : « الفرنسيون والإنجليز » . ففي هذا الجمع بين الحدين : الفرنسيين - الإنجليز ، بوساطة العملية المنطقية « و » ، يمكننا أن نعكس ترتيب الحدين ، فنقول : « الإنجليز والفرنسيون » . وهنا نجد صفة مستقلة كل الاستقلال عن الحدود التى تجمعت . ويمكننا القول بأن هذا التجمع ، الذى نعبر عنه بحرف العطف ، هو تجمع « قابل للتبديل » ، مثله في ذلك مثل الجمع في الجبر الأولى . فالعملية المنطقية للعطف (أى الواو) - حين ينظر إليها من وجهة

النظر الشكلية الخالصة هذه ، وبغض النظر عن « معنى » الحدود
التي تربط بينها - لها بدورها خصائص جديدة معادلة تمام
الخصائص المميزة للجمع الجبرى الاولى . وعلى ذلك ففى وسعنا
أن نرسم لعملية الضم هذه برمز الجمع : + .

غير أن حرف العطف (الواو) قد يشير إلى عملية أخرى
للضم . فعندما نقول « الأشخاص الذين يسكنون انجلترا »
و « الذين ينتمون إلى جنس الذكور » لا نكون بإزاء عملية جمع
أو ضم لفئتين من الأفراد ، وإنما بإزاء نوع من التاليف . أو
« الضرب » بين فئتين : فنحن نرمى في هذه العملية إلى الإشارة
إلى الأفراد الذين ينتمون إلى طائفتين في آن واحد ، ويمكننا
التحقق من أن هذه العملية المنطقية لها خصائص شكلية مشابهة
لخصائص الضرب المنطقى - باستثناء خاصية واحدة سنذكرها
فيما بعد . وعلى ذلك نرسم لهذه العملية المنطقية بعلامة الضرب $\times$.
ونسمىها « بالضرب المنطقى » .

ولنلاحظ أن اللغة المتداولة تستخدم حرف الواو ذاتها في وظيفتين
مختلفتين ، أما المنطق فيقضى على هذا الخلط . هو يدفع الذهن إلى
المضى في التحليل إلى أقصى درجاته . ففى حالات معينة تؤدى
« الواو » وظيفة علامة الجمع (+) ، وفى حالات أخرى تؤدى
وظيفة علامة الضرب ($\times$) فإذا ما عبرنا عن الفئة بدائرة ، أمكننا
تصوير هاتين الحالتين بالشكلين الآتيين :



الضرب المنطقى



الجمع المنطقى

فالتعبيران : « سكان إنجلترا » ، « الذين ينتمون إلى جنس الذكور » تدل عليهما عندئذ حروف س . ص ... كما في الجبر .
 ويعبر عن الهوية بعلامة التساوى . وعلى أساس هذه الرموز يمكننا بالفعل أن ننشئ « حسابا » من نوع الحساب الجبرى .
 لا يتسع المجال هنا لإيضاح تفاصيله . فمثلا نعبر عن تساوى التعبيرين « الأشخاص الذين يسكنون إنجلترا وينتمون إلى جنس الذكور » والأشخاص الذين ينتمون إلى جنس الذكور ويسكنون إنجلترا « بقانون في صورة جبرية هو $S \times V = V \times S$: أى أن الضرب المنطقى قابل للتبديل . مثله في ذلك مثل الضرب الجبرى .

وحين وضع بول هذا الحساب المنطقى لم يدع أن ماهية المنطق جبرية ، وإنما أراد فقط أن يؤكد أنه « إذا أمكن التعبير عن العمليات الجبرية والمنطقية برمز واحد : فإن تعبيراتهما الرمزية تخضع لقوانين واحدة » (١) . ومن الممكن دائما أن يصطاح على تصور عملية منطقية معينة عن طريق رمز خاص بعملية جبرية معينة . ولكن ليس هناك ما يضمن أننا متى ارتضينا رموز الجبر للتعبير عن العمليات المنطقية فإن التفسير المنطقى لهذه الرموز يفضى إلى قوانين متشابهة لقوانين الجبر . غير أن هذا هو ما حدث بالفعل . عقد استمرنا من الجبر المادة الرمزية : كالحرف س : ص . والعلامات $+$ ، $\times$ ، $=$ إلخ . ولما عبرنا عن خاصية منطقية بوساطة هذا النظام الرمزى . أى حين عبرنا مثلا عن قابلية الضرب المنطقى للتبديل ، اهتمدينا إلى علاقة هي بعينها العلاقة الجبرية : $S \times V = V \times S$.

غير أن هناك استثناء نبهنا إليه من قبل . فإذا كنا في المنطق « نضرب » فئة في ذاتها ، فسيكون الناتج هو هذه الفئة ذاتها .

(١) أورد هذا النص جورجسن J. Jorgensen في كتابه :
 A Treatise of Formal Logic. 1931, I, P. 99

وهو ما تعبر عنه العلاقة $S \times S = S$ (فإذا قلنا « الأشخاص الذين يسكنون انجلترا ويسكنون انجلترا في الوقت نفسه ، كان هذا مجرد تكرار) . ومن هنا لم يكن في الجبر المنطقي أسس .
: على أن الصيغة $S \times S = S$ لا تصح في الجبر إلا إذا كانت قيمه S هي صفر أو ١ . وعلى ذلك فالجبر المنطقي يختلف عن الجبر الأولى في أنه يعترف بأن الصيغة $S \times S = S$ صحيحة على الدوام .

ولكن . مثلما أن الرياضيات الحديثة تحتوي على « هندسات » . كذلك يحتوي الجبر على نظم مختلفة ، تتكون عن طريق تغيير نسق البديهيات الأساسية فحسب . ومن هذه الأنواع الحديثة في الجبر . يوجد نوع هو النظرية التي وضعها بول . ولهذا السبب يسميه الرياضيون « جبر بول » . وهذا الجبر يتميز عن الجبر الأولى بأنه لا يقبل أسسا . وإذا كان « بول » قد استخدم الرمزية الجبرية لوضع دعائم منطق جديد . فإنه في الواقع قد خلق جبرا جديدا .

١٠ — المنطق الرياضي Logistique

بلغ الطموح بالمنطق الأرسطي حدا جعله يهدف إلى أن يكون نظريه منظمة في الاستنباط بوجه عام . لكننا لاحظنا من قبل أن هذا التنظيم كان يفتقر إلى الأساليب الفنية والمناهج التي تستخدمها العلوم الاستنباطية . وهكذا لم يعرض المنطق الأرسطي ذاته في صورة استنباطية . أما الجبر المنطقي فيعرض في صورة استنباطية بالفعل ، ولكن ليس له أن يدعى أنه علم للاستنباط بوجه عام . فهو يمثل تفسيراً منطقياً لعلم استنباطي خاص ، هو « جبر بول » . والمثل الأعلى للجبر المنطقي يظل « حساباً » يسمح بحل المسائل المنطقية . ومع ذلك ، فالجبر المنطقي يفتقر إلى ذلك الاتساع والشمول الذي تتصف به « النظرية » المنهجية في الاستدلال . وهكذا لم يصل المنطقة إلى ذلك العلم المنهجي للاستدلال إلا عن طريق « المنطق الرياضي » (وهو علم جديد خلف الجبر المنطقي) .

وقد ظهر « المنطق الرياضى » - وهو مشتق من اللفظ اليونانى *logistiché (techné)* أى. (فن) الحساب - ظهر في بداية القرن العشرين ، على يد عالين منطقيين إنجليزين ، هما : برتراند رسل B. Russell والفرد نورث هوايتهد A.N. Whitehead اللذان نشرتا من ١٩١٠ إلى ١٩١٣ أجزاء كبيرة عنوانها « المبادئ الرياضية *principia mathematica* » وهذا المؤلف هو المرجع الأساسى فى المنطق الرياضى . ومنذ ذلك الحين تكونت مراكز دراسية فى ألمانيا ، وبولندا ، وأمريكا ، توسعت فى أبحاث المنطق الرياضى توسعا كبيرا ، حتى أصبح المنطق الرياضى فى الوقت الحاضر علما له فروع عديدة ، ومنافسا للعلوم الرياضية فى دقة الصياغة .

والمنطق الرياضى : الذى يدرس الاستدلال الاستنباطى على نحو ما يتمثل فى التفكير الشائع ، وفى النظريات الرياضية أيضا . يحتاج إلى نظام رمزى يلائم تفكيرنا بلغ هذا الحد من التخصص . فليس فى وسع الذهن أن يتابع عملية الاستنباط فى مجالات فكرية تصل إلى هذا الحد من التجريد ، دون معونة الرمز الذى يفسى عليه دقته وإحكامه . ولا يكتفى الحساب المنطقى باستخدام رموز . بل إن عليه أن يوضح بطريقة دقيقة محددة قواعد استخدام هذه الرموز ومعالجتها ، كما كان يحدث فى الجبر المنطقى . ولكن لننبه هنا إلى ما لاحظته « فيز Feys » ، فى مؤتمر عقد حديثا ، من أن « معنى أى رمز من هذه الرموز لا يفترض مقدما قبل طريقة استخدامه » . على عكس المحاولات الأولى فى الجبر المنطقى . فالمنطق الرياضى ليس فى حاجة إلى الرجوع إلى معنى الرموز لتكوين نظرية فى استخدام هذه الرموز . « بل إن صفته الرمزية لا ترجع إلى استخدام الرموز الفنية فحسب ، إنما ترجع إلى أن كل ما ينطوى عليه من يقين مرده إلى استخدامنا لهذه الرموز فحسب » .

هذا العلم العام الذى يدرس الاستدلال الاستنباطى من حيث صورته ، لا يهتم بالرجوع إلى المحتوى الخاص للاستدلال ، بل

يدرس أى الصور تصلح فى الاستدلال ، دون أية إشارة إلى الطبيعة العينية للأحكام . وعلى هذا النحو يستخلص تركيب الاستدلالات . فإذا أراد الكشف عن كنه هذا التركيب ، قام أولا . فى الجزء 'المبدئى' منه ، بدراسة كل الارتباطات الممكنة بين الأحكام ، أى بين القضايا . فهو يتخذ هذه القضايا ، بدلا من الفئات ، نقط بدء به . وعندهذا ينظر إلى هذه القضايا مؤقتا على أنها عناصر ، ووحدات ، لكي يركز الانتباه على طريقة ربط هذه القضايا فيما بينها فحسب . ويسمى هذا الجزء من المنطق الرياضى « منطق القضايا » . ما دامت الموضوعات التى يستدل عليها قضايا . وبعد أن تتم هذه الدراسة ، ينتقل منها إلى دراسة التركيب الداخلى للقضية (الموضوع ، والمحمول) وتقضى به هذه الدراسة إلى منطق للمحمولات ، وللصفات ، وللملاقات .

ولقد ذكرنا من قبل أن المنطق الرياضى كان يتطور بوصفه علما استنباطيا . ومعنى ذلك أن نقطة بدايته بديهيات — بالمعنى الحديث لهذا اللفظ بالطبع — وهى فى حقيقتها قضايا يسلم بها دون برهنة ، وتصلح أساسا للبرهنة على النظريات المنطقية . ومعناه أيضا أن المنطق الرياضى ينطوى على معان توضح دون تعريف . وتستخدم فى تعريف المعانى المنطقية الأخرى . ومن قبيل هذه المعانى : الانفصال بين قضيتين باستخدام «أو» واللزوم بين قضيتين . وقد اصطلح على التعبير عن القضايا برمز مثل $A \vee B$ ، وعن الانفصال بالرمز $\vee$ (وهو الحرف الأول من كلمة vel وتقابل فى اللاتينية « أو » التى لا تفيد الاستبعاد) وعن اللزوم بالرمز $\rightarrow$ (١) . وتعتبر إحدى البديهيات عن علاقة بين هذه الأفكار . مثل البديهية التالية : ($A \vee B$) $\rightarrow$ ($B \vee A$) (وهذا تعبير عن قابلية علاقة الانفصال للتبديل) . وإذا بدأنا من هذه البديهيات . أمكننا

(١) ومن المفهوم بالطبع أن هذه الرموز التى وضعت اصطلاحا يمكن استبدال غيرها بها .

مواصلة تقدمنا ، بفضل « قواعد » للاستنباط يمكننا من استخلاص نتيجة متمصحة من قضية معينة متى سلمنا بصفة هذه القضية . وهكذا تنتهي إلى تطبيقات منطقية تؤلف قواعد المنطق . وبفضل عملية التعريف ، يمكننا أن نصل من المعاني الأولى إلى معان جديدة ، ويتضمن المنطق الرياضي إذن « حسابات » لها نفس طبيعة الجبر المنطقي . غير أنه يزيد غنّه في أنه يبيّن « تدرج » هذه الحسابات ويربطها في نظرية للاستنباط ، تماما كما ترتبط الحسابات الرياضية في نظرية رياضية . وهكذا تتمثل في هذه النظرية الاستنباطية كل مزايا التسلسل : من تفكير في نقط البداية ، وتكرّر موجه .

وطبيعي أن ينطوي المنطق الرياضي على دراسة تثبت عدم التعارض بين بديهياته ، واستقلالها كل عن الأخرى . فقد بيحت هذا الحساب عن أضيق نقط البداية جدودا . أو عن أبسط قواعد استخدام الرموز . . ويطلق على هذا الدراسة اسم خاص . هو « ما بعد المنطق » *metalogique* . أي التفكير الواعي في المنطق . ولا شك في أن هذا الجزء من المنطق يقضى بنا إلى إدراك واع لاسس المنطق وقيمه ، وهكذا يمكننا أن نتصور كيف أن أحد المناطق قد قال « إن المنطق الرياضي ذاته يؤدي إلى تكوين فلسفه للمنطق الرياضي » . (١)

١١ - مذاهب المنطق كثيرة :

ولكن مثلما أن بديهيات الرياضه ليست بطبيعتها غير قابلة للبرهنه عليها (كما أوضحنا في الفصل السادس) ، كذلك نجد في المنطق الحديث نفس النسبية في اختيار البديهيات والمعاني الأولى . فإلى جانب المنطق الرياضي الذي يمكن أن نعند الآن « تقليديا » نوجد أنواع أو مذاهب من المناطق ، مثلما توجد « هندسات » إلى جانب الهندسة الإقليدية .

والواقع أن تعبيرا مثل « أنواع المنطق » قد يبعث الدهشة في نفوس الفيلسوف الذي اعتاد النظر إلى المنطق على أنه علم واحد لا كثرة فيه . ولكن لنستمع إلى المنطقي « فيز Feys » وهو يرد على دهشة الفيلسوف قائلا : « ليس لأحد أن يدهش عندما يسميع نتحدث عن أكثر من منطق حديث واحد ، فكل تغير في البديهيات يولد مذهباً صورياً جديداً . وهذه الكثرة من مذاهب المنطق لا تتناقض فيما بينها ، بل تظل كلها في مستويات مختلفة للتفكير . وكان من الممكن أن تتناقض لو كانت تضي معنى واحداً على الرموز التي تستخدمها . وتدعى مع ذلك إخضاعها لمصادر مختلفة » .

وهكذا تختلف البديهيات من منطق إلى آخر . وكذلك النفس الذي يمكن أن تفسر به المعاني التي تمهد لها هذه البديهيات . فمن بديهيات المنطق التقليدي ، مبدأ الثالث المرفوع (وصورة في المنطق الحديث : $V \text{ م } : \text{أى أ أو لا أ}) - \text{أى علينا إما أن نثبت القضية أو ننفىها} . ولا يوجد احتمال ثالث . على أن منطقيا هولنديا هو « هيتنج Heyting » قد أقام دعائم منطق لا يصح هذا المبدأ ضمن بديهياته ، ولا يعترف أيضا بعكسه : ذلك هو المنطق الحدسي Logique intuitionniste الذي تتطلبه الرياضيات الحدسية عند بروفر Brouwer (١) . أما بقية بديهيات المنطق الرياضى التقليدى فيعترف بها المنطق الحدسي . وأما المعاني أو المفاهيم فإن رفض بديهية الثالث المرفوع يغير معناها ، ولكننا نستطيع التعبير عن نظريات المنطق الرياضى الحدسي من خلال نظريات المنطق الرمضى التقليدى . وذلك عن طريق نظام معين في الترجمة ، مثلما يمكن ترجمة نظريات هندسة لوباتشفسكى إلى نظريات الهندسة الإقليدية عن طريق القاموس الذى اقترحه برانكاريه .$

(١) قدمنا وصفا موجزا للنظرية الرياضية عند «بروفر» في الفصل

١٢ - فكرة قيم الحقيقة في المنطق الرياضى :

عندما يعرض المنطق الرياضى التقليدى فى صورة استنباطية (اعنى باستنباط النظريات المنطقية من البديهيات) فإننا لا نرجع إلى قيم الحقيقة التى يمكن أن نتصف بها قضية ما . غير أنه من الممكن دراسة المنطق الرياضى التقليدى من وجهة النظر الجديدة هذه : فمن الممكن أن يكون للقضية قيمتان فتكون صادقة أو كاذبة . ولما كان المنطق الرياضى التقليدى لا يعترف إلا بهاتين القيمتين ، فقد سمى منطقاً « ثنائى القيمة bivalente » . على أن فى وسعنا القول بأن معنى الصدق والكذب يقحمن فى مجال عيى ، وعندئذ يكون علينا أن نكتفى بالقول إننا سنمزو إلى كل قضية قيمتين : القيمة ١ والقيمة ٢ مثلاً . ولكنا سوف نستبقى التعبيرين : صادق وكاذب . من أجل تيسير الفهم . فكيف ندرس المنطق الرياضى من وجهة النظر هذه ؟ لنضرب بضعة أمثلة . فهنا هى ذى الطريقة التى نعبّر بها عن الجمع بين قضيتين : $A \vee B$ ، وتكون A ب صادقة إذا كانت A صادقة و B صادقة (فنحن لا نستطيع أن نؤكد صدق مجموع القضيتين إلا إذا كانت كل من هاتين القضيتين صادقة) . أما الانفصال غير الاستبعادى بين قضيتين : $A \wedge B$ (A و B) غير بأنّه يصدق إذا كانت « واحدة على الأقل » من القضيتين A ب صادقة . فإذا كانت A كاذبة و B كاذبة ، فنحن لا نستطيع تأكيد $A \vee B$. وهكذا نرى أن قيمة مركبة مثل $A \vee B$ لا تتوقف إلا على القيمة التى تعزى إلى القضايا التى تكون عناصرها ، وهى A ب . وهذه ليست سوى أمثلة بسيطة للغاية . غير أن كل التعبيرات المنطقية ، مهما كان تعقيدها ، يمكن دراستها من وجهة النظر هذه . والنظرية أو المبرهنة : *theorem* المنطقية ، بوجه خاص ، هى تعبير « صادق دائماً أيا كانت القيمة التى تنسب إلى القضايا A ب ج ... المكونة لها . وهذا ما يطلق عليه اسم « تحصيل الحاصل Tautologie » بمعنى جديد كل الجدة لهذه الكلمة .

ويمكننا أن نصل إلى أنواع أخرى من المنطق إذا ما أدخلنا فيها جديدة غير الصدق والكذب ، كالقيم التي تحدد « درجات للصدق ، مثلا . وهذه الأنواع من المنطق تسمى « بعدية القيم
• « Polyvalentes

وهكذا قام منطقى بولندى ، هو لوكاشيفيتش Lukasiewicz بتشيد ودراسة منطق ذى ثلاث قيم يمكن الرمز لها بأرقام مثل صفر ، ١ ، ٢ . ويمكننا تفسير هذه القيم الثلاث بأنها : ما لا يصدق على الإطلاق ، وما يصدق كل الصدق - وما هو صادق فحسب . غير أن التفسير العينى لهذه القيم هو الذى يثير صعابا عسيرة ، وهى صعاب لا يتسع المجال هنا لبحثها .

١٢ - المنطق والرياضة :

المشكلات الخاصة بالعلاقات بين المنطق والرياضة لها أنواع مختلفة . فلنعرض بإيجاز لبعض هذه المشكلات .

١ - هل يجب على مناهج المنطق الصورى أن تستوحى المناهج الرياضية ؟ يبدو أن الإجابة عن هذا السؤال قد أصبحت واضحة ككل الموضوع فى أيامنا هذه : فمن طريق المنطق الرياضى ، أصبح المنطق بالفعل علما له نفس وضعية العلم الرياضى . وببعد أن أصبح المنطق علما مضبوطا بدقة ، اتضح لنا مدى النجاح الذى يستطيع تحقيقه .

٢ - أراد بعض المناطقة إرجاع الرياضة إلى المنطق ، والتعبير بوجه خاص عن مفاهيم رياضية خالصة ، كمفهوم العدد مثلا ، وذلك باستخدام معان منطقية محضة . وتعرف هذه المحاولة لرد المعانى الرياضية إلى المعانى المنطقية باسم « النزعة المنطقية logicisme » . غير أن هذا ليس إلا أحد الاتجاهات الكثيرة فى المنطق .

(م ٢٤ - المنطق)

٣ - يدرس المنطق مجموعات البديهيات الرياضية ، وطريقة صياغتها ، وصفات عدم التناقض والاستقلال فيها ، الخ . ولكن إذا كان المنطق يدرس « أسس » الرياضة ، فهل معنى ذلك أن من الواجب أن يسبق تركيب النظريات الرياضية ذاتها ؟ علينا أن نعترف بأن مهمة المنطق تتصف بوجه خاص بأنها « راجعة أو ارتدادية retrospective » : فهو يحدد طبيعة العمليات الرياضية وقيمتها بعد وجودها فعلا . فالمنطق وسيلة الى التبرير أكثر مما هو منهج للإبداع .

على أنه من العسير أن نحكم على ما حققه المنطق الحديث دون دراسته عميقة لأساليبه الفنية . لهذا فنحن مضطرون إلى أن ندع جانباً مشكلات المنطق الحديث لنعود إلى آفاق البحث التي كانت معروفة في القرن الماضي .

١٤ - الاستنباط يفترض الاستقراء الذى يزوده بمقدماته الكبرى :

إذا كان حقاً أن الاستنباط - كما يعرفه المنطق الصورى التقليدى - يصفه - ينطوى بوجه عام على فقدان للمصدق ، فمن الضرورى أن يوجد نوع آخر من الاستدلال يزود الاستنباط الشكلى بالمصدق الذى يحتاج إليه . وبعبارة أخرى ، يجب أن يتلقى المنطق الاستنباطى المقدمات الكبرى التى يبدأ منها ، من نوع آخر من الاستدلال . وهذا المنطق الآخر هو « الاستقراء » . وكلمة « الاستقراء » *induction* هى المقابل اللاتينى للكلمة اليونانية *epagoge* (التى كان الأخرى أن تترجم بقولنا « إضافة *adduction* » أو « استيراد *importation* »)

والاستقراء استدلال يبدأ بعدد معين من القضايا الشخصية (المتعلقة بواقعة واحدة أو فرد واحد) أو من القضايا الجزئية (المتعلقة ببعض الوقائع أو الأفراد) لينتهى إلى قضية كلية (تتعلق بكل الوقائع أو الأفراد من جنس معين) . ويعرفه أرسطو بقوله إنه هو الاستدلال الذى ينتقل من الخاص إلى العام .

ويمكننا تعريفه أيضا — كما قال « لاثلييه » — بأنه :
« العملية التي تنتقل بها من معرفة الظواهر إلى معرفة القوانين
المتحركة فيها » (١) ويتميز تعريف « لاثلييه » بأنه يوضح الاستخدام
العلمي للاستقراء .

١٥ — الاستقراء يمكن إرجاعه في حالات معينة إلى الاستنباط :

وضع « أرسطو » الاستقراء في صورة قياسية . وهذا هو
ما يسمى بقياس « الحيوانات التي لا حرارة لها » ولو كان
هذا القياس معادلا للاستقراء حقا ، لكان المنطق الصوري هو كل
المنطق . وإليك هذا القياس .

الإنسان والفرس والبغل يعيشون طويلا .

على أن كل الحيوانات التي لا حرارة لها هي الإنسان والفرس
والبغل .

∴ فكل الحيوانات التي لا حرارة لها تعيش طويلا (٢) .

وهو قياس منتظم تماما ، من الشكل الأول ، وكل ما في الأمر أن
حده الأوسط متعدد ، فهو « الإنسان والفرس والبغل » . على أن
هذا استقراء من نوع خاص جداً ، حتى إن أرسطو ذاته لم
ينخدع في قيمته الحقيقية ، إذ أننا نلاحظ أولاً أن « الإنسان والفرس
والبغل » ليسوا أفراداً ، وإنما هي أسماء فئات استخلصت صفاتها
باستقراء حقيقي يفترضه قياس (الحيوانات التي لا حرارة لها) ،
ويجمعه في كل موحد . ثم إن هذا القياس لا يفسر ميزة طول
العمر التي تتصف بها الحيوانات التي لا حرارة لها ، وهي الميزة
التي يفسرها أرسطو في موضع آخر فيقول : إن هذه الحيوانات

(1) Du fondement de l'induction (Alcan) p. 3

(2) Aristote : Premiers analytiques, II, 23

لها كبد أكثر نقاء ، وبالتالي دم أنظف ، ولهذا كان عمرها أطول (١) .

الاستقراء الصوري :

ومع ذلك فالاستقراء ، على نحو ما وصفناه ، لا يعدم أن يجد له استعمالا . وهو يسمى « بالاستقراء الكامل » أو « الاستقراء التصوري » ، وسبب هذه التسميات واضح . وهو يستخدم في التصنيفات : فإذا وجد جنس معين يحتوى على عدد معين من الأنواع ، وتحققنا من وجود صفة معينة في كل من هذه الأنواع ، كانت هذه الصفة منطبقة على الجنس بأكمله . أو قد يشتمل نوع معين (كالكواكب مثلا) على عدد معين من الأفراد ، ويتصف كل من الأفراد بالصفة التي نحن بصددنا (كأن يحتوى على جسم كيميائي معين مثلا) . ويظهر الاستقراء الكامل أيضا في تلك العمليات الشائعة المسماة في اللغة الدارجة بعمليات « التتيم pointages » : فالطالب « أ » قد سلم بحثه ، وكذلك الطالب « ب » ... الخ إذن فكل طلبة الفصل قد سلموا أبحاثهم .

ومع ذلك يجب الاعتراف بأن مثل هذه التطبيقات محدودة ، وأننا إذا تناولناها بالبحث فإننا لا نعرض لمشكلة الاستقراء الحقيقية .

الاستقراء التعميمي amplifiante :

إن الاستقراء الحقيقي هو ذلك الذى وُصف بأنه استقراء تعميمي : فهو يعمل في آن واحد على زيادة الحكم كمّا وجهه . أما باعتبار الحكم فذلك بانتقاله من الجزئى إلى الكلى ، وأما باعتبار

(1) Aristote : *Dei Partibus animalium*

وهي فقرة أوردها هاملان Hamelin في كتابه : مذهب أرسطو .
Le Système d'Aristote (Alcnn) p. 257.

الجهة فذلك بانتقاله من المرضي (أى من المعطى ، ومن الواقعة من حيث هى واقعة) إلى الضروري (أى القانون) .

ولقد حاول « فرانسيس بيكن » وضع نظرية فى « الاستقراء الحقيقى *inductio vera* » ، على حد تعبيره ، ولم يَئْخُفْ طموحه فى الماضى إلى أبعد بكثير مما ذهب إليه أرسطو . وقد أطلق على مؤلفه الكبير ، الذى لم يتمه ، اسم الأورجانون الجديد *Novum Organum* « أى المنطق الجديد : إذ كان المدرسيون يطلقون اسم *organon* (أى الأداة) على مجموع المؤلفات المنطقية التى وضعها أرسطو .

نظرية بيكن فى الاستقراء :

وصف بيكن العمل الذى يجب على العالم القيام به فى بحثه عن « السبب الحقيقى *vera causa* » وصفاً رائعاً ، وبلغه طريقة حافلة بالتشبيهات والصور . فهناك أولاً ما يطلق عليه اسم « صيد بان *Pan* » وهو الجمع المنهجى للتجارب العظيمة المتنوع ، التى يجب على العالم إجراؤها أو جمعها . وعلى العالم أن « ينوع » التجربة ، ومعنى ذلك أن يستخدم الوسائل المعروفة تقليدياً ، ولكن بحيث يحاول الوصول بواسطتها إلى نتائج أخرى : فيستخدم المرايا القوية لا فى تركيز ضوء الشمس بل ضوء القمر ، أو تركيز الحرارة فى مصدر أرضى . وعليه أن يطيل التجربة ، كأن يواصل التقطير مثلاً إلى مدى أبعد من المدى الذى يفضى إليه المرء عادة ، الخ ..

ثم تنبى مهمة التنظيم المنهجى للأمثلة (*instantiae*) فى قوائم (*tabulae*) مقارنة توضح ما بينها من أوجه الشبه والاختلاف : وهى قائمة الحضور (*tabula praesentiae*) وتكاد تكون هى طريقة الاتفاق عند « جون ستورت مل » ، وقائمة الغياب *tabula absentiae*

(وتكاد تكون هي طريقة الاختلاف) وقائمة التدرج *tabula graduum* (... طريقة التغير النسبي) •

وقد أثنى ديكارت على بيكن ، الذي كان أسبق منه ، ثناء عاطرا ، واعترف له بفضل التوجيه والابتكار في المنهج الذي يمكن من إجراء تجارب نافعة ، فقال : « ليس لدى ما أزيده في هذا الموضوع على ما كتبه فيريولاموس » (وهو الاسم الذي كان يطلق على بيكن ، الذي كان لورداً لفيرولام *Verulam*) (١) •

والحق أن بيكن كان يسعى ، مثل ديكارت ، إلى أن يهتدى من وراء الوقائع إلى ما يسميه « بالتركيب الدقيق الباطن *Schematismus* أو « العملية الكامنة *processus latens* » ، وذلك من أجل تفسير هذه الوقائع •

الفرض والاستقراء :

على أن منطق بيكن يفتقر إلى أمرين : فهو أولاً لم يوضح على الإطلاق أن كشف « التركيب الدقيق » أو « العملية الكامنة » هو نتيجة استدلال ينبغي تبريره منطقياً • وبعبارة أخرى ، فالمشكلة المنطقية للاستقراء لم تطرأ على ذهنه • ثم إنه لم يوضح بجلاء تلك الفكرة الأساسية ، وهي أن هذه النتيجة إنما هي فرض • وكلمة الفرض هذه تنطوي على معنيين • فالفرض تخمين ، وهو لا يعدو أن يكون احتمالاً وغير يقيني ، ثم إن الفرض مبدأ ، يستخلص الاستنباط منه نتائج يجب التحقق من صدقها بطريقة تجريبية • وفي هذه الصفة الثانية يستبقى الفرض شيئاً من وظيفته الرياضية ، كما أوضحنا من قبل •

ولقد حاول « هاملان *Hamelin* » وضع الاستقراء الذي قرر به

(١) Lettre de 1630 à Mersenne, t. I de l'édition Adam et Tannery, P. 195.

كبلر قانونه الأول في صورة استدلال — ويذكر هذا القانون أن « الكواكب ترسم حول الشمس مدارات بيضاوية تكون الشمس في أحد مركزيها » (١) . وعندئذ تكون هذه القضية نتيجة لاستدلال لا يمكن أن يكون قياسا بطبيعة الحال ، ومع ذلك تتمثل فيه صفة الانتقال عن طريق حد أوسط . والحد الأوسط هنا هو : أن المواقع المتعاقبة للكواكب يمكن أن تضم كلها بوساطة مدار بيضاوي . فضلا عن ذلك ، فقد أوضح « هاملان » الأساس الخفي للاستدلال ، وهو فكرة « الاحتمال » التي تتمثل في النتيجة . فالنقط لا تقع على مدار « اعتباطا » ، وإنما نهتدي إلى المدار الحقيقي لأنه من « غير المحتمل » أن تبسّدو النقط التي تحدد مواقع الكواكب منتمة إلى مدار بيضاوي ، وتكون في الوقت ذاته منتمة في حقيقة الأمر إلى مدار آخر . ويزداد احتمال كوننا قد اهتدينا إلى المدار الصحيح كلما ازداد عدد النقط التي كشفناها . وبعبارة أخرى ، فنقطة ارتكاز الاستقراء هي اعتقاد وإيمان ، أي الاعتقاد بوجوده « منح » ، وبوجود قانون ، وبوجود حتمية . فأساس الاستقراء هو الإيمان بالحتمية .

١٦ — الطبيعة الحقيقية للاستقراء :

والآن يمكننا أن نعرف كنه الاستقراء على نحو أدق . فهو أولا تخميني ، وهو يفترض ابتداءا حرا ترشده المعطيات وتلهمه ، دون أن تقهره على شيء . فعندما بحث كبلر عن القانون الهندسي الذي تخضع له الكواكب ، فكر أولا في الدائرة . ولكن تبين له أن هناك انحرافا ، ضئيلا جدا في الواقع ، بين الدائرة والمدار الحقيقي ، فجرب ١٩ مدارا مختلفا قبل أن يصل إلى المدار الحقيقي . وقد استخلص هذه المدارات التسعة عشر من المعلومات الهندسية التي

كونها علماء الهندسة ، خلال أبحاثهم في عهد طاليس ، وإقليدس ، وفي أثناء قيامهم بالكشف وبتحسين كشوفهم .

ثم إن الاستقراء يفترض الإيمان بالحتمية . ولقد كان كلود برنار على حق عندما قال إن من الواجب على العالم أن « يحتفظ بحرية كاملة تستند إلى الشك الفلسفي » . ولكنه أضاف : « ومع ذلك ، فيجب عليه ألا يكون شكاكاً ، بل يجب أن يؤمن بالعلم ، أى بالحتمية ، وبالعلاقة المطلقة والضرورية بين الأشياء » (١) .

وأخيراً فالاستقراء ينتهى إلى « فرض » ، أى إلى مبدأ احتمالى يصلح أساساً لاستنباط يمكن التحقق من صدقه .

فإذا كان الأمر كذلك ، فليس لنا في الواقع أن نعد الاستقراء استدلالاً موازياً للاستنباط . فالاستنباط « يرغم » ، ولا يترك أى مجال للاختيار . وفضلاً عن ذلك ، فالاستنباط هو على نحو ما « جزء » من الاستقراء . فننقل إذن ، بالأحرى ، إن الاستقراء منهج ، أى أنه مسلك معين في الاستدلال (١) .

١٧ — مبدأ الحتمية أساس الاستقراء :

قلنا إن الاستقراء يفترض الإيمان بالحتمية ، أى اعتقاد خضوع الطبيعة لقوانين . ومن هنا كانت الحتمية أساس الاستقراء .

المبادئ الثلاثة لعلاقات التجربة :

إذا ارتضينا في هذه المسألة ما ذهب إليه « كانت » ، قلنا إن البحث عن القوانين يفترض ثلاثة مبادئ يسميها كانت « مبادئ علاقات التجربة Analogies de l'expérience » . وهو يرمي من هذه التسمية إلى بيان أنها تمكن العالم من تفسير العلامات

Introduction à l'étude de la médecine expérimentale (١)
1re partie, chap. II § III édition scolaire Hachette p. 62-63.
A. Laland : Les théories de l'induction et de l'expérimentation. Boivin 1929. P. 279. (٢)

إلى تكشف له عنها التجربة ، والتي تنم عن وجود علاقات بين الظواهر (٢) . والواقع أن مبدأ العلاقة ليس إلا هوية في العلاقات تمكنا ، إذا وجدت حدود ثلاثة ، من التكن بالرابع على أساس أن علاقته بالثالث مماثلة لعلاقة الثاني بالأول . ولقد أوضح « كانت » بجلاء في هذا الصدد أن عمل العالم الذي يفسر التجربة ينحصر في التنبؤ بالعلاقات تبعاً لعلامات خاصة : ففي المثال الذي قدمناه من قبل (نقلاً عن هامان) يكون « الحد الأوسط » في الاستقراء هو العلامة التي يمكن من التكن بوجود المدار البياضوى الخفى ، سواء أكان ذلك التكن هينا أم شاقا .

وقد حدد « كانت » ميفة مبادئ علاقات التجربة الثلاثة كما يلي :

(١) مبدأ الجوهر :

« يظل الجوهر على حاله وسط تغير كل انظواهر دون أن تزيد كميته في الطبيعة أو تنقص » . فمهمة العالم تنحصر إذن في إيضاح طبيعة هذا الجوهر وتحديد كميته . وذلك هو موضوع تلك القوانين الكبرى المسماة « بمبادئ بقاء المادة والطاقة » .

العلم والجوهر :

قد يظن المرء أن العلم الاستقراي المعاصر ليس في حاجة إلى مبدأ الجوهر ، بل قد يخيّل إليه أنه ينبغي : هو ليس في حاجة إليه ، لأنه يكفي بصياغة قوانين سببية أو وظيفية تعبر عن علاقات بين الظواهر المتعاقبة ، أو بين العناصر المتلازمة للظاهرة ، أو بين الظواهر المتلازمة . ومن جهة أخرى فهناك ظواهر تناقض

(١) Critique de la raison pure, 2eme partie, livre II, 3eme section, § 3.

وسنتحدث في الأقسام : ب ، ج ، التالية عن هذه المبادئ الثلاثة ونبرهن عليها .

مبدأ بقاء المادة ، لأنها تبين لنا أن بعض أجزاء المادة تفقد أو تختفى بلا رجعة . فضلا عن ذلك ، فالمادة هي الكتلة التي تتغير تبعا للسرعة ، كما تقول بعض النظريات المعاصرة . ولكن يلاحظ أن كل فقدان أو ظهور للكتلة ، يصحبه ظهور أو اختفاء للطاقة يتناسب معه ، بحيث تكون الكتلة إحدى صور الطاقة . وإذا كانت الكتلة تتغير تبعا للسرعة ، فمن المؤكد أن الكتلة لن تعود هي الباقية ، بل إن ما يبقى هو علاقة خاصة معقدة بين الكتلة والسرعة . فهناك إذن على الدوام مبادئ للبقاء ، وكل ما في الأمر أن تحديد صيغة هذه المبادئ قد أصبح أكثر تعقيدا وتجريدا .

أما أن العلم في حاجة إلى هذه المبادئ ، فذلك ما توضحه الملاحظة الآتية :

إن القوانين تعبر عن علاقات ، غير أننا إذا نظرنا إلى هذه العلاقات من وجهة النظر العلمية ، وجدناها تربط حدودا « وأشياء » متضاربة .

ومن هذه الأشياء ما لا يتصف بالثبات ، وما يستمر في البقاء ، كالطاقة الكهربائية مثلا . ولكن ينبغي في نهاية الأمر أن يكون منها ما هو دائم ، حتى يكون العلم منصبا على حقيقة واقعة .

وإذن فقد كان « كانت » محقا عندما عد مبدأ الجوهر ضمن مبادئ علاقات التجربة . فهذا المبدأ يعني — كما لاحظ ميرسون Meyerson — مثلا — أن الروح العلمية تتطوى على قدر معين من « الواقعية » ، أي من الإيمان بالواقع . ولا شك أن هذه الواقعية مؤقتة ، وأن العلم مثالي في أساسه . ولكن العلم يرتكر ، في مرحلة معينة من مراحل البحث ، على واقعية مؤقتة ، يعبر عنها مبدأ الجوهر .

(٢) مبدأ السببية :

« كل التغيرات تحدث تبعاً لقانون الارتباط بين الأسباب والنتائج » . وعلى هذا المبدأ تبنى « القوانين السببية » ، ومن أمثلتها القوانين التي ترجع مرضاً معيناً إلى تأثير جرثومة معينة .

(٣) مبدأ التأثير المتبادل :

« يوجد تأثير متبادل عام بين الجواهر بالقدر الذي تكون فيه متزامنة في المكان » . وبعبارة أخرى ، فكل الأشياء المتزامنة في الكون يؤثر بعضها في بعض ، وهذا التأثير المتبادل يخضع لقوانين . وهذه القوانين « ارتباطية » ، فهي تبين أن الحوادث المشار إليها « ترتبط » بعضها ببعض . وهذه القوانين لا تسرى فقط على « الجواهر » - على حد تعبير « كانت » - أعني على الحقائق المادية ، بل تسرى أيضاً على الحوادث ، أعني على تغيراتها وعلى صفات الحقائق المادية أو الحوادث وعناصرها والعوامل المتحركة فيها . وهكذا نجد قانون « هاريوت » يحدد حجم كتلة من الغاز من حيث « ارتباطها » بالضغط ، وقانون « أوم Ohm » يمكن من حساب القوى الكهربائية المحركة لتيار كهربائي من حيث « ارتباطها » بالمقاومة والشدة .

١٨ - أساس الاستقرار عند كانت هو إمكان التجربة :

والآن نعرض لمشكلة أدق ، هي مشكلة « أساس » الاستقرار . فالأساس هو الدعامة المتينة ، وهو الحجة التي يدعيها العالم لنفسه عندما يستقرئ . ونقول إنه يدعى لنفسه حجة ، لأنه ينتقل من مجال إلى آخر ، فينتقل من الواقعة إلى القانون . فلم يكن كبلر يستطيع أن يرى المدار البيضاوي الذي أكد أن الكواكب تتحرك فيه ، وهو لم ير إلا « بضع » مواقع لكوكب « واحد » ، فافترض أن هذه المواقع نقط في مدار بيضاوي . وذلك المدار يضم عدداً

« لا متناها » من المواقع الماضية والحاضرة والمستقبلية « لآى » كوكب . وقد افترض كبلر أن كل الكواكب « مضطرة » ، بمعنى ما ، إلى التحرك فى مدار بيضاوى ، وأنها ترسم « بالضرورة » ، وعلى الدوام ، مدارات بيضاوية ، ومن هنا ندرك مدى « الوثبة » التى يقوم بها المرء عندما يستقرىء . وهذه الوثبة تحدث فى كل الأحوال ، ولا يتحقق أى علم دونها .

ومن المحال أن نبرر هذه الوثبة عن طريق المنطق الاستنباطى . فليس هناك أى « تحصيل حاصل » فى حركة التفكير التى نستقرىء بها . ذلك لأن أساس المنطق الاستنباطى هو « مبدأ الهوية » ، وتبعاً لهذا المبدأ لا يجوز للمرء متى أكد صدق قضية ما ، أن يؤكد صدق قضية أخرى تناقضها ، بل إنه متى أكدها ، وجب عليه أن يستمر دائماً فى تأكيدها ، هى وما تستتبعه من نتائج . فهل يحق للمرء أن يمد هذه القضية ويعممها ، وينتقل من تأكيد ظاهرة إلى تأكيد قانون ؟ إن مبدأ الهوية لا يرفض هذا الحق ، ولكنه عاجز تماماً عن أن يمدنا به ، بل الحق أنه لا يذكر عنه شيئاً .

الادراك الحسى والعلم :

لكن الأمر الذى يطمئنا هو أن « الوثبة » التى نقوم بها عندما نستقرىء ، هى وثبة نقوم بها بالضرورة ما دمنا « نفكر » . وفى هذه المسألة نجد أن الإدراك الحسى لا يقل تعجلاً عن العلم ، بل إنه ينطوى فى ذاته على نوع من العلم . فهو لا يصوغ قوانين بالمعنى الصحيح ، وإنما يقرر أشياء وحقيقة واقعة ، بطريقة ضرورية ، ويدعى لنفسه صفة الحقيقة ، ولو تخلى عن صفة الحقيقة ، لتخلى عن وجوده ذاته . على أن إقرار حقيقة واقعة ، معناه تأكيد أن لنا الحق فى الاعتراف بوجود يتقرر خارج الفرد الذى يقرره ، أعنى الاعتراف بوجود ضرورى شامل : ضرورى بمعنى أنه يتمثل ويوجد ضمناً فى كل الإدراكات الحسية للشخص الذى يدرك ، ويتمك

فى هذه الإدراكات على نحو ما ، وشامل بمعنى أنه متضمن ، بطريقة مباشرة أو غير مباشرة ، فى جميع الإدراكات الحسية لكل الموجودات القادرة على الإدراك الحسى • وإذن فالإدراك الحسى ذاته يتجاوز نطاق التجربة المباشرة فى تأكيد عمومية الوجود وضرورته •

وفى وسعنا أن نقرب بين الإدراك الحسى والعلم بطريقة أعمق من هذه • فليس ثمة إدراك حسى دون وجود هندسة تلقائية ، لأننا لا نستطيع رؤية شئ أو لمسه دون أن نحدد له شكلا • غير أن هذا الشكل هو فى ذاته « القانون » • وكما أن كبلر قد جمع فى المدار البيضاوى سلسلة من مواقع الكواكب ، فإن المدرك الساذج يجمع فى دائرة مثلا ، لمسات يده المائدة المستديرة ، أو الصور التى ترسمها هذه المائدة فى عينيه • وفى معظم الأحيان لا يمكن أن تكون هذه الصورة دائرية ، بل تكون ببيضاوية بدرجات مختلفة ، وإنما تكون فكرة الدائرة المتضمنة فى رؤية المائدة المستديرة نتيجة لنوع من الاستقراء التلقائى الساذج • وهذا الاستقراء بدوره يمكن من القيام بنوع من الاستنباط الذى يشبهه فى تلقائيته وسذاجته ، إذ أن الدائرة التى نفكر فيها عن طريق الإدراك الحسى للمائدة المستديرة تتشكل ذهنيا بعدد لا متناه من الدوائر أو من الأشكال البيضاوية الممكنة ، فتسمح بالتنبؤ بكل الصور التى يمكن أن تبعتها المائدة المستديرة فى أعين جميع من يدركونها ، أو بالتكهن بسلسلة الاتصالات اللسمية التى تقدمها الدائرة أو يمكن أن تقدمها لهم •

الفلسفة الترنسندنتالية :

علينا أن نبحث عن أساس الاستقراء فى الإدراك الحسى ، أى فى أكثر التجارب تلقائية ، وبساطة ، وضرورة • وهذا ما تعنيه الفلسفة الترنسندنتالية « عند كانت » • وقد عرض « كانت »

نفسه الفكرة الأساسية لهذه الفلسفة في مقدمة « نقصد العقل المحض » (الطبعة الثانية) فقال « إن الأمر هنا لا يُسبب بالفكرة الأولى عند كبرنك . فهو حين ألغى نفسه عاجزا عن الوصول إلى تفسير لحركات السماء على أساس القول بأن جميع الأجرام السماوية تدور حول المشاهد ، بدا له أنه قد يحرز نجاحا أكبر لو جعل المشاهد ذاته يدور ، ويترك النجوم ساكنة . وفي الميتافيزيقا ، يمكننا أن نقوم بمحاولة مماثلة ، وبالنسبة إلى إدراكنا الحسى للأشياء . فإن كان من الواجب أن ينظم هذا الإدراك تبعا لطبيعة الأشياء ، فلست أدري كيف يمكننا معرفة شيء عنه قبليا *a priori* . أما إذا كان الشيء (من حيث هو موضوع للحواس) هو الذى ينظم تبعا لطبيعة قدرتنا على الإدراك الحسى ، فعندئذ أستطيع أن أتصور هذا الإمكان بكل وضوح » (١) .

وبعبارة أخرى ، فقد أحدث « كانت » في الفلسفة انقلابا مماثلا لانقلاب كبرنك في علم الفلك : إذ بدد الفكرة الوهمية التلقائية التى تدعو المرء إلى اعتقاد أن الواقع الخارجى يفسر الإدراك الحسى تفسيراً كاملاً ، وينطبق عليه انطباقاً تاماً ، كأن يظن المرء مثلاً أن النجوم تدور حول المشاهد لأنه « يراها » تدور حوله . وقد بين « كانت » أن هذا الإدراك الحسى تمثّل *représentation* أى تدخل من جانب الذهن الذى يحدد الموضوع ، ويقرره على نحو ما ، كما أكد أن فى هذا التمثّل تدخلاً إيجابياً للذهن الذى يفهم الأشياء لكى يتعرف عليها باعتبارها حقيقة واقعة فى الوقت ذاته . وهذا ما فعله كبرنك عندما حمل على المذهب التلقائى القائل بمركزية الأرض ، واستبدل به مذهباً عقلياً يقول بمركزية الشمس . وهذا المنهج يسمى « بالمثالية » . فالمثالية هى تفسير الحقيقة الخارجية عن طريق الحكم الواقعى ، وتفسير الحكم الواقعى بالعقل الذى يريد أن يفهم .

ويطلق « كانت » على هذه الفلسفة اسم « الترנסدنتالية » .
ولقد كان المدرسيون يطلقون هذا الاسم على المحاولات التي تنطبق
على كل الموجودات ، مثل صفة كون الشيء « واحدا » ، أى كونه
يكشف عن وحدة داخلية . أما « كانت » فيطلق اسم « الفلسفة
الترانسندنتالية » على تلك الفلسفة التي تفرض على الوجود « شروطا
قبلية » مصدرها العقل . ولنلاحظ أن هذه الفلسفة ليست فى أساسها
جديدة كل الجدة . ذلك لأن « ديكارت » عندما بدأ تأملاته بالشك
المنهجى ، ووضع « الكوجيتو » : أنا أفكر ، إذن أنا موجود ، قد
قل فى الواقع نفس ما قاله « كانت » . فالتكذيب للواقعية
الساذجة فى الإدراك الحسى التلقائى ، والكوجيتو تعريف للحقيقة ،
وأنموذج كل حقيقة . فليست هناك حقيقة سوى ما أفكر فيه بوضوح ،
وما أفهمه ، بل إن فى وسعنا الاهتداء إلى أقدم أصول الفلسفة
الترانسندنتالية فى مثالية أفلاطون .

١٩ — برهان الحتمية :

وإن « فكانت » يسمى البرهان على مبدأ ما برهاننا ترانسدنتاليا .
إذا كان يثبت عن طريق الشروط القبلية للتمثل ، فهو بعبارة أخرى
البرهان الذى يؤكد وجود الحقيقة الخارجية عن طريق ضرورة الفهم .

١ — الجوهر : يأتى مبدأ الجوهر بالشرط الأول الذى ينبغى توافره
لكى يدرك ذهن أى تغير . وهذا الشرط هو أن يظل شئ ما
« ثابتا » وسط التغير ، إذ لو كان التغير كاملا ، لقضى على نفس المعيار
الذى يمكن من إدراكه .

٢ — السببية : مبدأ السببية شرط يتطلبه العقل لى يتصور
حقيقة تعاقب الحوادث . والتعاقب الحقيقى هو التعاقب الذى لا يمكن
عكس اتجاهه ، ولأىمكن تصوره بالترتيب العكسى دون خلف ، كما
هى الحال لو تصورنا — على سبيل المثال — نهرا يتجه تياره نجومنبعه .
فلواقع اتجاه ، لأن الزمان الذى نتصوره فيه له اتجاه . ولو

وجدت سلسلة من التصورات تسمح بأن تُعبر في أى الاتجاهين حسبما نريد ، لما كانت حقيقة ، ولكننا نعبر بالفسر أو بالحواس مجموعة من الأشياء هي في حقيقة الأمر مقترنة زمانيا ، كحجرات البيت الواحد مثلا — ولكننا لا نستطيع أن نتصور موت لويس السادس عشر قبل مولده ، لأن هذا الموت وهذا الميلاد واقعيان ، وحادثان • فالحوادث لا يمكن أن ترجع على أعقابها • وتصور صفة عدم القابلية للرجوع هو ذاته السببية ، إذ أن السبب يحدد النتيجة ، لا العكس • ولننظر . بتعبير آخر ، أعمق من الأول ، إن المرء لا يستطيع أن يوقع بان الحادثين متعاقبان إلا إذا أدرك أحدهما بوصفه سببا للآخر •

٣ — التأثير المتبادل :

وكما أن السببية هي أساس التعاقب ، فإن التأثير المتبادل هو أساس التزامن • فالحادثنان المتزامنان ليسا مجرد حادثين غير متعاقبين ، بل هما حادثان يؤثر كل منهما في الآخر تأثيرا متبادلا ، ومتساويا : فهما يكونان معا جزءا من عالم واحد • وهما مرتبطان ، ولو عن طريق الضوء الذي يتبدلانه ، والأشعاعات التي تنبعث من كل منهما نحو الآخر • ولقد كان تفكير ديكارت عميقا عندما قال إن الضوء هو الحقيقة الأساسية للكون المادى ، وأثبت تقدم العلم فيما بعد أنه كان محقا في قوله هذا • فالضوء (بمعناه العام ، أى بمعنى الأشعاع) هو الذى يمثل ماديا وحدة الكون •

٢٠ — أساس الاستقراء عند لاثلييه :

فلنفحص الآن الحجج الرئيسية لرأى مشهور في أساس الاستقراء (١) دافعت عنه فلسفة جول لاثلييه في ١٨٧١ •

فقد أكد لاثلييه ، من وجهة نظر يمكن تقريبها من وجهة نظر

« كانت » ، أن « شروط وجود الظواهر هي نفس شروط إمكان التفكير » (ص ٤١) . ولكن أصالة رأى لاثلييه إنما تنحصر في قوله بأن « المبدأ الذي تركز عليه معرفتنا القبلية للطبيعة مبدأ مزدوج » (ص ٦٩) . ويتكون هذا المبدأ من قانون للعمل « الفاعلة » وقانون للعمل « الغائية » . فالقانون الأول ينص على أن كل « ظاهرة متضمنة في سلسلة يتحكم وجود كل حد منها في وجود الحد الذي يليه » ، (ص ٤٢) ولكننا « ندرك وسط كثرة الظواهر وحدة تربط بينها » (ص ٥٥) . وعلى ذلك فهناك قانون ثان « تدمج فيه كل ظاهرة في نسق يتحكم فيه فكرة (الكل) في وجود الحد الذي يليه » ، (ص ٤٢) ولكننا « ندرك وسط كثرة لا يمكن أن ينتج إلا من اعتماد كل جزء منها على « الكل » ، فلا بد إذن أن تكون فكرة « الكل » في الطبيعة قد سبقت وجود اجزائها ، وتحكمت فيه . وإذن ففي الجملة يجب أن تكون الطبيعة خاضعة لقانون العمل الغائية » (ص ٧٩) .

ويستخدم لاثلييه القانون الأول ليفسر ما تتصف به سلاسل الظواهر من ترتيب وانتظام بوساطة قانون « الآلية الشاملة » *mécanisme universel* وقد يبدو أن مثل هذا التفسير الإلهي لصحة الاستقراء يتنافى مع أية طريقة أخرى للتفسير ، وأن المرء لا يستطيع أن يسلم في آن واحد بالآلية الشاملة ، وبالغائية . ولقد نهينا برجسون فيما بعد ، في كتابه « التطور الخالق » (ص ٤٣) إلى أن « الفلسفة الآلية إما أن تقبل أو ترفض بحذافيرها ، وينبغي رفضها لو كانت أصغر ذرة من التراب تبدى أى نوع من التلقائية بانحرافها عن المسار الذي تنتبأ به الميكانيكا » . وإذن فكيف نعترف بقانون العمل الفاعلة وقانون العمل الغائية في أن واحد ؟ يحدد لاثلييه نفسه هذا الاعتراض بدقته فيقول . « ٠٠ إن الوجود الموضوعي للظواهر ذاتها يبنى على تسلسلها الضروري : فهل يتسنى لنا أن نبحث لهذا الوجود ذاته عن أساس (م ٢٥ - المنطق)

جديد ، وهلا تكون الظواهر أكثر حقيقة وموضوعية لأن وحدة السلسلة ، التي تؤدي إلى ظهور كل حركة من الحركة السابقة عليها ، تصاف إليها وحدة النسق ، التي تؤدي إلى توجيه حركات متعددة نحو هدف واحد مشترك ؟ أليس من الواضح ، على عكس ذلك أن هذه الوحدة الثانية زائدة تماما ، وأن العقل ، بدلا من أن يدمجها في الأشياء ، يضطر عندئذ إلى انتظارها ، كما لو كانت مصادفة سعيدة ، ومنحة تتكرم بها الطبيعة ؟ » (ص ٤٧) •

ولكن الواقع أنه يوجد بين الظواهر نوعان من العلاقات : « علاقات السبب بالنتيجة ، وفيها تكون الظواهر سلسلة متصلة في الزمان ، وعلاقات الوسيلة بالغاية ، وعليها تركز الوحدة المتجانسة المنظمة للطبيعة » • (ص ٨٠) ففي الطبيعة ذاتها مستويان من مستويات الوجود ، مما يبرر البرهان الفلسفي الذي أتى به لاشلييه • « ففي وسعنا القول إن الظواهر « توجد » من حيث إنها تعتمد على سبب يسبقها في الزمان •• كذلك يمكننا القول بأن الظاهرة « توجد » من حيث إنها تساهم في تحقيق غاية هي أيضا مثالية •• بل إن هذا التعريف الثنائي للوجود يتمشى ، خيرا من الأول ، مع الفكرة التي نكونها عموما عن أحد الموجودات : لأن ما يسمى بهذا الاسم ، ولا سيما إذا كان كائنا حيا ، هو على وجه الدقة مجموعة من الظواهر التي تدور — على نحو — حول غاية مشتركة • وعلى ذلك ، فللطبيعة نوعان من الوجود ، يقومان على القانونين اللذين يفرضهما التفكير على الظواهر : وجود مجرد ، يتحد ذاتيا مع العلم الذي هو موضوعه ، ويرتكز على القانون الضروري للعلل الفاعلة ، وقانون عيني ، يعادل ما يمكن تسميته بالوظيفي الجمالية للتفكير ، ويرتكز على قانون عرضي للعلل الغائية » (ص ٨٠ — ٨١) •

وهذه الغائية هي التي تكشف عن سمة تتميز بها بوضوح فلسفة جول لاشلييه •

الفصل الثالث عشر

العمليات العامة للفكر "تجربة" التحليل والتركيب - الحدس

الاستنباط والاستقراء صورتان كحقيقتان ، وغير متميزتين ،
للتحليل والتركيب . فهذان الاخران هما المنهج الحقيقي لعلم
الطبيعة الرياضية الحديث .

والتحليل هو الحركة التي يصعد بها الذهن من شروط إلى
شروط ، حتى يصل إلى العنصر العقلي ، الذي هو « سبب »
المعطى . وقد ابتدعه الرياضيون (التحليل الباحث Zététique
والتحليل البرهاني poristique) . ولكن هناك أيضا تحليلا
طبيعيا وكيميائيا .

أما التركيب فهو الحركة العكسية ، وهدفه إعادة تركيب
المعطى عقليا ، بغية البرهنة عليه أو تحقيقه . وهو قابل
للتعميم .

فالاستنباط والاستقراء ، والتحليل والتركيب ، هي العمليات
المقالية المتدرجة (discursives) للعقل البشرى .
ويجب إكمالها بالحدس ، وهو معرفة مباشرة تنصب على ما هو
فردى . ولكن هل الحدس معرفة عقلية ؟ هناك فلسفات
للحدس تؤكد أنه خارج عن مجال العقل : ومن قبيلها :
المتافيزيقا المسيحية عند باسكال ، وفلسفة برجسون .
أما نحن فنعتقد بالأخرى ، مسايرين في ذلك النزعة العقلية ،
أن الحدس هو الصورة العليا للعقل ، وإن الإدراك العميق
للتفكير العلمي كنييل بأن يهتدى فيه إلى الروح مكتملة ،
وفي أرفع صورها .

١ — التحليل أفضل صور الاستقراء ، وهو المحرك الخفى له :

درسنا فى الفصل السابق العملية التى نصل بها من الوقائع إلى لقوانين . وهناك قوانين « كيفية » خالصة ، تنتهى إلى القول بأن للشيء خاصية مميزة ، كالقول بأن من خواص الحرارة أن تؤدى إلى تمدد الأجسام ، وتصهرها ، وأن الأثير يذيب المواد الدهنية ، وأن الأفيون مخدر . وقبل أن يضع جاليليو وديكارت أسس علم الطبيعة الرياضى ، ولافازيه أسس الكيمياء الرياضية ، كان العلم كله كيفيا ، وكان قوامه قضايا كيفية أيضا ، وكان الاستقراء الذى بنتهون به إلى القوانين « استقراء كيفيا » . ومع ذلك ، فالعلم لم يتخلص تماما من هذا الطابع . فالى جانب الطبيعة الرياضية بمعناها الصحيح ، يوجد دائما علم للطبيعة يسمى « بالتجريبى » ، بمعنى خاص لهذه الكلمة ، لأن قوامه أساسا تجارب تهدف إلى الكشف عن الخواص ، وإثباتها وإظهارها . فالطبيعة التى ندرس لتلاميذ لم يتعمقوا العلوم الرياضية بعد ، هى طبيعة « تجريبية » ، وعندما يبدأون فى التعود على معالجة المعادلات ، ولا سيما معادلات التفاضل ، بعد دراسة الرياضة فى الفصول العالية ، يمكنهم الانتقال إلى بحث الطبيعة الحديثة والكيمياء الحديثة بمعناها الصحيح ، وهما العلمان اللذان يحتل الحساب الرياضى فيهما مكانة أهم بكثير من مكانة التجربة . غير أن الطبيعة « التجريبية » ليست فقط صورة من الطبيعة أقرب إلى عقول الناشئين ، بل هى أيضا صورتها الأولى التمهيدية . فلزام على علم الطبيعة أن يكون فى البدء تجريبيا .

ونتيجة ذلك أن هناك نوعين من استدلال انبث : نوعا كيفيا ، تمهيديا ، هو الاستقراء بمعناه الصحيح ، ونوعا كيميا ، رياضيا ، يستخدم فى إضفاء مزيد من الصبغة الرياضية على العلم التجريبى ، ويسمى بالتحليل .

فلنقل : إذن إن التحليل بالنسبة إلى الطبيعة الرياضية هو بمثابة الاستقراء بالنسبة إلى الطبيعة التجريبية .

ولنصف إلى ذلك أنه إذا كان التحليل عملية مادية ، فهو في البدء عملية رياضية ، وفي هذه المسألة نجد أن التحليل المادى مكمل للتحليل الرياضى .

وفضلا عن ذلك ، فالتحليل تقابله عملية مكملة ، هى التركيب ، الذى يتف إزاء التحليل نفس موقف الاستنباط إزاء الاستقراء .

وأخيرا ، فإذا كان علم الطبيعة الرياضى هو أعلى وأكمل صور علم الطبيعة وأقربها إلى العقل ، فإن التحليل والتركيب ينبغى أن يكون أقرب صور الاستقراء والاستنباط إلى العقل أيضا . وهذا ما ستوضحه الدراسة التى سنقوم بها . وكما يحدث دائما فى المجال العقلى ، فالأكمل هو سبب الأقل كمالا ، والأعلى هو سبب الأدنى . فالتحليل هو الروح الخفية للاستنباط . والحق أن للاستقراء أنواعا يعلو بعضها على بعض تباعا : فالاستقراء الشكلى ليس إلا تلخيصا ، والاستقراء التعميمى فيه انتقال من الخاص إلى العام . غير أن هذا التعميم كان يصبح مستحيلا لو لم يكن « ابتداء » للقضية العامة ، « ووثبة حقيقية ننتقل بها من المحسوس إلى المعقول . وما كان الكشف عن المعقول ليكون ذا أهمية لو لم يكن هو سبب المحسوس أو شرط وجوده ، على أن حركة العقل ، التى تنتقل نحو سبب الشئ المشار إليه أو شرطه ، هى بعينها التحليل . وسنرى فيما بعد أن التركيب هو نفس بناء البرهان الرياضى ، والاستنباط ، كما تبين لنا من دراسة المنطق الرياضى ، يزداد كمالا باقترابه من البرهان الرياضى ، الذى يعد صورته المثلى .

ومن المهم أيضا أن نلاحظ أن الرياضة قد بدأت بالاستقراء . فيه تمكن المساحون المصريون القدماء من إثبات أن المثلث الذى أبعاده ٣ ، ٤ ، ٥ هو مثلث قائم الزاوية . وقد « حل » الرياضيون اليونانيون فى مدرسة فيثاغورس هذه الخاصية ، واكتشفوا « سببها » ، وهو أن $٢٥ = ٢٤ + ١$ ، ولما مضوا فى التحليل أبعد من ذلك ، توصلوا إلى مقابل النظرية المسماة بنظرية فيثاغورس ،

وهو : المثلث الذى يكون مربع أحد أضلاعه مساويا لمجموع مربعى الضلعين الآخرين ، هو مثلث قائم الزاوية — ثم توصلوا إلى نظرية فيثاغورس ذاتها : مربع وتر المثلث قائم الزاوية يساوى مجموع مربعى الضلعين الآخرين •

وقد اكتشفت نظريات كثيرة فى الهندسة ، أقرب إلينا من هذه ، عن طريق الاستقراء • فمما يروى عن جاليليو أنه لما أراد معرفة العلاقة بين مساحة القوس الدائرى وبين مساحة الدائرة التى اقتطع منها ، وهى العلاقة التى تكهن بأنها بسيطة وثابتة ، قطع السطحين على لوح تام متجانس تماما ومصنوع من النحاس ، ووزنهما • وبعده بفترة وجيزة ، سار ديكارت ، ثم باسكال فى طريق التحليل ، واكتشفا البرهان بطريقة منظمة • وكذلك الحال فى نظريات عميقة فى الحساب • فقد ذكر الرياضى فيرما Fermat (١٦٠١ — ١٦٦٥) بعض القضايا المتعلقة بأعداد من أنواع خاصة ، ولم يأت لها ببرهان — ومنها ما لم يهتد أحد إلى البرهنة عليه حتى الآن • ولكن منها ما أثبت التحليل العددي ، الذى مضى فيه الباحثون بصبر وأناة بقدر كاف ، أنه باطل ، وعلى ذلك فإن « فيرما » لم يكن يعرف البرهان عليها ، بل اكتفى بالاهتداء إليها عن طريق استقراء ثبت بطلانه •

٢ — ديكارت وضع الخطوط العامة لمنطق التحليل والتركيب :

كان ديكارت هو الذى أدرك ، فى نفس الوقت الذى كشف فيه عن نظرية علم الطبيعة الرياضى ، أن هذا العلم الجديد يقتضى منطقا جديدا ، أو كما يقول ، « منهاجا » جديدا • وقد صاغ ديكارت هذا المنهج أولا فى كتابه : « قواعد لإرشاد العقل Regulae ad directionem ingenii » ، الذى كتبه لنفسه ، ووجد بعد وفاته ضمن كتاباته (ولا بد أن تاريخ كتابته كان عام ١٦٢٨)

كما صاغها بعد ذلك بمزيد من الإيجاز في « المقال في المنهج »^(١)
 « Discours de la méthode » الذي نشر في عام ١٦٣٧ .

والأمر الجدير بالاعجاب في « القواعد » هو أن ديكرت قد أخذ على عاتقه فيها أن يعالج الرياضة وعلم الطبيعة معا ، ناظرا إلى علم الطبيعة على أنه امتداد للرياضة أو إحدى حالاتها الخاصة ، أو بعبارة أدق ، حالة خاصة من حالات « الرياضة الشاملة mathesis universalis » التي أشار إلى فكرتها في القاعدة الرابعة ، والتي تبحث بوجه عام في النظام والقياس . ذلك لأنه يرى أن كل علم إنما هو رياضة ، بمعنى أن كل علم ، كما يقول ، هو معرفة بيقينية واضحة . ومن جهة أخرى ، لأن « الحساب والهندسة هما وحدهما ، من بين سائر العلوم المعروفة ، للذان يتخلصان من كل بطلان وشك » . (القاعدة الثانية) . والفارق الوحيد بين الرياضة بمعناها الصحيح وبين علم الطبيعة ، أن المشاكل في الرياضة مصددة تحديدا كاملا ، بينما هي في الطبيعة غير محددة جزئيا ، أو لنقل بالأحرى إنها تتطوى على قدر من التخمين . وبعبارة أخرى ، فليس ثمة فارق أساسي بين حركة العقل الذي يضع به الرياضي معادلة ويحلها ، وبين العملية التي يكشف عالم الطبيعة بها قانونا ويحققه . وقد كرس ديكرت للمشكلات « المحددة تحديدا كاملا » القواعد من ١٣ - ٢١ ، وكان ينتوي أن يوضح فيما بعد معالم المنهج الذي يمكننا من حل المشكلات غير المحددة جزئيا ، مثل سبب خواص المغناطيس ، بناء على الظواهر التي اعتدى إليها جلبرت Gilbert ، أو سبب خواص الأوتار المتذبذبة ، بناء على أبحاث « مرسن Mersenne » ، غير أن هذا الجزء من « القواعد » ناقص ، وربما لم يجد ديكرت لديه من الفراغ ما يمكنه من المضي إلى هذا الحد من بحثه . بعد

أن اضطرت سلطنة الكاردينال دي بيريول de Bérulle إلى إكمال مذهبه في الميتافيزيقا وفي الطبيعة وإعادة كتابته .

أما عن كتاب « المقال في المنهج » فسوف نشير إلى النصوص التي تعالج موضوع التحليل والتركيب فيه .

٣ — التحليل ينتقل من الواقعة ، ومن المعطى ، إلى أسبابها المسماة بالعناصر :

تدل كلمة التحليل ، في أصلها الاشتقاقي على « التفكيك » . ولكن يجب أن نميز بين أنواع من التحليل ، تبعا لطبيعة الشيء الذي يفكك ، وللتنتائج التي نتوصل إليها .

أ — التحليل المادي :

وهو تفكيك كسلة من المادة إلى أجزائها المكونة لها ، سواء أكانت هذه الأجزاء متجانسة (كما في التجزئة البسيطة للكسلة) أم غير متجانسة (للتمييز بين هذه الأجزاء في نفس الوقت الذي تفككها فيه ، ولكي نكشف عن واحد منها له خواص تهمنا ، كما يفعل الصيدلي) . والحق أن كلمة « التحليل » ، بمعناها الصحيح ، لا تستخدم إلا بالمعنى الثاني .

ب — التحليل التصوري :

وهو تفكيك تصور إلى « صفاته » ، لتحديد مفهومه والتوصل إلى تعريفه . وكثيرا ما يساعد على القيام بهذا التحليل ، تفكيك « اللفظ » على نحو يكشف عن أجزاء المعنى ، عن طريق نهاياتها وأصلها ، وصورها المتغيرة .

الاحكام التحليلية والاحكام التركيبية :

هذا النوع من التحليل هو الذي كان يفكر فيه « كانت » عندما

وهو أحكاما معينة بأنها « تحليلية » (١) . وتلك هي الأحكام التي ينطوي موضوعها على مجموعها (*praedicatum inest subjecto*) على حد تعبير ليينتر (٢) وفي هذا يقول « كانت » :

« عندما أقول مثلا : كل الأجسام ممتدة ، فهذا حكم تحليلي ، إذ أنني لست في حاجة إلى الخروج عن المفهوم الذي أربطه بكلمة : جسم ، للوصول إلى الامتداد المرتبط به ، بل يكفي أن أفكره ، أي أن استحضر عناصره المتباينة التي أتصورها دائما فيه ، لكي أعتد دائما إلى هذا المصطلح » ، فالأحكام التحليلية في أساسها أحكام تقوم على تحصيل الصامل . وهي لا تحتاج كما يقول « كانت » إلى أي مبدأ آخر سوى مبدأ الهوية .

وفي مقابل الأحكام التحليلية ، يقول « كانت » بالأحكام التركيبية ، التي عرفها بأنها « تلك التي يكون محصولها خارجا تماما عن موضوعها ، مع ارتباطه به » ، وبعبارة أخرى فهي تلك التي « نتصور فيها ارتباط المصطلح بالموضوع دون هوية بينهما » . فمثلا ، عندما أقول : كل الأجسام لها وزن ، يكون المصطلح شيئا مختلفا تماما عما يطرأ على ذهني بمصطلح مفهوم الجسم وحده بوجه عام » .

والأحكام التركيبية تدخل ضمنها أولا كل أحكام التجربة : والمثال الذي يضربه « كانت » هو في الواقع ، على نحو ما ، نص قانون نيوتن . ولكنه أضاف قائلا (١) « إن الأحكام الرياضية كلها تركيبية » وبرهن على قضيته هذه بتفسير أبسط قسمة حسابية كالقضية $٧ + ٥ = ١٢$ ، بأنها قضية لا نصل إليها عن طريق تحليل التصورات ، وإنما عن طريق « تركيب » أو عملية معينة .

Critique de la raison pure. trad. Archambault, t. I, (١)
P. 42-45.

Critique de la Raison pure (٢)
ترجمة أرشامبو الجزء الأول من ٤٢ ، ٤٥ - انظر أيضا الجزء الثاني من ٤٦ .

وهكذا يبدو أن التحليل عند « كانت » غير عند ديكارت ، لأن هذا التحليل عند الأخير مستمد من الرياضة ، بينما الرياضة كلها تركيبية عند « كانت » . ولذن فلا بد أن يكون هناك نوع ثالث من التحليل ، إلى جانب التحليل المادى ، الذى نستطيع أن ندرك بوضوح أنه ليس المقصود هنا ، وإلى جانب التحليل التصورى (أو تحصيل الحاصل ، أو التحليل المنطقى) الذى يشير إليه « كانت » — وهذا النوع الثالث هو :

ج - التحليل العقلى بمعناه الصحيح :

وهو البحث عن أسباب ظاهرة أو قضية . وهو الذى يدور حوله البحث فى هذا المقام ، لأنه هو لب الاستقراء . وهو يصل إلى العنصر بمعناه الصحيح (stoichéion) الذى هو الفكرة . وكلمة العنصر هنا مرادفة « للمبدأ » وللأساس العقلى ، ويمكننا الاهتداء إلى معناه فى تعبيرات مثل « عناصر أو أركان الهندسة (١) » . وقد استخدمت كلمة « التحليل » بهذا المعنى لأول مرة عند علماء الرياضة اليونانيين ، كإقليدس مثلاً :

١ - إقليدس يطلق هذا الاسم على عملية غريية ، تنحصر فى افتراض قضية لم نبرهن عليها ، واستخدامها فى البرهنة على قضية سبق البرهنة عليها ، عن طريق الارتداد . (القضية الخامسة من الباب الثالث عشر لكتاب « العناصر ») .

التحليل الباحث : Analyse Zététique

وبناء على هذا المعنى ، أطلق علماء الهندسة اليونانيون اسم التحليل على كل عملية مرشدة Processus régressif

(١) وهو اسم كتاب إقليدس المشهور فى الهندسة ، الذى ظل دعامة علم الهندسة النظرية فى صورته التقليدية حتى عصر قريب . « المترجم »

في الهندسة ، وعلى رأسها العملية التي تبحث عن أساس قضية من القضايا السابقة لها . ويطلق عليها الشارح « جيمينوس Géminus » اسما دقيقا كل الدقة ، هو « اختراع البرهان فنتظرية فيثاغورس مثلا تنص على أنه في مثلث $\alpha \beta \gamma$ ، القوائم الزاوية في β ، تكون $\alpha \gamma^2 = \alpha \beta^2 + \beta \gamma^2$. على أن مربع أحد الأطوال هو المتوسط النسبي بين طولين آخرين ، لأنه إذا كان $\gamma^2 =$

ط ك

ف $\times$ ك فان — = —

ف ط ^(١)

فيجب إذن أن نقيم نسبا بين α ، β ، γ ، ومن ثم نكتشف في الشكل « مثلثات متشابهة » .

ج — كذلك يعد حل أى مسألة تحليلا . فلنفرض أننا نريد رسم دائرة تمر بثلاث نقط . عندئذ أقول : « لنفرض أن المسألة قد حلت » . وهذا التعبير المألوف يعنى أن « المسألة ستحل على شرط أن » أجد مركز الدائرة ، (إذ أن هذا يوصلنى إلى نصف القطر ، ما دامت لدى ثلاث نقط من المحيط) . « فشرط » الوصول إلى نصف القطر هو أن تكون لدى نقطة تبعد عن النقطة المعطاة بمسافة متساوية . الخ . وهكذا ندرك كيف يتقدم التحليل من شرط إلى شرط .

وتسمى العمليتان ب ، ج « بالتحليل الباحث » .

التحليل البرهانى : Analyse Poristique

د — في القرنين السادس عشر والسابع عشر ، رأى علماء الهندسة مثل فييت Viète وفيرما Fermat وديكارت ، أن التحليل هو السر الأكبر للرياضيين اليونانيين ، وهو مصدر قوة الرياضة . وفي « القاعدة

(١) وهذا ما نصل اليه بضرب الوسيطين في الطرفين . « المترجم »

الرابعة « يقول ديكارت » « لقد لوحظ أن علماء الهندسة المتقدمين كانوا يستخدمون تحليلاً معيناً ، اهتموا به إلى حل المشكلات ، وإن كانوا قد ضنوا بعلمهم هذا على الأجيال التالية » ، ولكن السر قد كشف . وكما يقول ديكارت : « ألسنا نستخدم نحن أنفسنا نوعاً من الحساب ، المسمى بالجبر ، ينحصر في أن نجري على العدد ما كان الأقدمون يجرونه على الأشكال ؟ » فالتحليل عند القدماء ، أي عند أرشميدس وأبولونيوس ^(١) مثلاً ، كان قاصراً على الهندسة ، والمثال الذي ذكرناه منذ قليل يكشف عن أهم ما فيه . وكان الالتهام إلى سر أبولونوس وأرشميدس هو الشغل الشاغل للرياضيين منذ عصر النهضة والقرن السابع عشر . والغريب في الأمر أن هؤلاء الرياضيين قد اهتموا ، أثناء محاولتهم تحقيق هذا الهدف ، إلى كشف لم تخطر ببال أرشميدس أو أبولونيوس . فقد وضعوا منهجاً للتحليل (التحليل البرهاني) يمكن من المضي صعوداً وهبوطاً بين القضايا ، ولتحقيق ذلك كشفوا عن وسيلة أساسها أنه ما دام الشرط الضروري هو في الوقت ذاته الشرط الكافي ، فيكفي أن نهتدي إلى البرهان لكي يتحقق بالفعل ، ويكفي أن نكشف عن عناصر المسألة لتكون قد حلت . وهذا التحليل البرهاني هو مبدأ الجبر الحديث ، حيث يكفي وضع معادلة ، ثم حل هذه المعادلة ، للبرهان على حل المسألة ذاتها .

!التحليل الديكارتي :

عمم « ديكارت » فكرة التحليل ، وكان ذلك التعميم هو أهم عناصر المنهج الديكارتي . ولا ينطبق التحليل عند ديكارت على « الجبر عند المحدثين » (على حد تعبيره) فحسب ، بل ينطبق أيضاً على العلوم التجريبية والميتافيزيقا .

(١) عاش أرشميدس من ٢٨٧ إلى ٢١٢ من م . وأبولونيوس (منبرجا) ما بين ٢٦٠ و ٢٠٠ ق . م .

وهو يعرض رأيه في التحليل بإيجاز شديد في القاعدة الثانية من المقال في المنهج ، فيقول إنه « تقسيم كل الصعوبات التي سأبحثها إلى أكبر عدد ممكن من الأقسام ، على النحو الذى يمكننى من إيجاد حلها ، والذى تقتضيه إيجاد هذا الحل » والمقصود هنا هو التحليل البرهانى . وفضلا عن ذلك فقد نبهنا ديكارت ، قبل ذلك ببضع صفحات ، إلى أنه لما أراد وضع دعائم منهجه ، قد آنف بين « تحليل الأقدمين وجبر المحدثين » .

فلنبادر إذن إلى القول بأن قوام الميتافيزيقا الديكارتية هو في الارتقاء من الإدراك الحسى — عن طريق الشك المنهجى — إلى تأكيد وجود الذات المفكرة (أنا أشك ، إذن أنا أفكر ، إذن أنا موجود) ، ثم تأكيد وجود الله ، ثم ما أسماه ديكارت « بالصدق الإلهى » ، أى حقيقة هذا الإلهام الباطنى الذى هو العقل ، والوصول تبعاً لذلك إلى إدراك قيمة علم الطبيعة الرياضى ، وفى هذا تعميم للتحليل البرهانى .

التحليل التجريبي والتحليل البرهانى :

(و) هناك تحليل تجريبى ، يشبه التحليل الرياضى . وهو يبدأ منذ مشاهدة الظاهرة ، إذ أن الانتقال من الظاهرة العلمية هو في ذاته تحليل . « فقياس » الظاهرة معناه فى الواقع إضفاء صورة رياضية عليها ، لكى تدخل فيما بعد ضمن الصيغ التى تعبر عن قوانين — ومعنى ذلك وضعها فى معادلة . كما أن تفسير الملاحظة وتصحيحها معناه التقدم بالعملية نفسها ، بإدماج الظاهرة كما نقرها ضمن مجموعة المعارف العلمية التى اكتسبت من قبل . مثال ذلك أن تفسير تجربة متعلقة بالكهرباء ، هو إدماج نتيجة تلك التجربة ضمن النتائج التى اكتسبت فى مجال معرفتنا العملية بالتيار الكهربائى ، وتصحيح ملاحظة فلكية هو التوفيق بينها وبين ما تعلمناه فى علم الضوء عن طبيعة الضوء وسرعته وانكساره . وجميع هذه العمليات تعين على وضع الظاهرة فى صورة معادلة .

أما الانتقال من الظاهرة إلى القانون ، فذلك هو حل المعادلة .
والدالة الرياضية التي تعبر عن القانون هي مجهول المعادلة . وهي
نستخلص بعملية لا يمكن أن تبلغ من الدقة مبلغ العمليات الجبرية ،
إذ أننا نستخدم في الجبر أفكارا هي من إنتاج ذهن الخالص ،
أما في علم الطبيعة ، فنحن نخرج — على نحو ما — عن العالم الذي
يجب الكشف عنه ، والذي لا ننفذ إليه إلا عن طريق التخمين .

(ز) والبعض يقول بنوع آخر من التحليل ، هو « التحليل
الكيميائي » ، ولهذا القول ما يبرزه . غير أن كلمة التحليل تستخدم
في الكيمياء بمعنى أقل دقة منه في الطبيعة ، لأننا عندما « نحلل »
جسما مركبا ، نؤثر في الأفكار وفي المادة معا . فمن جهة نحاول
الوصول ذهنيا إلى « عناصر » الجسم ، أى إلى أجزائه التي تفسره ،
والتي تشمل خواصها على « أساس » الخواص المتمثلة في الجسم ،
ولكننا نحاول من جهة أخرى أن نفكك الجسم ماديا ، أى أن نفصل
أجزائه المادية ، التي تختلف فيما بينها اختلافا كيميا . وفصلا
عن ذلك ، فهذه العملية الثانية تتم في معظم الأحيان بطريقة غير
مباشرة تماما . فنادرا ما ينجح المرء في إجراء هذه العملية ، بحيث
تتفصل العناصر المكونة انفصالا ملموسا ، وتكون في صورتها
الخالصة . فمثلا لم يستطع « لافوازييه » فصل الأكسجين في جانب
والأزوت في جانب آخر ، بل اضطر إلى تثبيت الأوكسجين على زئبق .
ولم يستطع إطلاقه خالصا ، وتحديد خصائصه ، إلا بوساطة تجارب
مكاملة . أما الأزوت ، فقد كان عليه أن يعرفه من خلال خواصه ،
بأن يخضعه هو الآخر لتجارب أخرى — وإذن فافهم ما في هذا
النوع من العمل التجريبي هو العملية التي تتابع بها العناصر في
عدوها ورواحها . وبالاختصار ، فالعنصر لا يعطى في التجربة ،
وإنما هو فرض ، ومجهول ، يستخلص بمجهود عقلي هو ذاته
تحليل .

التحليل العملي والفني :

(ح) يطبق التحليل عمليا في الحالات التي نبحث فيها عن وسائل توصل إلى غاية ، وعندئذ تكون الغاية هي النقطة التي نبدأ السير منها لنكتشف الوسائل « بالتحليل » ، وذلك بأن نفترض أن المسألة قد حلت — كما هي الحال في الرياضيات — ونبحث عن الشروط التي أمكن أن تحل بها ، حتى نصل خطوة بعد خطوة إلى شروط يمكن تحقيقها . وهذه هي الطريقة المتبعة عندما يريد المرء أن يحدد مراحل طريق ، أو يحسب جدولا للمواعيد ، وهي أيضا الطريقة التي يستدل بها المهندس حين يهدف إلى صنع رسم لشيء مصنوع ، والطبيب حين يصف أدوية أو نظاما في الأكل .

٤ — التركيب أو الاستنباط غير القياسي هو الحركة المضادة للتحليل :

التركيب هو الاستدلال الذي يتمثل — في أنقى صورة — في البرهان الرياضي . فهو إذن نوع من الاستنباط . ولكن ينبغي عندئذ القول إنه استنباط غير قياسي ، أعني ليس له نفس تركيب القياس ، أو الاستنباط الصوري أو المنطقي . وإليك الفروق الأساسية بين النوعين :

١ — فهو كما أوضحنا من قبل تعميمي *amplifiante* ، أي أنه يعمم ، أو قادر على التعميم . والمناطق يقبولون إن المبادىء والمفهوم (في الألفاظ أو في القضايا) يتناسبان تناسبا عكسيا . أما في الرياضيات فالأمر على العكس من ذلك ، إذ أن التعميم يتحقق ما دام التعميم .

٢ — والتركيب لا ينصب على صنفات ، وإنما على « علاقات » . والقضايا التي يربط بينها التركيب لا تعبر عن تلازم ، أعني عن تعلق

صفة بموضوع ، وإنما تنبئ عن علاقات ، كعلاقة مسلوطة أو لا مساواة أو علاقة ارتباطية .

ونتيجة ذلك أن التركيب هو تأليف بين علاقات . ففي الاستنباط الصورى أو المنطقى ، نضم صفات (تتصف بها فئات) أو فئات (تتمثل فيها صفات معينة) . ومثال ذلك ، أن الصفة «إنسان» تتضمن صفة «الفناء» ، وتمكننا من أن ننسب إلى الموضوع «سقراط» صفة «بقاء» ، أو «فئة الفئانيين» تنطوى على فئة «الإنسان» وبالتالي على الموضوع «سقراط» . أما فى التركيب فنحن نؤلف بين علاقات التشابه والتناسب ، لنصل إلى تحديد العلاقة بين مربعات الأضلاع مثلا .

٣ — التركيب ليس صوريا . فهو ليس عملية يمكن فصلها عن محتواها . وفى هذه المسألة يجب ألا نخضع باستخدام الحروف ، الذى يستعيره المنطق الصورى من الجبر ، والذى قد يوهم بأن الجبر منطق صورى . فالحروف ، فى المنطق الصورى ، تعبر عن صفات أو فئات نأبى النظر إليها فى ذاتها لأننا لا نهتم إلا بعملية الاستدلال ذاتها ، أما فى الجبر فالحروف تمثل أعدادا نأبى النظر إليها فى ذاتها ، لأننا لا نهتم إلا «بالعمليات الرياضية» لا بالاستدلال . والعمليات هى المادة الحقيقية للاستدلال . فمثلا (أ + ب)^٢ تعنى «مربع حاصل جمع» .

فالتركيب هو إذن العملية المقابلة للتحليل . وهو يستخدم فى حالتين : فى الحالة الأولى يبرهن على مشروعية التحليل إذا كان التحليل للبحث فقط ، لا للبرهان ، فبعد أن يثبت المرء أن البرهنة على نظرية فيثاغورس تقتضى الارتكاز على النظريات المتعلقة بغوامس المثلثات المتشابهة ، نبدأ البرهان مسافرين بالترتيب العكسى . وكذلك ، بعد أن نثبت أن رسم دائرة تمر بثلاث نقاط يقتضى مد المنصفات إلى المستقيجات التى تصل بين هذه النقاط ، نبرهن على أن نقطة

تقاطع هذه المنصفات هي ذاتها مركز الدائرة • فالتحليل قد استخلص الشرط الضروري • والتركيب يثبت أن هذا « الشرط » هو الكافي •

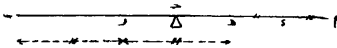
وإني هذه الحالة الأولى أيضا ينتمي التحقيق التجريبي • فالقانون يتخذ مبدأ • والتركيب يستخدم لإعادة بناء الظاهرة التي ينبغي أن نجرب عليها بعد ذلك •

أما في الحالة الثانية • فالتركيب عملية للعرض وللتعميم في الوقت نفسه • فالكتب الدراسية في الرياضة تعرض بالطريقة الترتيبية التي سدم إقليدس أو نموذج لها • وهذا العرض يؤدي إلى اقتناع كئيد • يتميز به ابن برهان الرياضي • وفضلا عن ذلك فالتركيب الرياضي يمكن من تعميم النتائج التي نحصل عليها علميا • وذلك هو هدف هذه الكتب الدراسية • ففي كتب الهندسة الأولية مثلا • يبدأ الباحث بتحديد مساحة المربع • ثم مساحة المستطيل • ثم تختب • للوصول إلى نظرية المساحات بوجه عام • والعملية دائما واحدة : فالرياضة تبدأ على الدوام بحالة بسيطة • هي حارة مرديه • ثم تزداد تعقيدا بالتدرج حتى تصل إلى أعم الاحالات • وفي هذا يقول ديكرت • في الجزء الثاني من المقال في المنهج : « ... أن امضى في أفكارى بالترتيب • بادئا ببسط الأشياء وأيسرها معرفة • لارتقى منها رويدا رويدا • وبخطوات تدريجية : إلى معرفة أكثر الأشياء تركيبيا • » والمثال الذى يورده ديكرت في كتاب « الهندسة » (١) هو الانتقال من معادلة من الدرجة الأولى إلى معادلة من الدرجة الثانية • فأكتب معادلتين من الدرجة الأولى $s = 2$ ، $s = 3$ أو $s = 2$ = صفر • $s = 3$ = صفر • ثم أضرب كل طرف في الآخر • فتكون المعادلة الجديدة هي $s^2 - 5s + 6 = 0$ = صفر • وهي المعادلة التي ترجع جذورها إلى المعادلتين الأولىين • فالتحليل هو الانتقال من الدرجة العليا إلى الدرجة الدنيا • والتركيب هو العملية العكسية •

(م ٢٦ المنطق)

أرشميدس والرافعة :

ويقدم إلينا أرشميدس مثلاً رائعاً للتركيب في بحثه « اتزان المسطحات أو مراكز ثقلها » . فهدف أرشميدس هو إثبات الخصائص العامة للرافعة . وللوصول إلى هذا الهدف . يبدأ بحالة بسيطة : فالميزان رافعة يتساوى ذراعاه . ويحملان أوزاناً متساوية . فلنفترض ميزاناً أ ب يحمل ذراعاه المتساويان أ ج . ج ب أوزاناً متساوية موزعة باطراد على طول الذراع بأسره . ثم أجمع في الذراع ج د . وفي نقطة منه د . جزءاً من الثقل الذى يحمله ذلك الذراع .



ويظل الجهاز كله متزاناً إذا كان مركز ثقل الأوزان المتجمعة ، أى د . في وسط أ ج ، الذى يعبر ، بوحدات الطول ، عن قيمة وحدات الوزن المتجمعة . وعندئذ أجمع بقية الأوزان . التى يعادل مجموعها هـ ب . فإذا حرصت على تركيزها في مركز ثقلها . أعنى في و ، وهى منتصف ج ب ، فإن الذراعين د ج ، ج و يظلان متزنين . على أنهما عندئذ يحملان أوزاناً تعادل النسبة بينهما النسبة بين ج و د ج . وبالتركيب تكون هذه النسبة معادلة لنسبة أ هـ إلى هـ ب . على أن أ هـ = أ ب — هـ ب أى ٢ ب ج — ٢ هـ أو ٢ (ب ج — هـ ب) أى ٢ ج و . وهـ ب = أ ب — أ هـ أو ٢ أ ج — ٢ أو ٢ (أ — د) أو ٢ د ج . وهكذا نصل إلى تساوى النسب الآتية :

$$\frac{أ هـ}{هـ ب} = \frac{٢ ج و}{٢ د ج} = \frac{ج و}{د ج}$$

وبهذا نكون قد برهنا على النظرية العامة في الرافعة من خلال حالة فردية ، هى الميزان .

وهذا البرهان المشهور هو المثال النموذجي للتركيب . وقد استخدم أنموذجا لعلم « الاستاتيكا » التقليدية التي تكونت عندما توصل المهندس البلجيكي سيمون ستيفن Simon Stevin (١٥٤٨ - ١٦٢٠) إلى رد توازن ثقل على مستوى مائل إلى توازن واضح بالتمائل ، وعندما أكمل ديكرت بحوث أرشميدس وستيفن ، فقدم برهانا عاما على توازن الأثقال في الآلات البسيطة . بأن أعلن ببساطة أن « نفس القوة التي تستطيع رفع ثقل وزنه ١٠٠ رطل مثلا إلى ارتفاع قدمين . يمكنها أيضا أن ترفع ثقلا وزنه ٢٠٠ رطل إلى ارتفاع قدم واحد . وآخر وزنه ٤٠٠ رطل إلى ارتفاع نصف قدم ، وهكذا دواليك » (١) .

الاستنباط والتركيب :

التركيب هو الصورة الكاملة للاستنباط . والاستنباط القياسي . كما قلنا ، يمكن تفسيره تبعا للماصدق أو تبعا للمفهوم . غير أن الماصدق هو نتيجة المفهوم وعلامته الخارجية ، ذلك لأن اللفظ لا « يصدق » على فئة معينة من الأفراد . تؤلف مجموعة متميزة بخصائص معينة ، الا لأنه يعبر عن « مفهوم » هذه الخصائص . وإذن فتفسير القياس على أساس المفهوم يبدو أقرب إلى الصواب . وهو الذي يعبر عن دلالاته الحقيقية خير تعبير . على أن الصفات التي تكون المفهوم هي محاولات لتحديد علاقات : فصفة « الإنسان » إذا ما أجيد فهمها ، كانت « طبيعة » أي مجموعة معينة من « القوانين » ، وبالتالي من « العلاقات » ، فالعلاقة (rapport) هي عصب الاستدلال .

وإذن فالاستنباط القياسي هو مجموعة من العلاقات ، أي هو تركيب . والشئ الذي ينقصه حتى يبلغ كمال التركيب الرياضي ، هو تكوين فكرة واضحة عن هذه العلاقات .

ولم يفت ديكارت أن يستلهم القياس المدرسى في بناء منهجه . وكل ما في الأمر أنه عاب عليه كونه عطية للعرض . لا تفترض حنى مجرد المعرفة الحقّة للأشياء التى يتحدث عنها المرء . لهذا كان يفضل التركيب على القياس .

ولكنه كان يؤثر على التركيب ، التحليل الذى أسميناه (على حد تعبير فييت Viète) بالتحليل البرهاني Poristique . وهو كما يقول ديكارت . يدل « على الطريق الذى ابتدع به التئى منهجيا » أى على سأنه العقلية . ولقد كان كتابه « التأملات » : الذى عرض فيه ميتافيزيقاه . كتابا تحليليا كما قلنا . على أنه قد عرض التأملات عرضا تركيبيا أيضا . فى « الإجابات على الاعتراضات الثانية » بناء على طلب نقاد معينين ، وإن يكن هذا العرض أقل قيمة من الأول بكثير . كذلك كان التنظيم التركيبى هو الذى اتبعه سبينوزا (١) فى كتاب « الأخلاق » (٢) . وهو الكتاب الذى عرض فيه مذهبه . والذى كان من مؤلفاته المخلفة . فهو يبدأ من الله : وهو الموجود لطق ، والجوهر الذى لا تكون بقية الأشياء سوى تعبيرات عنه . أو كما يقول هو . أحوال له (القسم ١) . ثم يأتى بعد ذلك العقل (قسم ٢) : ثم الانفعالات (قسم ٣) التى تفسر بها عبوديه الإنسان (قسم ٤) . وأخيرا يعرض الكتاب وسائل تحرير الإنسان ونتيجته (قسم ٥) . ولكن مما يريح المرء أن يهتدى من أن لآخر إلى « تعليقات » أو ملحوظات تقطع التنظيم التركيبى ، وتوضح ما أراد المؤلف أن يفعله : والهدف الذى اتجه إليه .

٥ - السحدس :

وهنا تواجهنا مشكلة معرفة ما إذا كان التفكير العقلى لا يخرج عن الاستدلال ، وما إذا كان هذا التفكير بأكمله مقاليا متدرجا .

(١) سبينوزا (١٦٢٢ - ١٦٧٧) .

(٢) نشر هذا الكتاب فى عام ١٦٧٧ .

أليست هناك وظيفة ذهنية أخرى لها خصائص مضادة لخصائص الاستدلال ؟ مثل هذه الوظيفة ، لو وجدت ، تسمى « بالحدس » . وهي تتسم بالصفات الآتية :

١ - الاستدلال « توسط » : فهو يسير بناء على ما كان أرسطو يسميه « بالحد الأوسط » . والاستدلال يتقدم ، ويبرر دائماً عن طريق روابط مثل « لأن » أو « ما دام » . أما الحدس : فيكون عندئذ « مباشراً » ، أى ينطوى في ذاته على ما يبرره . بحيث « يرى » المرء (في اللاتينية *intueri*) مباشرة علة الشيء نفسه . ويكفيه أن يرى الشيء ليفهمه ويؤكد وجوده .

٢ - وإذا كنا قد ذكرنا من قبل أن الاستنباط الرياضي ليس « سوريا » بمعنى أنه لا يمكن فصل العملية التي يتكون بها عن مضمونه ، فإن الاستدلال صوري دائماً ، بدرجات متفاوتة . بمعنى أنه ينطوى على عملية آلية ، وبالتالي له درجة معينة من « الشمول » . أما الحدس فأساسه « النوعية » و « الفردية » . أى أنه ينطبق تماماً على موضوعه . ويعبر ، تبعاً لاختلاف طبيعته ، عن اختلاف الأشياء (وهو في هذا أيضاً يشابه النظرة التي تضافى على الأشياء صنبه فردية) .

٣ - والاستدلال مقالى متدرج ، كما قلنا . فهو محدد الأجزاء . يقبل التفكير ، ويمكن التعبير عنه بالكلام . أما الحدس فلا يملك التعبير عنه بل لا يمكن ترجمته بالألفاظ إلا على نحو غير مباشر . وبالمجاز أو الرمز . مثله في ذلك مثل الموضوع الخاص بالإبصار ، وهو اللون الذى لا يمكن تعريفه أو تفسيره ، بالنسبة إلى من ولد أعمى على سبيل المثال ، إلا عن طريق المجاز .

والمشكلة التي تعرض لنا الآن هي أن نعرف إن كان الحدس ، بالمعنى الذى عرفناه ، هو حقاً إحدى عمليات التفكير . ولهذا السؤال وجهان : فهل يوجد حدس ؟ وهل للحدس طبيعة عقلية ؟

حقيقة الحدس :

السؤال الأول يستدعى جواباً سريعاً بالإيجاب • فإذا كنا قد استطننا تحديد خصائص الحدس بمثل هذه الدقة ، فهناك احتمال كبير في أن يكون نوعاً من أنواع المعرفة الفعلية • ولا بد أن يكون الاستدلال في حاجة إلى أن تتضافر معه وظيفة مضادة له ، تعوض لواحي النقص فيه •

أما السؤال الثاني فهو الشائك حقيقة • وإجابتنا عنه تتوقف على تحديدنا لكتفه العقل ، ولما يعرف بأنه « معقول » • فمن أيسر الأمور أن نعرف العقل بأنه الاستدلال ، وعندئذ يكون الجواب بانفسي ضرورة • والافضل أن يعرف العقل بأنه ملكة المعرفة التي تجد في العلم أنقى وأكمل تعبير عنها •

ولنذكر • بوجه خاص • من الفلاسفة الذين أجابوا عن السؤال الثاني بالإيجاب ، سبينوزا : ولقد كان سبينوزا في هذه المسألة مخلصاً لتعاليم ديكارت • فديكارت لم يكن ينظر إلى الاستدلال (الذي كان يسميه بالاستنباط ، وأحياناً بالاستقراء) إلا على أنه تنمية أو اكتساب للحدس ، وبالعكس كان الحدس عنده تركيزاً للاستدلال •

على أن سبينوزا يميز بين أنواع ثلاثة للمعرفة ، وقد ضرب لشرحها مثلاً • فلنفرض أننا نبحث عن حد رابع في تناسب • أعني عن الطرف الأخير في نسبة نعرف حدودها الثلاثة الأولى : أ • ب • ج ، ونريد

$$\frac{a}{b} = \frac{b}{c} \quad \text{بحيث يكون } c \text{ هو الحد الرابع س ،}$$

١ - « فالمعرفة من النوع الأول » التي يبدأ سبينوزا بوصفها ، ويسمئها بالظن (مثل أفلاطون) أو بالخيال (مثل ديكارت) تنحصر في أن نستقرئ بناء على أمثلة سبق أن مرت بنا (وتسمى بالتجربة

للتائهة *expériencé errante* (وهو تعبير ييكن) أو بترديد قواعد محفوظة عن ظهر قلب، ومنقولة عن المعلمين (وتسمى بالمعرفة السماعية) وعندئذ ندرك، بعد أن تعلمنا (أو اكتشفنا العملية بمعد محاولات) أن الحصول على قيمة س يكون عن طريق ضرب ب في ج وقسمة الناتج على أ.

٣ — أما « المعرفة من النوع الثاني »، فيسميها سبينوزا *ratio*، أي العقل. أو على الأصح الاستدلال. فنحن نعلم « برهان » النظرية القائلة إنه في التناسب يكون حاصل ضرب الطرفين مساوياً لحاصل ضرب الوسطين، وهي القضية التاسعة عشر من الكتاب السابع لإقليدس. وإذن فإن $أ س = ب ج$. إذن $س = \frac{ب ج}{أ}$. وتلك هي نفس العملية السابقة ولكننا نعرفها بطريقه مختلفة. أو أننا نعرفها فحصب.

٣ — وأخيراً: « المعرفة من النوع الثالث »، التي يسميها سبينوزا بالمعرفة الحدسية *Scientia intuitiva* وهي معرفة لا يمكن أن تنطبق على المسألة التي اتخذناها مثالا إلا إذا كانت هذه المسألة تنطوي على أعداد بسيطة. فلنفرض أننا نبث عن العدد الرابع المتناسب مع الأعداد الثلاثة ١، ٢، ٣. فإذا ما وضعت المسألة على هذا النحو $\frac{١}{٢} = \frac{٢}{س}$ استطعت أن أدرك مباشرة، و « بالحدس »، دون أن أمر بالاستدلال: أن $س = ٦$. فالحدس هنا هو المعرفة النوعية، الفردية، بالعلاقة $\frac{١}{٢}$ ، وهي تمكن من تكلمة الكبير $\frac{٢}{٦}$ بطريق مباشر.

ومن هذا نرى أن الحدس عند سبينوزا هو الوظيفة العقلية الكبرى. وأن العقل يجد في الحدس أعلى صورته وأكملها.

٦ — باسكال يضع الحدس والقلب مقابل العقل والذهن :

ولكن من الفلاسفة من يعدون الحدس طريقة للمعرفة خارجة عن مجال العقل . وأساس رأيهم هذا هو التمييز الشائع بين « العقل » والقلب . فالقلب نوع من المبدأ الباطن الذى يتميز عن العقل أو الذهن . وهو مع ذلك مبدأ للمعرفة . فعندما نقول عن شخص « إن قلبه دليله » نعنى أنه يفهم أشياء معينة أو أشخاصا معينين بطريقة أخرى غير العقل . وفى هذا يقول «فوفنارج» Vauvenargues « إن أعظم الأفكار « تأتى من القلب » .

وهذا التمييز الشائع يوضح لنا مذهب الفلاسفة الذين يقابنون بين العقل والحدس . وسنضرب لهما مثلا بباسكال Pascal فكلته المشهورة : « للقلب أسبابه التى لا يعرفها العقل » (١) تجرى على كل لسان . وليس معنى هذه الكلمة أن الانسياق وراء العاطفة . عند ذوى الانفعالات العنيفة والمثاعر الحساسة . يخرس نداء العقل . وإنما تعنى أن القلب مصدر لمعتقدات لها براهينها الخاصة : التى تخرج عن نطاق العقل .

ذلك بأن العقل . أى الاستدلال ، يستخلص استنباطاته وبراهينه من مبادئ معينة . فما مصدر هذه المبادئ ؟ يقول باسكال « إنه القلب » . « فنحن لا نعلم الحقيقة بالعقل وحده . بل بالقلب أيضا . وبهذا المصدر الأخير نعرف المبادئ الأولى » .

فعلى هذه المعارف القلبية والغريزية يجب أن يرتكز العقل . وعليها يجب أن يبنى كل مقاله (أو بعبارة أخرى الحلقات التى يتدرج بها تفكيره المقاتلى) « ويضيف باسكال إلى ذلك قوله : « إن القلب يحسن أن للمكان أبعادا ثلاثة ، وأن الأعداد لامتناهية » (١) والقول إن للمكان ثلاثة أبعاد هو من مصادرات الهندسة فى المكان .

كما أن الرياضيين يقولون إن الأعداد الصحيحة يمكن تكوينها إلى ما لا نهاية ، وكذلك الجذور الصماء ، التي تنحصر بالصيغة العشرية . تتطوى على عدد لا متناه من الحدود . فالرياضيات إذن تفترض ما يمكن أن يسمى شعورا باللامتناهى . وهذا الشعور لا يأتي من العقل . وقد اهتمدى باسكال إلى حل مسائل في حساب اللامتناهيات دون إيضاح للأسس العقلية لهذا الحساب : « فنحن نعلم بوجود اللامتناهى ونجهل طبيعته » (١) .

فأساس المعرفة العلمية إذن وظيفة يجب أن تنسب إلى القلب . وهذا يصدق ، بالأحرى . على المعرفة الميتافيزيقية . لهذا كان باسكال يعتقد أنه ليس ثمت ميتافيزيقا سوى الدين . وأن الإيمان وحده هو الذى يوصل إليها ، بل إننا لا نستطيع أن نبني أبسط أحكام الواقع على العقل . ومن هنا لم يكن الشكك البيرونيون (نسبه إلى بيرون Pyrrhon) على خطأ حين شكوا في وجود العلم الخارجى . ومع ذلك ، فعلى الرغم مما يقولون : « فإننا نعلم أننا لا نحلم . وهذا اليقين مصدره » القلب والعريضة » . فإذا « كتب نعجز عن البرهان . بحيث لا يخلصنا من هذا العجز أى مذهب توكيدى (والمقصود بهذه الكلمة ، المذهب العقلى عند ديكارت مثلا) فإن لدينا فكرة عن الحقيقة ، لا يزعزعها لدينا أى مذهب سكتى » (٢) .

ومن هنا كانت المعرفة العقلية عاجزة بالأحرى عن أن تكشف لنا « مجال الفضل الإلهى » . « فالمسيح والقديس بولس ينتميان إلى مجال الفضل الإلهى ، لا إلى مجال العقل ، إذ أنهما أرادا بحث الحرارة : لا تلقين التعاليم . كذلك كان القديس أوغسطين : وأساس هذا هو الرجوع في كل مسألة وردها إلى النغاية النهائية من أجل إيضاها (٣) » .

Frag. 233.

Frag. 295.

Frag. 278.

(١)

(٢)

(٣)

وكما أن القلب « يثيرنا » نحو الإحساس ، فهو يؤدي بنا أيضا إلى الحب الإلهي : « إن القلب هو الذى يستشعر الله ، لا العقل . وحقيقة الإيمان هى تكتشف الله القلب ، لا للعقل » (٦) .

والأمر الجدير بالملاحظة أن النزعة العقلية قد تخطت العقبة التى صورها باسكال عقبة كأداء ، إذ أنها صبغت اللامتناهى بصبغه عقلية ، وبذلك أدمجت اللامتناهى فى العقل . فقد أدت جهود ليمبنتز ونيوتن (حوالى ١٦٧٠ - ١٦٧٥) إلى إدماج حساب التفاضل والتكامل فى المذهب الديكارتي ، وإلى القضاء على الطابع اللامعقول الذى كان يفسى على اللامتناهى فى الصغر . حين كان يضرب فى عدد لامتناه ، فيكون الناتج كمية متناهية . وهذه العملية الممتعة يحل محلها حساب الحدود المتغيرة فى المعادلات . والدالة الأولية . والحد المتغير هو القيمة الحدية لنسبة ما . وهى القيمة التى تظل صحيحة فى كل صورها المتعاقبة .

٧ - مذهب برجسون ، فلسفة للحدس :

والآن سندرس فلسفة أخرى للحدس : تكاد نكون معاصرة : وهى فلسفة برجسون (١٨٥٩ - ١٩٤١) التى تأبى أن تعزو إلى المذهب العقلى فى علم الطبيعة الرياضى القدرة على فهم اتصال الظواهر النفسية والحيوية وتطورها ، وتقتصر معرفتها على الحدس الخارج عن مجال العقل .

العقل فى رأى برجسون :

يرى برجسون أن العقل طريقة للمعرفة أساسها التدرج المفاضى . وهو يقتطع الواقع إلى أجزاء : تحل عليها الفاظ عامة مجردة ، يجمعها العقل بإرشاد التجربة . ففى الإدراك الحسى مثلا يحدث العقل أشياء ، أو على الأصح نماذج لأشياء يهتدى إليها فيما بعد . على صورة تكاد تكون مماثلة لها (كالقلم أو الورق) ويمكن

استخدامها من جديد لتفسير إدراكات حسية أخرى . وهو يجمعها في مجموعات يعبر عنها بأحكام ، مثل : اكتب بالقلم على الورق . ولعملية الاقتطاع والجمع الذهني هذه هدف نفمي وعلمي ، لأن من يدرك حسيا يهدف إلى التعرف على الأشياء ليستطيع الاستفادة منها .

فالهدف الأساسي للعقل البشري إذن هو المعرفة النفعية . وهو إنما يميز القلم والورق حسيا لكن يتمكن من التدوين بالقلم على الورق . وقد بين برجسون أن الإنسان عاقل *homo sapiens* بقدر ما يستطيع الاستفادة من الأشياء بوصفها أدوات له ، وأنه عاقل بهذا المعنى ذاته . والأهم من ذلك أنه يستطيع صنع أدوات : فهو إنسان صانع *homo faber* . وهذا هو بعينه ما يميزه عن الحيوان . وإذا كانت بعض الحيوانات تقترب منه في عقاها فما ذلك إلا لأنها تستطيع أن تميز أدوات ، وأن تستخدمها في حالات معينة بسيطة .

وإذن ، فسدور العقل ورسالته هي قبل كل شيء وظيفة الصنع *action fabricatrice* ، أي تشكيل الأدوات واستعمالها . ووظيفته التفكير المثالي المتدرج تنتج عن هذه : فهي إدراك أشياء ينطوي تركيبها على نوع من التشابه ، وقدر من الدوام ، ويمكن استخدامها والانتفاع منها . ففي الدرجة الأولى يأتي صنع الأدوات واستخدامها . وفي الدرجة الثانية تأتي الأفكار المجردة العالمة ، والتفكير اللغوي . وجمع الكلمات في قضايا وجمل .

والعقل العلمي هو أعلى صور هذه الملكات العملية المتواضعة ، إذ ما العلم ؟ إنه معرفة قوانين الطبيعة . على أن القانون هو تعاقب للحوادث يدركه المرء وسط التيار المعقد للظواهر الطبيعية . وهنا نجد فكرة عامة عن التجربة العلمية ، مشابهة تماما لفكرة جون ستيورنت مل (١) . فإدراكنا لقانون ما ، هو أن « نستقرئ » .

واستقراراً لا يعني إلا أن نجرد ، أى أن نقتطع بالفكر تعاقباً محدداً من تصورنا المعقد للظواهر : فقولنا مثلاً إن الماء يغلى في درجة ١٠٠° تحت ضغط ٧٦ سم من الزئبق ، معناه أن نعزل بالفكر المجموع الذى يكونه الوعاء الممتلئ ماء فوق الموقد ، ومقياس الحرارة . وأنبوية الضغط الجوى .

وبالمثل يدل « الاستنباط » على التعميم ، أى أن ننقل بالخيار نجماً فكرياً سبق عزله إلى مجموع جديد . فالبرهنة على نظريه فيثاغورس مثلاً معناها أن ندرك . فى المثلث القائم الزاوية الذى نسقط فيه عموداً من الزاوية القائمة على الوتر . مثلثات داخلية قائمة الزاوية نعرف على التوائها مشابهة للمثلث الأصلى . والبرهنة على هوية ما . هى أن ندرك فيها هويات أخرى سبقت البرهنة عليها .

ومن هذا ينتج أن الذكاء ليس إلا القدرة على التجريد والتعميم . وأن المعرفة العلمية لا تتجاوز تكوين التصورات . فهو بأسره الى . وفنى علمى أو صناعى إن جاز هذا التعبير . وهو يدع جانباً كل ما هو رفيع ، وجرىء ، وتجديدى ومفزع ، أعنى أنه يغفل كل ما يتصف به « التفكير » الصحيح من عمق وإنكار الذات .

ذلك لأن التفكير ليس هو الذكاء ، ومهمة الحدس الحقيقية هى أن يملأ الهوة بين التفكير والذكاء . فالحدس هو العنصر الذى يتجاوز العقل فى التفكير .

الحدس والشعور :

الحدس ، كما يقول برجسون ، هو « رؤية الروح للروح مباشرة . فالحدس إذن يعنى الوعى المباشر أولاً ، والرؤية التى لا تكاد تتميز عن الشيء المرئى ، والمعرفة التى هى وعى ، بل هى اندماج » .

وإذن فبينما يظل العقل خارجاً عن التفكير بمعناه الصحيح ،
ومتجها بأسره نحو المادة . ومتكيفاً معها . فإن الحدس هو معتزلة
للتفكير الصحيح . وهو شعور حقيقى أساسى .

وهو يصل فى لحظة واحدة إلى تفكير الآخرين . ويتعاطف معه .
ويواصل برجسون وصفه للحدس قائلاً : « ألا يمتضى الحدس إلى
أبعد من ذلك ؟ أليس هو حدسنا لأنفسنا ؟ الحق إن الفارق بين
وعينا ووعي الآخرين أقل حدة من الفارق بين جسمنا وأجسام
الآخرين ، إذ أن المكان هو الذى يحدث التقسيمات الحاسمة . وإن
التعاطف أو التناهر التلقائيين . اللذين تصدق نبوءتهما فى الغالب .
يشهدان بإمكان تداخل النوعى بين مختلف الناس » .

الحدس والحياة :

وفى موضع آخر يقول برجسون : « إن العقل يتصف بأنه عاجز
بطبيعته عن فهم الحياة . » (١) فنحن نعلم أن الحياة هى « تقدم لى
النسب » ، أى أنها ترتبط بالزمان ارتباطاً وثيقاً (٢) . ولقد أطلق
برجسون على هذا النوع الخاص من العلاقة بالزمان اسماً مميزاً .
هو « الديمومة durée » . ففى حين أن الزمان بمعنى نظام
لا سلطان له على المادة العقل التى لا تخلق شيئاً ولا تفقد شيئاً .
ولا يتقدم بها السن . فإن الديمومة من صفات الحياة ، لهذا
« يتطور » الأحياء . أى يتغيرون تغيرات أساسية تبعاً للزمان .
وهذا التطور « خالق » بمعنى أنه يجدد ، ويأتى بجديد . وينتهى
إلى صور جديدة فى جوهرها . على أن العقل . والمعرفة العلمية
للحياة . لا يدرك كنه هذا التطور الخالق . وهو لا يلاحظ منه
إلا شروطه المادية ونتائجه ، على حين أن الحدس ، الذى يدرك زمانه
الوجودى . والتفكير : الفعال . المجدد ، لديه اعتماد طبيعى لفهم

الحياة . لهذا واصل برجسون كلامه قائلاً : « ولكن هل يقتصر تعاطفنا على الأذهان الواعية وحدها ؟ وإذا كان كل كائن حي يولد : وينمو ، وإذا كانت الحياة تطوراً . وإذا كانت الديمومة نعد حقيقة في هذا المجال ، أفلا يكون هناك أيضاً حدس بما هو حي ، وبالتالي ميتافيزيقا للحياة ، تكون امتداداً لعلمنا بالحياة ؟ »

ومن هنا كان تقريب برجسون بين الحدس والغريزة . فالغريزة عنده تفكير يجهل ذاته ، ولكن يحاكيه الحدس ، بغيره من أنواع على الأقل . ذلك لأن في الغريزة ما يعادل المعرفة العميقة بالحياة . وبالحياة في مجموعها ، ما دام الأحياء - كما تقول النظرية التطورية - لبسوا إلا كائناً حياً واحداً بمعنى ما (١) .

الحدس والروحية :

هذه المقارنة بالغريزة لا تهدف بالطبع إلى تمجيد الغريزة ، بل نرعى إلى بث الثقة في نفوسنا بقوة الحدس . ويستخدم الحدس هذه القوة في غايات روحية ، إذ أنه لما كان شعوراً بالتفكير فإنه يدرك الروح في جوهرها ، الذي هو « الخلق » . فالعقل « يتمثل الجديد عادة على أنه تنظيم لعناصر موجودة من قبل . فلا شيء يفنى أو يخلق في نظره » . أما الحدس ... فغيره . ويعلم أن الروح تستخلص من ذاتها أكثر مما فيها : وأن هذا الأمر بالذات هو قوام الروحية (٢) .

وإذن فلن يدهشنا أن نرى أن الحدس هو جوهر التسعور انجماي والشعور الديني(٣) . ذلك لأن الانفعال الجمالي إنما هو تعاطف.

L'Evolution créatrice p. 199-192.

(١)

(٢) الفقرات التي أوردها في هذا القسم استخلصت كلها (فيما عدا النصوص التي اقتبست من التطور الخالق) من كتاب التفكير والمتحرك . La pensée et le mouvant p. 35-37 et 38-39.

Les deux sources de la morale et de la religion. p. 37. (٣)

والشعور الدينى هو الشعور بالاتحاد مع ابداء الخالق للعالم .
فهو « متعة فى المتعة : وحب لما لا يكون إلا حبا (١) » .
وبالاختصار . فبينما يبنى العقل الأساليب الفنية العملية وانعلم .
فإن الحدس هو الملكة المميزة للفن ، وللميتافيزيقا ، وللأخلاق .
وللسدين .

٨ - النزعة العقلية والبرجسونية :

إن يتسنى لنا أن نعالج فى هذا المجال المشكلة الضخمة التى
أثارها برجسون ، أعنى مشكلة العلاقات بين العقل والقلب ، إن جاز
هذا التعبير . ولن نبحث هنا إلا فى التفكير العلمى . والوجه
الوحيد الذى يهمنى فى المشكلة هو : هل التفكير العلمى فى حاجة إلى
نوع من المعرفة الحدسية ؟ وإن كان الأمر كذلك فهل هذا النوع
أعنى من المعرفة العقلية ؟

حقيقة الحدس :

إن نجد صعوبة كبيرة فى الإجابة عن السؤال الأول ، ويمكننا أن
ندرك ، دون مشقة الدور الذى يؤديه الحدس فى العلم .

ومن المفهوم بالطبع أن كلمة الحدس يجب ألا تدل ، فى هذا
الصدد . على الإدراك الحسى والخيال . كما يحدث فى أحيان كثيرة .
ومن هذا القبيل تفرقة هنرى بوانكاريه بين طائفتين من علماء
الرياضة : أولئك الذين هم منطقيون بفطرتهم ، وأولئك الذين هم
« حدسيون » . أى يحتاجون إلى « رؤية » الأشكال ، فى الواقع
أو فى الخيال . فليس هذا هو المعنى الذى نقصده .

وهناك الطريقة التى نعتقد أنها توصل إلى الكشف عن الحدس .
وذلك بالتساؤل عما يعنيه « فهم استدلال » ، كاستدلال الرياضى

مثلاً • فيبدو لنا أن الإدراك العقلى لآى استدلال ينطوى على أربعة أفعال متميزة :

(أ) تتبع خطوات الاستدلال • والتأكد دائماً من أن المرحلة الجديدة تتلو من المرحلة السابقة •

(ب) تأمل تركيبه وشكله العام ، وتصميمه الأصيل الفريد •

(ج) إدراك هدفه ، والغاية المقصودة منه •

(د) الوقوف على علاقته بالموضوع ، بحيث يدرك المرء • ولو على نحو غامض • الاستدلالات الأخرى الممكنة التى تتعلق بالموضوع •

على أن العملية الأولى هى وحدها التى 'تعد' مقالية مندرجة بحق • أما الأخريات فهى عمليات حدسية بالمعنى الصحيح • ففى رياضيات مثلاً ، يستطيع أى شخص أن يقوم بالعملية الأولى • وسكن هؤلاء الذين توافر لديهم « الحس الرياضى » و « الذكاء » فى الرياضة هم وحدهم القادرون على القيام ببقية العمليات • ونذى لا شك فيه أن « الحس الرياضى » إنما هو حدس لأن من تجلّى أنه صورة خاصة من صور الذكاء •

وإذن فلنكن يفهم الاستدلال على حقيقته • يقتضى نوعاً من أنواع الذكاء ليس استدلالياً بالمعنى الدقيق — وهذا النوع هو الحدس •

وواضح أن مثل هذا يمكن أن يقال عن وضع الاستدلال أو اختراعه •

ومن الجلى أيضاً أن للحدس من الصور بقدر ما له من الموضوعات : فكما أن هناك ذهنًا رياضياً ، كذلك يوجد حس بيولوجى ، ونفسى •

وجماله وميتافيزيقي • وليس في وسعنا أن نحدد صفات كل صورة
من هذه الصور : ولكن للقارىء أن يحاول ذلك بنفسه •

فالحديث إذن هو في نظرنا الروح التي توجه الاستدلال تبعاً
لموضوعه •

دفاع عن المذهب العقلي :

وهنا تعرض لنا مسألة أكثر تعقيداً من السابقة . تؤدي بنا
إلى اتخاذ موقف مضاد لمذهب برجسون . ندافع فيه عن المذهب
العقلي • والمذهب العقلي هو ذلك الذي يدمج في العقل كل النواحي
الذهنية . حتى اللذة والألم . والميول . والإرادة • ولكننا لن ننظر هنا
إلى هذا المذهب إلا من جهة اتصاله بمشكلة الحس • فهل الحديث
وظيفة عقلية ؟ سنجيب عن هذا السؤال بالإيجاب • وفيما يلي
ما نراه لذلك من أسباب :

١ - فقد بينا منذ قليل أن الحديث وسيلة للفهم . ما دام
لاستدلال لا يفهم دونه تمام الفهم •

٢ - وقد برهنا على ذلك دون أن نخرج عن نطاق العلم . وعن
نطاق العلم الرياضى بوجه خاص • وهذا دليل آخر على أن الحديث
بالفعل طابعاً عقلياً •

ولقد كنا نستطيع أيضاً أن نلجأ في البرهنة على ذلك إلى علم
الطبيعة • وذلك بأن نمضى على النحو التالي : فقد بينا من قبل أن
الظاهرة العلمية يجب تفسيرها ، وأن هذه العملية تحتّم الالتجاء
إلى العلم الذي تم اكتسابه وتكوينه • فالظاهرة الواحدة التي
نلاحظها تتضمن العلم كله ، بدرجات متفاوتة • ويترتب على ذلك أن
المرء لا يجرى التجربة لكن يحقق « قانوناً » بالمعنى الصحيح ، وإنما
يُحَقِّق « العلم بأسره » • فلنفرض أن جواب الطبيعة كان
بالنفي ، أى أن التجريب قد كذَّب القانون • عندئذ يجب تغيير

(م ٢٧ - المنطق)

النسق . فأى جزء من النسق هو الذى يجب تغييره ؟ إن الطبيعة لا تحدد لنا هذا الجزء . فهنا يجب أن تتدخل حاسة خاصه . أعنى صورة معينة من صور العقل ، هى « حدس » يتخذ قراره بحرية ، ودون أى ضغط من جانب الطبيعة ؛ ولكن دون تحيز أيضا . ففى حالات معينة : قد يكون القانون المراد تحقيقه هو الذى يجب تعديله . وفى حالات أخرى ، قد تعدل النظرية بأسرها ، بل قد توجد حالات يتحتم فيها إعادة العلم بأسره إلى بوتقة الاختبار . ليحدث انقلاب شامل فيه ، وهذا ما حدث حين قرر كبرنك وجاليليو أن يراجعا علم الفلك ، بل الميكانيكا بدورها . مراجعة شاملة .

ولقد كان علماء الطبيعة القدماء يقولون بضرورة عدم الإكتار من الكائنات entia دون موجب . والمقصود بالكائنات هنا مبادئ التفسير ، أى أن التفسير يكون أصلح إذا كان ينطوى على مبادئ « اقل » . وتلك « قاعدة حدسية » . وليست مبدأ للاستدلال ، إذ أن الاستدلال يؤدي وظيفته ، سواء أكانت المبادئ كثيرة أم كانت قليلة .

٣ - يكتمل الدليل على صحة المذهب العقلى إذا أمكننا أن نبين أن هناك عملية حدسية تتدخل فى كل صور التفكير المتعالى المتدرج . وبالفعل توجد هذه العملية ، ويمكننا تعريفها على حدة : فهى عملية تصور العلاقة .

فهم العلاقة :

قلنا إن الاستقرار عملية تمهيدية لا تزودنا بمعرفة عن الأشياء ، وإن الوصول إلى العلم الحقيقى لا يكون إلا بالتحليل . على أن التحليل إنما هو تحديد للعلاقات الخفية المكونة للشيء : فهو يفترض استشفافا وفهما لهذه العلاقة . والعلاقة ليست « شيئا » ، بل تصور

لضرورة « تربط » بين الأشياء ، ومن ثم فلها طبيعة الفكر . لهذا فإن العقل يدركها ، ويتخذها موضوعاً خاصاً له ، إذ هي من نفس طبيعته . فالتعبير الرياضي لا ينطوى إلا على علاقات ، وانقانون علاقة .
وإذن . فالعقل في التحليل والتركيب هو في أساسه التفكير في العلاقات . ولكن معنى ذلك أنه يفي بشرطين عازهما برجسون إلى الحدس . إذ أن :

١ - الإحساس بالديمومة ليس إلا الشعور بالعلاقة بين الماضي والحاضر ، وبالفارق بينهما ، وبما قدمه الأول إلى الثاني . وإذا كان هذا الإحساس إبداعاً خالقاً . فذلك لأن للعلاقات بطبيعتها - متى أدركناها عن وعي - القدرة على أن تولد عن طريق التركيب علاقات جديدة أعقد منها .

٢ - والشعور بالتفكير هو صورة من صور العقل أرفع من هذه . فإذا كان العقل هو التفكير في العلاقات ، فحسبه أن يكمل ذاته ليدرك في العلاقة التفكير ذاته ، ما دمنا قد قلنا فيما سبق إن العلاقة لها نفس طبيعة التفكير .

فالحدس إذن صورة للعقل العلمي وقد بلغ مزيداً من الكمال .

خاتمة

نلحظ عند الإنسان قيمة لا تقدر . وحين نقول ذلك ، فنحن نسقط من حسابنا ما حققته الصناعة ، وعلم الصحة . والطب . من قوة ورخاء الإنسان باستخدام الكشوف العلمية : ذلك أولا لأن قيمة هذه الكشوف تتوقف على طريقة انتفاع الإنسان بها . فقد يستخدمها في إفناء بنى جنسه . أو في جعلهم ينغمسون في حياة نحيم عليها سعادة تافهة عقيمة ، قد تنتهى بهم إلى أن يفقدوا شعورهم ذاته بتفاهة هذه الحياة . ثم إن الكشوف ذاتها لا تعدو أن تكون وسائل . كما قال بوانكاريه : « فمما لا شك فيه أن الواجب علينا أن نسعى أولا إلى تخفيف بؤس البائسين . ونحن من أجل أى هدف ؟ إن عدم التألم غاية سلبية ، تتحقق قطعا بطريقة أكمل عن طريق إفناء العالم . فإذا كنا نسعى إلى أن نكسب الإنسان مزيداً من التحرر التدريجي من الحاجات المادية . فما ذلك إلا لكي يستطيع استخدام الحرية التى سيكتسبها في دراسة الحقيقة وتأملها (١) » .

وإنما الذى نعنيه هو الازدهار المعنوى الذى تلقاه الإنسان من العلم . فقد زاده العلم وعيا بالعالم ، وأتاح له أن يمد نظره العقلية إلى ما وراء الحدود التى تفرضها عليه الحواس : إلى حد لا نهاية له . فقد مكّنه علم الطبيعة الفلكى وعلم الطبيعة الذرى من ارتياد آفاق « العالمين اللامتناهين » اللذين يتأرجح بينهما الإنسان ، كما يقول باسكال .

ثم إن العلم قد جعله أكمل شعوراً بذاته . فقد كشف له عن اتصالات التى تربط الفرد والنوع بالبيئة البيولوجية والاجتماعية والتاريخية ، فازداد فهماً لذاته ، لأنه أدرك بصورة أكمل وأدق ،

موقعه في الوسط الذي يحيا فيه ، وماضيه الحيوانى والبدايى .
وفضلا عن ذلك ، فقد أجاد فهمه لطبيعته من حيث هو كائن مفكر .
فالعلم لا يُبارى من حيث هو شعور بالتفكير الإنسانى . والتفكير
سحقيقى ، الذى يتكيف مع الأشياء ، ويتحرر من الثسوانب
الحيوانية . ومن الأوهام الاجتماعية : هو التفكير العلمى .

وأخيرا ، فقد دفع العلم الإنسان إلى نوع من الزهد . هياء
لممارسة أفضل حياة أخلاقية ، وأصدق حياة دينية ، « فالتحول عن
النهوى البشرى » الذى يقتضيه العلم ، هو تهيئة لإنكار الدات
والإخلاص . وهو من الناحية الأخرى خير طريق للوصول إلى
ما هو إلهى . وإذا كانت تلك النظم الدينية انرائعة التى حققها
الصينيون والهنود في عصر سقراط ا قد اضمطلت أو أدركها الفساد .
فذلك إنما يرجع في رأينا إلى افتقارها إلى العلم الصحيح . الذى
اضطر الشرق بضمى الزمن إلى البحث عنه في الغرب . أما التفكير
المسيحى ، وهو التفكير الدينى للغرب ، فلم يتولد بالتأكيد عن العلم .
ولكنه يدين للعلم بالكثير من أجل بقاءه ونقائه . فالمسيحية قد
ألهمت ديكرات نزعته الروحية ، وألهمت « كانت » صرامته
الأخلاقية — ومذهبا ديكرات وكانت هما قبل كل شىء فلسفتان
علميتان .

وإذن ، فإذا كان قوام الحكمة ، كما يقال سبينوزا : في « شعور
المرء بذاته ، وبالعالم ، وبالله » ، أمكننا القول بأن الحكمة لن
تجد خيرا من العلم ظهيرا .

فهرس الاعلام

تتبيهاات :

١ - الرقم الأول أمام كل اسم يشير إلى الفصل ، والثانى يشير إلى القسم . فمثلا : ٥/٧ تقرأ : الفصل السابع ، والقسم الخامس .

٢ - الحرف ه يشير إلى الهامش . فمثلا : ٤/٨ (ه) تقرأ : الفصل الثانى . هامش القسم الرابع . و ٢/١١ (و) تقرأ : الفصل الحادى عشر . القسم الثانى وهامشه .

٣ - الفصل التاسع - وحده - مقسم فى الكتاب إلى أربعة أجزاء منفصلة . لكل منها أقسامها الخاصة ، وقد رمزنا إلى هذه الأجزاء بالرموز أ ، ب ، ج ، د . مثلا : ٩ (ج) ٤ تقرأ : الفصل التاسع ، الجزء الثالث ، القسم الرابع من هذا الجزء .

٤ - الملخصات فى بداية كل فصل يرمز إليها برقم ذلك الفصل مفردا . فمثلا : ٤ تقرأ : ملخص الفصل الرابع (فى بداية ذلك الفصل) - أما المراجع فى نهاية كل فصل فتتعلق بالقسم الأخير .

افلاطون ٨/١ - ٢/٢ - ٤/٣ - ١٦/٢
٧/٥ - ٩/٥ - ١٢/٥ - ٢/٧
٥/٧ - ٧/٧ - ٨/١١ - ٢/١٢
افوجاندر Avogadro ٤/١١
اقلبيس ١٦/٢ - ٢/٥ - ١٦/٦ - ٢/٦
١٦/٦ - ٢/١٢ - ٤/١٢ - ٥/١٢
امبير ١٨/٢ Ampère
اناباقلبيس ١٦/٢
انكساجوراس ٤/١ - ٥/١
اولنيك Uhlenbeck ١٠/١١
اينشتين Einstein ٤/٧ - ١٦/٦
١٠ - ٤/١٠ - ١٢/١١ - ١٦/١١
١٧/١١ - ١٢/١١

(١)

ابولونيوس Apollonius ٢/١٢
ابيقرز ١٦/١٢
ارسطارخوس (من ساموس Samos) ١٦/٢
ارسطو ١/٢ - ٢/٢ - ٤/٢ - ٥/٢
٧/٢ - ١٥/٢ - ٧/٨ - ٧/٢
١٢ - ٤/١٢ - ٦/١٢ - ١٥/١٢
ارشميدس ١١/٢ - ٧/٢ - ١٨/٢
٣/٥ - ١٢/٥ (ه) - ٢/١٢ - ٤/١٢
ارنو Arnauld ١١/١
ارون Aron ٩ (ه) ٥/٥ (ه) ٩ (د) ٥/٥
اسبيناس Espinas ٩ (د) ٤/٤

۲/۸	Burrows	بروز
۲/۱۱	Proust	پروست
۱۱/۱۲ - ۱۵/۶	Brouwer	بروفر
۱۷/۱۱	Brunetière	برونتیر
۱۲/۷	Bruhat	بروها
۲/۷	Priestley	پریستلی
	بطلمیوس ۱۶/۲	
۱۱-۶/۱۰	Becquerel	بکرل
	۱۶/۱۱	
۹/۱۱ - ۸/۱۱	Planck	پلانک
	۵/ Bloch	بلوخ ۹ (ج)
	Benedict	بندکت ۹ (ج)
۸/۱-۷/۱	Poincaré	پوانکاریه
- ۹/۶ - ۱۰/۶ - ۱۶/۶ (و)		
- ۱۲/۷ - ۲۶/۶ (و)		
- ۲/۹ (و) - ۲/۱۰ - ۱۱/۱۲		
	۸/۱۲	
- ۱۴/۶	Bourbaki	بورباکی ۶ (و)
	۱۴/۶	
۱۶/۵	Bourdin	بوردان
۱۶/۶ - ۱۸/۳	Borel	بوریل
۵/۲	Fouchet	فوشیه
۹/۸ (و)	Buffon	بوفون
۱۲/۷	Boll	بول
۱۰/۱۳ - ۹/۱۲	Boole	بول
۱۴/۲	Boltzmann	بولتزمن
۴/۶ (و)	Boutligand	بولیجان
	۱۲/۶ (و)	
۱۶/۱	Piaget	پیاجیه
۲۶/۶	Peano	پیانو
۲/۱۱ - ۱۵/۱۱	Perrin	پیران
	۱۷/۱۱	
۲/۷	Pearce	پیرس
۵/۹	Burford	بیرلو

۸/۷	Eötvös	ایوتفوس
	(ب)	
۱۶/۶ (ه)	Barbarin	بارباران
۵/۲	Pasteur	پاستیر
Pascal (Etienne)	(اتیئن)	پاسکال
۴/۷		
۱۰/۲ - ۲/۱ (Blaise)	(بلیز)	پاسکال
۴/۷ - ۲/۶ - ۲/۴ - ۱۳/۲		
۶/۱۲ - ۱/۱۲ - ۲/۹ (ه)		
۱۸/۳	Bachelard	باشلار
۱۷/۱۱ (ه)		
۲/۹ (ب)	Pavlov	پافلوف
۷/۱۱	Balmer	بالمر
۸/۸	Palissy	پالیسی
۱۶/۵	Painlevé	پانلیویه
۱۰/۱۱	Pauli	پاولی
۵/۱۱ (ه)	Brown	براون
۷/۱ (ریشه)	Berthelot	برتلو
۱۲/۷ (Marcelin)		برتلو (مارسلان)
۹/۴ (و)	Bergson	برجسون
۶/۷ (و) - ۲/۸ - ۳/۸ (و)		
۱۷/۸ (و) - ۱۲/۸ (و)		
۴/۱۰ (ه) - ۲۰/۱۲ - ۷/۱۲		
۸/۱۲		
۴/۲	Bernard	برنارد (کلود)
۱۰/۲ - ۱۱/۲ (و) - ۱/۸		
۲/۸ - ۴/۸ (و) - ۶/۸		
۱۶/۱۲ - ۱/۱۲ - ۱۳/۸ (و)		
۱۱/۱	Brunschvicg	برنشویج
۲/۴ (ه) - ۶/۵ (ه) - ۵/۱۰		
۸/۱۲ (و)		
۷/۱	Protagoras	پروتاجوراس
۸/۱		
۲/۲ (ه)	Brod	برود

۱۴/۳ Gibbs جیس
- ۴/ (و) ۹ Gurvitch جرفتش
۵/ (د) ۹
۲/۱۳ Germer جرمر
۱۱/۷ Grimaldi جریمالدی
۲/۱۳ Gilbert جلبیر
۴/ (۱) ۹ Joinville جوانفیل
۸/۳ - ۱۱/۲ Goblot جوبلو
۹/۶ - ۱۳/۴ - ۱۸/۳ (و) ۹
۲/۱۲ - (ه) ۱۶/۱۲ - ۱۰/۶
۱۳/۸ Gautheret جوتریه
۶/ (۱) ۹ Goethe جوتہ
۲۶/۶ - ۱۹/۶ Godeaux جودو
Jorgensen جورچنسن
۱۲ (۱۰) ۰

۷/۸ Jussiau جوسیو
۴/ (د) ۹ Jullian جولیان
۱۷/۱۱ Joliot-curie جولیو کوری
۱۰/۱۱ Goudsmit جونسٹ
۱۱/۱۲ Gonseth جونست
۱۲ - ۲۶/۶ - ۱۵/۶ (و) ۳/۶
۱۹

۳/۱۰ - ۱۲/۷ Gay جی
۲۳/۷ Gay-Lussac جی لوساک
۴/۱۱

۸/۱ - (و) ۷/۲ James جیمس
۲/۱۳ Geminus جیمینوس
۱۲/۷ Jeans جینز
۵/ (د) ۵ Guillaume جیوم

(د)

- ۸ - ۹/۳ Darwin داروین
۱۱/۸ - (و) ۱۰/۸ - ۹/۸
۱۳/۸ - (و) ۹

۵/ (ج) ۹ Piéron پیرون
۴/۷ Périer پیریہ
۲/۴ - ۲/۴ Bacon بیکن
۱۲/۷ - ۹/۷ - ۷/۷ - ۳/۷ - ۷
- ۱۵/۱۲ - (ه) ۷/۸ - ۳/۸
۵/۱۳
۳/ (ب) ۹ Binet بینہ

(ت)

۱۶/۵ Tannery (Jules) تانری
۱۳/۸ Tetry تتری
۲۰/۱۲ Tricot تریکو
۱۱/۲ (ه) Zeller تسلر
۱۶/۱۱ Chadwick تشادوک
۸/۱ Chesterton تشترن
Torricelli توریتشیلی
۴/۷

۴/ (د) ۹ Tonnies تونیس
۱۷/۱۱ Thibaut تیبو
Tycho-brahé تیکو - براہی
۲/۷ - ۳/۳
۷/۱۱ Thénard تینار

(ث)

۳/ (ب) ۹ Thomdike ٹومڈیک
۲/۱۱

(ج)

۸/۲ (و) Gassendi جاسنڈی
۲۰/۶ - ۹/۳ Galois جالوا
- ۵/۵ - ۲/۵ - ۱۶/۲ جالیلیو
۱/۱۲ - ۷/۷ - ۴/۷ - ۲/۷ - ۷
۸/۱۳

۱۷/۱۱ Gamov جاموف
۲/ (ب) ۹ Janet جانیہ

۹/۴ Ravaisson رافیسون (و.ه)

۲۶/۶ - ۸/۶ Russell رسل

۱۵/۱۲

۳/۱۱ Richter ریشتر

۱۳/۸ Rostand روستان (جان)

۱۲/۷ Rousseau روسو (بیر)

۸/۱۱ Rousseau روسو (ج.ج)

۱۶/۳ Römer رومر

۱۷/۱۱ Reichenbach ریشنباخ

۱۷/۶ - ۱۶/۶ Rousseau ریمان

۱۹/۱۲ Reymond ریمون

۷/۱ Renan رینان

۳/۷ Renouvier رینوفیه (ه)

۲/۷ Regnault رینو

(ز)

۶/۱۱ Zelbetein زلبشتین

۹/۴ - ۹/۴ Zmmel زملا

۵/۱۰ Zeemann زیمان

(س)

۹/۱ Spinoza اسپینوزا (و.ه)

۱/۲ - ۱۳/۲ - ۲/۸ (و.ه)

۵/۱۳ - ۴/۱۳

۴/۱۳ Stevin ستیفن

۲/۲ - ۴/۱ (ه) سقراط

۱۳/۸ Sigerist سیجرست

۵/۱۱ Simiand سیمیان

۱۳/۸ Singér سنجر

۲/۷ Snellius سنلیوس

۵/۱۱ Seignobos سینوبوس (و.ه)

۱۲/۱۱ Davisson دافیسون

۳/۱۱ - ۱۱ Dalton دالتن

۲/۴ d'Alembert دالمبیر (ه)

۲/۱۰

۹ (۱) Dilthey دلتی

۸/۱۲ Dopp دوب

۲۲/۹ Dubrail دوبری (و.ه)

۱/۱۱ Durkheim دورکیم (د)

۵ (د) - ۴ (د) - ۳ (د) ۹

۱۲/۸ Dauvillier دوغلییه

۶/۱۰ de Broglie دی برولی

۱۴/۱۱ - ۱۲/۱۱ - ۱۱ (ه)

۱۷/۱۱

۱۳/۸ Desguin دیجان

۲/۴ Diderot دیدرو (و.ه)

۹/۱۱ Dirac دیراک

۱۱/۸ de Vries دی فریس

۵/۱ Descartes دیکارت

۱/۲ - ۱۱/۱ - ۸/۱ - ۷/۱

۴ - ۱۲/۴ - ۱۸/۲ - ۱۶/۲

۱/۷ - ۱۶/۵ - ۱/۵ - ۱۲

۶/۷ - ۵/۷ - ۴/۷ - ۲/۷

۶/۱۱ - ۴/۸ - ۱۱/۷ - ۷/۷

۱/۱۲ - ۱۵/۱۲ - ۲/۱۲ - ۱/۱۲

۳/۱۲ - ۲/۱۲ - ۱/۱۲ - ۱۹

۵/۱۳ - ۴/۱۳

۵/۱۰ Duclaux دیکلو

۷/۱۱ Dumas دیما

۵ (د) Dumas دیما (جودج)

۱/۱۱ - ۱۱ - ۲/۲ دیماقروپس

۸/۶ Dieudonné دیومونیه

(ر)

۴ (۱) ۹ Rabelais رایاپه

۱۱/۲ Rabier رایبه

فيزه Wiese (von) ٩ (د) ٤-
 ٥ (د) ٩
 فيزو Fizeau ٥/١٠
 فيسمان Weissmann ١١/٨ (و.ه)
 فيلولائوس Philolaus ١٦/٢
 فييت Viète ٣/١٢ - ٤/١٢

(ك)

كارقان Cartan ١٤/٦
 كاردينر Kardiner ٩ (د) ٥
 كاريل Carrel ١٢/٨
 كانت Kant ٢ - ٢/٢ (و.ه) ٦/٢٠
 (و.ه) ٧/٢ - ٨/٢ - ١١/٢ (و.ه)
 ٩/٢ - ١٢/٢ - ١٢/٢ (و.ه)
 ١٨/٢ - ٧/٥ - ١٢ - ٨/١٢
 ١٠/١٢ - ١٨/١٢ - ٢/١٢
 كبريك Copernic ٧/١ - ٨/١
 ١٦/٢ - ٢/٧ - ٤/١٠ - ١٨/١٢
 ٨/١٢
 كيلر Kepler ٢/٢ - ١٥/١٢
 ١٦/١٢ - ١٨/١٢

كريتشفيلد Critchfield ١٧/١١
 كلاين Klein ١٦/٦
 كلتش Cletch ٦/٦
 كوب Cope ٩/٨
 كوتس Cotes ٢/١٠
 كوتيرا Couturat ٢٠/١٢
 كودرك Couderc ١٢/٧
 كورنو Cournot ١٢/٢ (و.ه)
 ٥/٤ - ٨/٤ (و.ه) - ١٤/٤
 كوري Curie (بيير وماري) ١٦/١١

(ش)

شروينجر Schrödinger ١٤/١١
 شوستر Schuster ٥/١٠
 شيلر Schiller (F.C.S.) ٦/١
 (و.ه) ٨/١
 شيله Scheele ٢/٧

(ط)

طاليس ١١/٢

(ف)

فاراداي Faraday ٧/١١-١٨/٢
 فانديل Vandel ١٢/٨
 فرانس France ٦/٧
 فرانك Frank ٦/١٠
 فرويد Freud ٩ (ب) ٩-٢ (د) ٥
 فريتل Fresnel ١٢/١١
 فولف Wolff ١٢/٨
 فولكرينجر Volkringer ١٢/٧
 فوركرو Fourcroy ٩-٧/١١ (د)
 فوفنارج Vauvenargues ٦/١٢
 فوكو Foucault ٩/٧
 فولتير Voltaire ٦/٧ (و.ه) -
 ٦/١ (و.ه)
 فيالتون Vialleton ١١/٨ (و.ه)
 فيبر Weber ٩ (ا) ٥ - ٩ (د) ٤
 ٦/١ (د)
 فيتزجيرالد Fitzgerald ٤/١٠
 فيثاغورس ٣/٥ - ١١/٥ - ١٢/٥
 فيرجيل Virgile ٤/١ (و.ه)
 فيرما Fermat ١٢/١١ - ١٦/١٢
 ٢/١٢
 فيرييه Verriest ٢٠/٦ (و.ه) ٢٦/٦
 فيز Feys ١٠/١٢ - ١١/١٢

لوکریس Lucrèce ۱۶/۷-۱۱/۲ (ه)
 لومتر Lemaître ۱۰/۶
 لیبنیتس Leibniz ۷/۲-۱۳/۱۹-۵
 ۷/۷ - ۱۱/۷-۸/۸ (ه) - ۱۱/۷
 ۱۱/۱۳-۳/۱۳-۱/۱۱
 لیسنکو Lyssenko ۱۱/۸
 لیفیبریل Lévy-Bruhl ۹/۱ (ا) -
 ۴/۱ (د)
 لیمیری Lémery ۲/۱۱
 لینیه Linné ۹/۸-۷/۸

(م)

ماتون Mathon ۱۱/۸ (ه)
 مارکس Marx ۷/۱ (د)
 ماری Marey ۸/۷
 ماریوت Mariotte ۷/۷
 ماکسول Maxwell ۱۸/۲
 مالبرانچ Malebranche ۹/۱ -
 ۱۳/۵ - ۱۱/۵ - ۹/۵
 مالتوس Malthus ۱۰/۸
 مالیئوفسکی Malinowski ۴/۱ (د)
 متر Metz ۶/۱۰
 منشورین Mitchourine ۹/۱۱-۸
 مرسن Mersenne ۸/۷-۷/۷
 مل Mill ۴/۷-۳/۷-۷/۱
 ۷/۱۲-۱۵/۱۲
 مندیل Mendel ۱۲/۸
 مندلیف Medéleeff ۷/۱۱ -
 ۱۷/۱۱
 موبرتیوس Maupertius ۱۲/۱۱
 مورجان Morgan ۱۲/۸
 مورلی Morley ۴/۱۰-۱۰
 مورینو Moreno ۴/۱ (د)

کوفلییه Cuvillier ۵/۱ (د)
 کوکتو Cocteau ۱۲/۲
 کولان Collin ۱۳/۸
 کولروس Colerus ۲۶/۶
 کولری Caullery ۱۲/۸
 کولومب Coulomb ۲/۷-۱۸/۲
 کوندورسیه Condorcet ۲/۱ (د)
 کوندیاک Condillac ۱/۴
 کوینو Cuénot ۱۳/۸ - ۲/۸

(J)

لابلاس Laplace ۷-۴/۸-۱۸/۲
 لاجاش Lagache ۵/۱ (ب) - ۴/۱ (د)
 لاشلییه Lachelier ۱۴/۱۲-۲/۸
 ۲۰/۱۲
 لافوازییه Lavoisier ۴/۸-۲/۷-۷
 ۲/۱۳-۶/۷
 لافونتنین La Fontaine ۱۲/۲
 لالاند Lalande ۷/۱ (ه) - ۱۰/۱ (ه)
 ۱۱/۱ - ۱۱/۲ - ۱۴/۴ - ۵/۵
 ۱۶ - ۴/۷ (ه) - ۱۲/۷ - ۲/۸
 (ه) ۲۰/۱۲ - ۱۶/۱۲ (ه)
 لامارک Lamarck ۸/۸-۹/۲ (ه)
 ۹/۸ (د) - ۱۰/۸ - ۱۱/۸ -
 ۱۲/۸ - ۱۲/۸
 لانجفان Langevin ۴/۱۰
 لوباتشفسکی Lobatchevski
 ۱۱/۱۲-۱۸/۶-۱۷/۶ - ۱۶/۶
 لودانتک Le Dantec ۹/۸ (ه)
 لوران Laurent ۵/۲ (ه) - ۳/۲ (ه)
 ۹/۳ (ه) - ۴/۷ (ه)
 لورنتس Lorentz ۴/۱۰
 لوک Locke ۸/۵
 لوکاشیفیتش Lukasiewicz ۱۲/۱۲

۸/۶ - ۵/۶ Hilbert هیلبرت

(ه) ۲۴/۶

Huygens هوجنز (کریستیان)

۱۲/۷ - ۱۱/۷ - ۷/۷

Huygens هوجنز (کونستانتان)

۱۸/۳

Husserl هوسرل

Hovasse هوفاس (ه) ۱۱/۸

Hombérg هومبرج

Humbert هومبر (ه) ۴/۷ - ۱۳/۷

هومبروس ۷/۳

Whitehead هویتهد ۱۰/۱۲

Heyting هیتنج ۱۱/۱۲ - ۱۵/۶

Hegel هيجل (ج) ۷/۱

Heisenberg هیزنبرج ۱۴/۱۱ - ۱۱

Haissinsky هایسنسکی ۱۷/۱۱ (و) ه

Hume هوم ۷/۱ - ۸/۵ (و) ه

(و)

Watson واتسن (ب) ۲/۱

(ی)

Jaspers یاسپرز (۱) ۵/۱

Mauss موس (د) ۵/۱

Montesquieu مونتسکیو (د) ۲/۱

Montaigne مونتئی ۶/۱ - ۱

۴/۱ (ا) ۹

Mouy موی (ه) ۴/۷ - ۱۷/۱۱

Mai می ۱۳/۸

Meyerson میرسون ۲۰/۱۲ - ۶/۱۰

Michelson میکلسون ۴/۱۰ - ۱۰

Milhaud میلو ۱۶/۵

(ن)

Nicole نیکولا ۱۱/۱

Newton نیوتن ۱۸/۳ - ۱۱/۲

۶/۷ - ۴/۷ - ۶/۵ - ۳/۵

۲/۱۰ - ۲/۱۰ - ۱۱/۷ - ۸/۷

۶/۱۲ - ۶/۱۰

(ه)

Harvey هاروی ۶/۸ - ۴/۸

Halbwachs هالبناکس (د) ۵/۱

Hamelin هاملان ۵/۱۲ - ۸/۲

(و) ۱۷/۱۲

Hanotaux هانوتو (ه) ۱۲/۳

مرقلیطس ۳/۱

فهرس الموضوعات

وترجمة المصطلحات

آثرنا أن ندمج فهرس الموضوعات مع قائمة المصطلحات ، وذلك عن طريق ترجمة كل من الموضوعات التي يتضمنها ، إذ أن هذه الموضوعات تحتوي على كل المصطلحات الهامة في هذا الكتاب .

ونظرا لأن الهدف من ترجمة المصطلحات هو أن يرجع إلى هذه الترجمة من يصادف واحدا منها في مرجع أجنبي . فقد أوردناها في ترتيبها الأبجدي الفرنسي ، لا العربي . حتى يمكن تحقيق هذا الهدف .

وقد اتبعنا نفس النظام السابق الإشارة إليه في فهرس الأعلام ، أعنى تحديد الفصل والقسم اللذين يهتدى فيهما إلى كل موضوع .

Analogies de l'expérience

مبادئ علاقات التجربة ١٧/١٢

Analyse التحليل

٤/١٣-٣/١٣-٢/١٣-١/١٣

— Chimique ٣/١٣ — الكيمياء

— réflexive ٢/١٧ — الواعي

Analysis sitûs

تحليل المواضيع ١٩/٧

Anatomie ١/٨ التشرييع

Astrophysique الفيزياء الفلكية

١٣/٤ - ٤

Asyllogistique (dédûction)

(الاستنباط) اللاقياسي ٤/١٣

Atomisme المذهب الذري

١١ - ١/١١ - ٢/١١ - ٣/١١

٥/١١ - ٤/١١

(A)

Abstraction

التجريد

٧/١٣-١٤/٦-٨/٦

Abstraites (sciences)

(العلوم) المجردة

٧/٤-٦/٤-٥/٤

Absurde (démonstration par l')

(برهان) الخلف ١١/٢

Addition logique

الجمع المنطقي

٩/١٢

Algèbre de la logique

الجبر المنطقي

٩/١٢

Altération ٨/٢ — التغير

Alternative — البدائل ١٠/٢

Compréhension (d'un terme)

مفهوم (اللفظ) ٤/٢ - ٦/٢

Compréhension (et explication)

الفهم (والتفسير) ٩ (١) - ٥/٩ (ح) ٤

Concept تصور ٤/٢ - ٥/٢

Concrètes (Sciences)

(العلوم) العينية

٥/٤ - ٦/٤

Connaissance (Théorie de la)

(نظرية) المعرفة ١١/٢

Conscience الوعي ٧/٢

Contingentisme

مذهب العرضية ٩/٤

Continu المتصل ٢٦/٦

Contradiction (Principe de)

(مبدأ) التناقض ١٠/٢

Copule الرابطة ٦/٢

Corpuscules جسيمات ٦/١١

Critère معيار ١/٢

Critique نقد ٢/٢

— Esprit ...

— الروح النقية ٦/٢

Cruciale (experience)

(التجربة) الفاصلة ٩/٧ - ١٠/٧

(D)

Déduction الاستنباط

١/٦ - ٩/٦ - ١٢/١٢ إلى ١٢/١٢

٤/١٢ إلى ٧/١٢

Définition التعريف ٧/٦

Déterminisme الحتمية

Attention الانتباه ٩/١

Axiomatique

قائمة البديهيات - (منهج) وضع

البديهيات ٥/٦ - ٦/٦ - ٧/٦

١٤/٦ - ٢٠/٦

Axiomes البديهيات ١/٦ إلى ٤/٦

(B)

Biologie علم الحياة (البيولوجيا)

٧/٨ إلى ١٢/٨

Botanique علم النبات ٤

Brownien (mouvement)

(الحركة) البرونية ٥/١١

(C)

Canons (de St. Mill)

قواعد وطرق (مل)

٢/٧

Catégories المقولات ٩/٢ إلى ٥/٢

Causalité العلية - السببية

٧/٢ - ٨/٢ - ٩ (١)

Certitude اليقين ٩/١

Champ (physique)

المجال (الفيزيائي)

١٨/٣

Chimie الكيمياء ٤ - ٥/٧ - ٢/٧

— quantique الكمية ٧/١١

Chylifère

قناة لعصارة الضمية ٥/٨

Cinétique des gaz (Théorie)

(النظرية) الحركية للغازات ١٦/٢

Communauté (Catégorie de la)

(مقالة) الاشتراك (التأثير المتبادل)

٧/٢

Expliquer ٢/١٠-١/١٠ تفسير
Evolution ٥/٩ (د) التطور

(F)

Fait historique

الواقعة التاريخية ٢/٩ (ج)
— scientifique ٦/٧ العلمية
— social ٢/٩ (د) الاجتماعية

Fatalisme ١٢/٣ القدرية

Figures (du syllogisme)

اشكال (القياس) ٤/١٢

Finalité الغائية

٥/٩-٢/٨-٢/٨-٢/٨

Force ٦/٥ القوة

Forme a priori صورة قبلية

٩/٥-٨/٥-٧/٥

Formalisme النزعة الشكلية

١٠/١٢-٨/٦

(G)

Génétique علم الوراثة ١٢/٨

Géometrie الهندسة ٣/٥

— non-euclidienne

غير الاقليدية ٦/٦ الى ١٩/٦

٦/١٠

Gnomon ظل (الزاوية) ١٤/٥ (و)

Gnoséologie علم المعرفة ١١/٢ (هـ)

Gravitation universelle

الجاذبية الكونية ٥/٧

Groupes (Théori des)

نظرية المجموعات ٢٠/٦

Groupes de Galilée et de

Lorentz

مجموعات جاليليو ولورنتس ٤/١٠

١١/٣ الى ١٤/٣ ٩-٤/٨ (ب)

٥/٩ - ٦/٩ (ج) ١٧/١٢

Dialectique ٣/٢ الديالكتيك-الجدل

Dichotomie ٦/٤ القسمة الثنائية

Dilemme (قياس) احراج ١٠/٢ (هـ)

Discursif مقال - متدرج

٧/١ - ١٣/٦ - ١٢/٢ - ٢/١٢ الى

٤/١٢

(E)

Elan vital

السورة أو الدفعة الحيوية ١٢/٨

Electron ٦/١١ الالكترون

Embryologie علم الاجنة ١٢/٨

Empirisme النزعة التجريبية ٨/٥

Energie الطاقة ٩/١١ الى ٧/١١

Entendement

الفهم أو الذهن ٩/١-٤/١

Enthymème قياس ناقص ٥/١٢

Epistémologie مبحث المعرفة ١١/٢

Erreur الخطأ ٣/١

Espace ou étendue

المكان أو الامتداد ٧/٥-٤/٥-٨/٢

٨/٥

Esthétique

علم الجمال (فلسفة الفن)

٨/٩ (ب)

Ether

الاثير ٤/١٠

Ethnologie

علم الاجناس البشرية ٤/٩ (د)

Experimentation

التجريب ٩/٧-٨/٧

Induction

- الاستقراء ١٤/١٢ الى ٢٠/١٢
— amplifiante
— التعميم ١٥/١٢
— formelle
— الصوري ١٥/١٢
— fondement de
— أساس (للاستقراء) ١٨/١٢ الى ٢٠/١٢
Interie (principe d')

- (مبدأ) القصور الذاتي ٤/١٠
Infini (mathématique)
اللامتناهى (في الرياضيات) ٢٦/٦
Infiniment petit
اللامتناهى في الصغر ٦/١٢
Institutions ٤/١٠ المنظم
Intellectualisme

- الانزعة العقلية ٨/١٢
Intelligence (selon Bergson)
العقل (عند برجسون) ٧/١٢

- Introspection
الاستبطان — التأمل الباطن ٣/١٢

- Intuition ٨/١٢ الى ٥/١٢ الحس
— mathématique
— الرياضي ١٥/٦ الى ١٢/٦
Invention

اختراع ، ابتداء ٧/٧

(J)

- Jugement
الحكم ٥/١١ الى ٦/٢ الى ١/١

(H)

- Hasard
الانفاق — الصدفة ١٤/٢ الى ١٢/٢
Hiérarchie des Sciences
التسلسل المتدرج للعلوم ١١/٤ الى ١٦/٤
Histoire
التاريخ ٨/٩ الى ١/٩ الى ١/٩
— naturelle ٧/٨ الطبيعى
Historicité ١/٩ الى ١/٩ التاريخية
Humanisme

- انزعة الانسانية ٨/١ الى ٧/١
Hygiène علم الصحة ٤/٤
Hypnôse
الفرض ١٥/١٢ الى ١٣/١٠ الى ١١/٧
Hypothético déductives (Sciences)
العلوم الفرضية الاستنباطية ٣/٦ الى ١٢/٧

(I)

- Idélisme ١٢/٤ الى ٧/٢ المثالية
Idée directrice
الفكرة الموجهة ٢/٨
Identité (principe de)
(مبدأ) الهوية ١٠/٢
Imagination ٧/٣ الخيال
Incommensurable
(عدد) غير ذى قياس مشترك مع... ٢٢/١

- Indéterminisme
اللاتعيين أو الاحتمية ١٤/١١
Industrie ٤/٤ الصناعة

Méthodologie ١١/٢ علم المناهج

Microphysique ١٤/١١ فيزياء العالم الأصغر

Milieu intérieur ٤/٨ البيئة الداخلية

Minéralogie ٦/٤ علم المعادن

Modalité ٧/٢ - ٦/٢ الجهة (في الحكم)

Modes (du syllogisme) الضروب (في القياس) ٤/١٢

Monisme ٨/٤ الواحدية

Morale ٩/١٩ الأخلاق

Mouvement ٨/٢ الحركة

Multiplication logique الضرب المنطقي ٩/١٢

(N)

Négation ٧/٢ السلب المنفي

Neptune ٤/٧ كوكب نبتون

Neutron ١٦/١١ النيوترون

Nombre ٨/٢ - ١٤/٥ - ١٦/٥ العدد

— ٢١/٦ الى ٢٥/٦
— atomique العدد الذري ٧/١١

Nominalisme ٣/١٠ المذهب الاسمي

Nomatives (Sciences) (العلوم) المعيارية ١٠/١ - ١١/١

٨/١٩

Nucléaires (Transmutations) (التحولات) (انوية) ١٧/١١

(م ٢٨ - المنطق)

(L)

Langage ٣/٢ اللغة

Levier (Theorème du) (نظرية) الرافعة ٤/١٢

Liberté (et déterminisme) الحرية (الحتمية) ٩ (١) ٦

Limitation (Catégorie de la) (مقولة) التحديد ٧/٢

Logique ١١/٢ الى ١/١ المنطق

— formelle — الصوري ٤/١٢ الى ٨/١٢

Logistique المنطق الرمزي أو الرياضي ١٠/١٢

Loi ٢/١٠ - ١/١٠ - ١٦/٣ القانون ١٢/١٢ الى

Lumière الضوء ٧/٢ - ٩/٧ - ١١/٧

١٢/١١ الى ١١/١١

(M)

Marées ٤/٧ المد والجزر

Matérialisme ٨/٤ المادية

— historique — التاريخية ٩ (ح) ٧

Mathématique ٤ الرياضيات

Mécanique ١٢/٥ الميكانيكا

— ondulatoire — التوجيهية ١٣/١١

Mécanisme ١٨/٢ العملية الآلية

Médecine ١/٨ - ٤ الطب

Mesure ٢/٥ قياس مقياس

Pragmatisme	البرجماتية ٨/١-٧/١	(O)	
Pratiques (Sciences)	العلوم العملية	Ordre	الترتيب - النظام ١٩/٦ - ١/٥
	٥/٤ - ١/٤	(P)	
Précision	الدقة - الضبط ١٧/٢	Pensée et intelligence	المعقل ٧/١٢
Principes (math.)	المبادئ (الرياضية)	Perception	الادراك الحسي
	١/٦		١٨/١٢ - ١٠/٥
Probabilité	الاحتمال ١٦/٢-١٤/٣	Personnalité	الشخصية ٨/٢
Progrès	التقدم ٦/(١)٩	Perturbation astronomique	الانحراف الفلكي ٤/٧ - ١/١٠
Proton	البروتون ٦/١١	Phénomène	الظاهرة ١١/٢
Psychanalyse	التحليل النفسي ٢/(ب)٩	Philosophie de l'histoire	فلسفة التاريخ ٧/(ح)٩
Psychologie	علم النفس	Photo-électrique (effet)	المثاثير الكهري الضوئي ١١/١١
	١/١ - ١/(ب)٩ الى ١/١٩ (ب)٥	Photon	الفوتون ١٢/١١
Psychologisme	النزعة النفسية	Physiologie	علم وظائف الأعضاء (الفيزيولوجيا)
	٨/١ الى ٧/١		١/٨
(Q)		Physique	الفيزياء (علم طبيعية)
Qualité	الكيف ٨/٢-٧/٢-٦/٢		١/٧
Quantité	الكم ٧/٢ - ٦/٢		— du globe ٥/٤ الكونية
Quantum d'énergie	كم الطاقة ٩/١١		— nucléaire
			— النووية ١٥/١١
(R)		Pluralité	تعسكثرة ٧/٢
Radioactivité	النشاط الاشعاعي	Poristique (Analyse)	(التحليل) البرهاني ٤/١٢-٣/١٢
	١٥/١١	Positivisme	المذهب الوضعي ٣/١٠
Raisonnement	الاستدلال	Postulats	مصادرات ٢/٦
	٨/١٢ - ١٠/٢ - ٩/٢ - ١/١		

Sociologie علم الاجتماع

٤ - ٩ (د) ١ الى ٩ (د) ٥

Specification التخصص ٨/٢

Spécificité

النوعية - الصفات الخاصة

٨/٤

Spiritualisme النزعة الروحية ٤

Spiritualité الروحية ٧/١٢

Statistique الاحصاء ٥ (د) ٩

Substance الجوهر ٨/٢

Syllogisme القياس ٤/١٢

Synthèse التركيب - التلief

٧/١٢ الى ٤/١٣

(T)

Techniques الأساليب العملية ١/٨

Temps الزمان ٨/٢

— local — المحلي

Termes الحدود - اللفاظ ٤/٢

— du syllogisme

— حدود القياس ٤/١٢

Théorie النظرية ١١-٣/١٠-٢/١٠

Théoriques (Sciences)

(العلوم) النظرية ٤-٤/٤-٤/٤

Thèse, antithèse, synthèse

الوضع ، ونقيضة ، والمركب ٦/٢

Topologie mathématique

علم المواضع (في الرياضات) ١٩/٦

Totalité الكلية ٧/٢

— par recurrence الترتيبى

١٠/٦

Rapports العلاقات - الصلات

٨/١٢-٤/١٢ - ١٦/٣ - ١٥/٢

Rationalisme المذهب العقلى

١٢/٥ - ٩/٥

Réalisme الواقعية ٧/٢

Réalité

عالم الواقع - لعالم الحقيقى ٧/٢

Règles (du syllogismes)

قواعد (القياس) ٥/١٢ - ٤/١٢

Relation (cat.) الاضافة (مقولة)

١٥/٣ - ٨/٢ - ٧/٢

Relativisme, Relativité

النسبية ٦/١٠ الى ١/١٠

Residus (Méthode de)

(طريقة) البواقي

٤/٧ - ٣/٧

(S)

Scepticisme مذهب الشك ١٥/٢

Sceptiques grecs

الشكاك اليونانيون ١/٢

Sciences (philosophies)

(فلسفات) العلوم ١١/٢

Scolastique المدرسية (الفلسفة)

٤/١٢ (هـ)

Sinécures التكايا ٥/٢

(V) Valeur (Jugements de) أحكام (القيم) ١٠/١ Vérification ٩/٧-٨/٧ التحقيق Vie (Caractères de la) خصائص الحياة ٢/٨-٢/٨	Tiers-exclu ١٠/٢ الثالث المرفوع Transcendantale (Phil.) (الفلسفة) الترنسندنتالية ١٨/١٢ Transformisme المذهب التطوري ٨/٨ الى ١٢/٨
(Z) Zététique (Analyse) ٤/١٢-٣/١٢ (تحليل) البحث Zoologie علم الحيوان ٤	(U) Unité الوحدة ٨/٢ Univers الكون ٦/١٠ Utilitarisme المذهب النفعي ٧/١

محتويات الكتاب

صفحة	
٣	الفصل الأول : المنطق وعلم النفس
٢٥	الفصل الثاني : المنطق
٥٠	الفصل الثالث : الروح العلمية
٨٠	الفصل الرابع : تصنيف العلوم
	الفصل الخامس : موضوع العلوم الرياضية : الترتيب
٩٤	والقياس — العدد والمقدار
١١٤	الفصل السادس : منهج العلوم الرياضية
١٦١	الفصل السابع : العلوم الطبيعية
١٩٣	الفصل الثامن : علوم الحياة
٢٢٧	الفصل التاسع : العلوم الانسانية
	الفصل العاشر : النظريات الحالية في الفيزياء
٢٨٨	الرياضية : النسبية الخاصة والعامة
	الفصل الحادى عشر : النظريات الحالية في العلوم
	الفيزيائية : تطور المذهب الذرى —
	ميكانيكا الكم — الميكانيكا النموذجية —
٣١٤	الروح العلمية الجديدة
	الفصل الثانى عشر : العمليات العامة للتفكير : الاستنباط
٣٤٦	والاستقراء
	الفصل الثالث عشر : العمليات العامة للفكر (تكملة) :
٣٨٧	التحليل والتركيب — الحدس
٤٢٠	خاتمة
٤٢٢	فهرس الأعلام
٤٢٩	فهرس الموضوعات وترجمة المصطلحات

رقم الايداع بدار الكتب ٢٤٩٥

مطبعة نهضة مصر
الجيزة — القاهرة

Bibliotheca Alexandrina



0406305