الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة منتوري قسنطينة

كلية العلوم الإنسانية والعلوم الاجتماعية
قسم الفلسفة

رقم التسجيل: .....

الرقم التسلسلي: .....

النزعة المواضعاتية في فلسفة العلوم عند هنري بوانكاريه

مذكرة مكملة لنيل شهادة الماجستير في الفلسفة

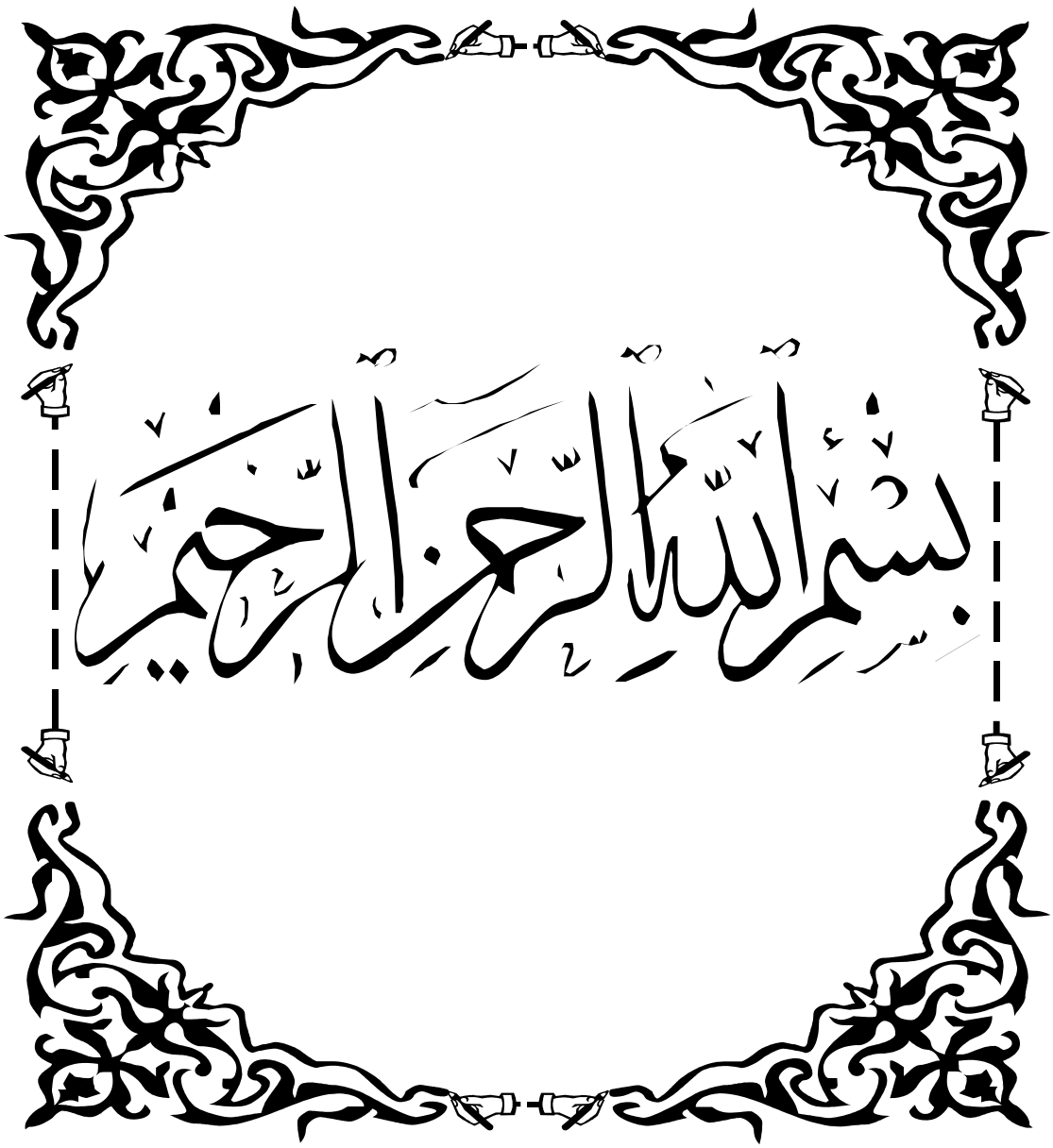
إعداد الطالب:
إبراهيم كراش

إشراف الأستاذ:
الدكتور رشيد دحدوح

أعضاء لجنة المناقشة:

أ.د.لخضر مذبوح	أستاذ التعليم العالي	جامعة قسنطينة	رئيسا
د. رشيد دحدوح	أستاذ محاضر –أ–	جامعة قسنطينة	مشرفا ومقررا
د.جمال حمود	أستاذ محاضر –أ–	جامعة قسنطينة	عضوا مناقشا
د.علي بوقليع	أستاذ محاضر –أ–	جامعة قسنطينة	عضوا مناقشا

السنة الجامعية: 2012/2011.


بسم الله الرحمن الرحيم

شكر وتقدير

أتوجه بالشكر الجزيل إلى كل الذين قدموا لنا
مساعدات مادية ومعنوية لإنجاز بحثنا، وأخص
بالذكر أستاذي المحترم الدكتور رشيد دحدوح
على دعمه وتحفيزه لي وعلى توجيهاته القيمة، كما
أوجه شكري إلى كل أساتذة قسم الفلسفة
وخاصة الأستاذة "شهرزاد ابوقراط".

ك. إبراهيم

الإهـــداء

إلى الوالدين الكريمين

إلى زوجتي

إلى أخواتي

إلى كل من ساعدني في إنجاز هذا البحث، خاصة : نورة

وأنيسة

إلى هـؤلاء جميعـا

أهدي هذا العمل

ك . إبراهيم

مقدمة

المقدمـــة:

يعد العلم من أبرز ظواهر الحضارة الإنسانية، وأكثرها تمثيلا إيجابيا لحضور الإنسان، الذي تمكن بفضله تحقيق الازدهار المادي والمعنوي على حد سواء؛ حيث زاده العلم وعيا بالعالم ومكنه من أن يرسل نظرته العقلية إلى ما وراء الحدود التي تفرضها علينا الحواس؛ هذا بالإضافة إلى أنه قد جعله أكمل شعورا بذاته، حيث كشف له عن العلاقات التي تربطه بالبيئة البيولوجية والإجتماعية والتاريخية، كما أن التقدم السريع والتطور المفاجئ الذي أحرزته العلوم في شتى المجالات وبالتحديد في القرنين التاسع عشر والعشرين، خصوصا في ميدان فلسفة العلوم وابستيمولوجيا العلم، و فيما يتعلق بالنظريات ومدى ما تحدثه من تغيير جذري في حياة البشر . كل هذا أدى إلى حدوث ثورة علمية أصابت فلاسفة العلم والمناطقة بالدهشة والإعجاب معا، مما جعلهم يتوقفون عند دراستها؛ محاولين توخي الحقيقة العلمية . والمقصود بها تلك الحقيقة البعيدة عن كل مثار للشك، المستقلة عن كل رؤية ذاتية و المختفية وراء الظواهر. كما حاولوا نقل العلم من المستوى النظري إلى المستوى التطبيقي، عن طريق تطبيقهم للقوانين والنظريات المستخلصة من أبحاثهم العلمية، ونتج عن كل هذا ظهور نزعات واتجاهات مختلفة في فلسفة العلم، حاولت أن تفسر النظريات العلمية تارة وتبررها منطقيا ومعرفيا تارة أخرى، وأبرز هذه النزعات النزعة المواضعاتية عند هنري بوانكاريه.

ولذالك فان هذا البحث يعرض قراءة النزعة المواضعاتية عند بوانكاريه للتحولات الحاصلة في فلسفة العلوم. فالنزعة المواضعاتية هي اتجاه في فلسفة العلم يؤكد على أن النظريات والقوانين والمبادئ العلمية ما هي إلا مواضعات وقع الاختيار عليها نظرا لطابع اليسر والملاءمة، و قد طرح هذا الاتجاه نفسه بقوة بعد الانتقادات التي وجهت إلى النزعة الاستقرائية ممثلة في "بيكون" و"نيوتن" من جهة؛ ومن جهة أخرى جاءت محاولة تفسير الثورات التي حدثت في العلم وانعكست على فلسفة العلوم.

ففي مجال الرياضيات عرفت نهاية القرن التاسع عشر ظهور الهندسات اللاإقليدية التي غيرت الكثير من المفاهيم والمنطلقات التي كان ينظر إليها على أنها صحيحة صحة مطلقة . فكان لا بد أن ينشأ لدى بعض من علماء هذا العصر شعور باعتباطية النظريات

العلمية. وفي مجال الفيزياء تم التخلي عن الكثير من المبادئ والقوانين التي وضعتها الفيزياء الكلاسيكية، مما كان إيذانا بظهور نظريات فيزيائية حديثة تتطلب تفسيرا يلائم هذه الثورة .

تكمن أهمية هذا الموضوع في كونه حلقة بحث تربط بين ما هو علمي وما هو فلسفي، فالمواضعاتية هي فلسفة للعلوم بالدرجة الأولى. فإذا كان بوانكاريه عالما في الرياضيات والفيزياء الرياضية، فهو من جهة أخرى فيلسوف بما له من آراء فلسفية تفسر بوضوح طبيعة النظريات والقوانين العلمية، إذا كان يجمع بين دور العالم والفيلسوف في الوقت نفسه، وإن كان ميله للعلم أكثر منه إلى الفلسفة؛ ذلك أن ابداعاته في العلم كثيرة؛ فيعود إليه الفضل في إدخال الدالة الموجبة ذات المتغيرة التحكمية في تعريف الاحتمال، إضافة إلى بلورة ما يسمى في تاريخ الرياضيات بمفارقات جوزيف براتراند *Bertrand*، ومما يذكر له أيضا ما بذله من جهد نظري بيداغوجي لتوضيح أصعب فروع الهندسة وهي التوبولوجيا*.

أما فيما يخص فلسفة العلوم والإبستيمولوجيا؛ فإن مواضعاتية بوانكاريه حولت الإشكال الإبستيمولوجي من النظر في الحقيقة إلى تحديد معايير الجدوى؛ مادام العلم معرفة "بالإصطلاح" أو الفرضية، ميزتها الظاهرة أنها تمكن من الفعل في الأشياء دون أن نطمع في النفاذ إلى حقائقها، فما يمكن أن يكون الفرق بين نظرية بطليموس ونظرية كوبرنيك؟ لا شيء؛ إلا يسر الاستخدام التقني وفق مبدأ اقتصاد الطاقة الذهنية.

تكتسي المواضعاتية أهمية بالغة في فلسفة العلوم ؛ كونها تعطينا تفسيرا يبدو أكثر إقناعا مقارنة مع النزعات والاتجاهات الأخرى؛ ذلك أن المواضعاتية بإقرارها بموضوعية العلم فهي لا تلغي عنه الذاتية، انطلاقا من كون نظريات العلم وقوانينه هي عبارة عن مواضعات ثم اختبارها من طرف العلماء.

كما نلحظ أهمية أخرى؛ وهي أن المواضعاتية من خلال بحثها في طبيعة البرهان الرياضي تكون قد جعلت له فلسفة خاصة، وهذا من خلال تساؤل بوانكاريه عما إذا كانت

* هي هندسة لا إقليدية تهتم بالكيف لا بالكم.

الرياضيات تقوم على أساس القياس وتعود إلى تحصيل حاصل. كما أن للمواضعاتية دور في اكتشاف نظرية النسبية من خلال تأكيدها على الصدفة والاحتمال ونقد الحتمية المطلقة. إضافة إلى أن المواضعاتية قد أولت أهمية لدور الفرضية في العلم كونها تساعده على إجراء التجارب والتعميم. واختيار الفرضيات يتوقف على معيار اليسر والملائمة، وهو ما يسمح بالتحقق منها واقعيا.

ونظرا لأهمية ما قدمه بوانكاريه من خلال نزعته المواضعاتية في فلسفة العلوم، فقد دفعتني للبحث في هذا الموضوع الدوافع منها ما هو موضوعي ومنها ما هو ذاتي.

أ) **الـــدوافع الموضـــوعيـــة:** وأذكر منها :

ــ لم يطرق الموضوع من قبل؛ ذلك أن المواضعاتية لم تحظ بالبحث والدراسة الكافيتين، وفالدراسات الأكاديمية حول فلسفة بوانكاريه قليلة، وحتى وإن وجدت فهي دراسات عامة تتطرق لجانب من جوانب فلسفته فحسب؛ إذ لم يكن لهذا العالم الحظ الكبير من الاهتمام رغم ما أثرى به مجال العلم والفلسفة من إنتاج معرفي، وهذا مقارنة مع الكثير من الفلاسفة والعلماء الذين نالوا نصيبا من الدراسة والبحث. لذلك نعتبر موضوع المواضعاتية عند بوانكاريه موضوعا جديدا تماما في مجال البحث الفلسفي.

ــ زيادة على هذا الدور الذي ساهمت به المواضعاتية في العلوم من جهة؛ وفلسفة العلوم من جهة أخرى، والذي دفعني إلى محاولة البحث والدراسة؛ قصد الكشف عن هذه المساهمة التي يعتقد الكثير من الباحثين أنها دفعت كل من العلم والفلسفة قدما إلى الأمام، مما أدى إلى ظهور الكثير من النظريات العلمية مثل: النظرية النسبية لأينشتاين التي كان لبوانكاريه الفضل في التمهيد لها من خلال نقده للدوغماتية في العلم ورفضه للحتمية المطلقة، في مقابل ذلك أعطى دورا للاحتمال والصدفة.

ب) **الـــدوافـــع الـــذاتيـــة:**

أما فيما يخص الدوافع الذاتية فيأتي في مقدمتها:

اهتمامي الخاص بالقضايا والمشكلات التي تطرحها فلسفة العلوم في الفكر الغربي الحديث والمعاصر، وهذا الاهتمام قد دعت إليه قلة العناية بالبحث في فلسفة العلوم والتوجه الكبير للتخصصات أو المجالات الفلسفية الأخرى.

وثانيهما: الرغبة في التوسع لمعرفة مساهمات بوانكاريه في الفكر الفلسفي والعلمي، وما مدى تأثره بمن سبقوه وتأثيره فيمن أتوا من بعده، نظرا لإلمامه المعمق بما شهده علم عصره من تحولات إبداعية، وكذا مساهمته من موقع العالم الفاعل في ذلك كله، فأغنى العلم إغناء جعل أهل زمانه يعتبرونه أهم الباحثين وأقواهم ذكاء في مجالي الرياضيات والفيزياء الرياضية، ولربما ذاع صيته في جميع العصور حرصا على الاستفادة من التجارب الإنسانية الفكرية والعلمية التي نحن في أمس الحاجة إليها كمجتمعات عربية نامية.

وثالثهما: محاولة التعريف بواحدة من بين النزعات والاتجاهات التي لا زالت مجهولة لدى الكثير، وإن كانت للبعض معرفة سطحية وبسيطة بها. لذا حاولنا في هذا البحث تبسيط أفكار هنري بوانكاريه من أجل استيعاب أكثر لإنجازاته العلمية والفلسفية.

ويضاف إلى تلك الدوافع دوافع أخرى؛ فاهتمامي بموضوع المواضعاتية مرده إلى أن هذه النزعة متأصلة في الفكر الفرنسي ومصادر بوانكاريه أو من بحث فيه باللغة الفرنسية مما سهل علي مسألة القراءة والفهم والترجمة والتحليل.

الإشكـــاليـــة:

لقد عاش هنري بوانكاريه في زمن أزمة؛ أين ساد الشك والإرتياب في النظريات والمعارف العلمية، بعدما شهد القرن التاسع عشر خصوصا في بدايته ثقة مطلقة في اليقين العلمي، وقدرة العلم على تفكيك شفرة الظواهر الطبيعية. لذلك كان هّم بوانكاريه آنذاك: فهم ما يجري أولا، ثم محاولة تجاوز الأزمة الواقعة: وعليه هل استطاعت المواضعاتية المقترحة من طرف بوانكاريه أن تكون فلسفة فعّالة مواكبة للتطورات العلمية الحاصلة؟ أو هل استطاعت المواضعاتية استيعاب الواقع العلمي المتأزم والناتج عن تزعزع الثقة في العلوم الأساسية؟ إلى أي مدى استطاعت المواضعاتية تجوز الأزمة؟

لقد تمت محاولة الإحاطة بهذه الإشكالية ومعالجتها وفق ثلاث مشكلات موزعة بالترتيب على الفصول الثلاثة الآتية:

الفصل الأول : فلسفة العلم بين النزعة الاستقرائية والنزعة المواضعاتية.

وتم من خلال هذا الفصل توضيح مفهوم النزعة الاستقرائية بوصفها نظرية في المنهج العلمي في القرنين17 و18 الميلاديين، اعتمدت على الاستقراء كمنهج أساسي للعلوم مؤكدة على دور التجربة الحاسمة في تقرير مصير النظريات العلمية والتحقق من صحة الفروض، ومنه التطرق إلى الانتقادات التي وجهت إلى النزعة الاستقرائية بدءا بمشكلة تبرير الاستقراء عند هيوم، مرورا بانتقادات بيار دوهايم للمنهج النيوتني بوصفه من ممثلي النزعة الاستقرائية وانتهاء بانتقادات كارل بوبر للاستقراء والنزعة الاستقرائية، ثم التطرق إلى النزعة المواضعاتية التي جاءت كبديل للنزعة الاستقرائية، وتوضيح مفهومها، والظروف التي أدت إلى ظهورها؛ خاصة فيما يتعلق بالدفاع عن الإمكانية المنطقية للهندسات اللاإقليدية، مع توضيح نظرة النزعة المواضعاتية من خلال بوانكاريه إلى مصادرات وأسس العلم، أي فلسفة العلم عند النزعة المواضعاتية.

الفصل الثاني: النزعة المواضعاتية في فلسفة العلوم الصورية.

تم في هذا الفصل الاشتغال على رؤية النزعة المواضعاتية ممثلة في بوانكاريه للرياضيات، وبالأحرى فلسفة الرياضيات عند بوانكاريه من خلال أزمة الأسس في الهندسة التي أفضت إلى ظهور هندسات متعددة جديدة، ومنه الإشارة إلى فلسفة الهندسة عند بوانكاريه التي تقرر جميع الهندسات الممكنة منطقيا، وأن الهندسة الإقليدية أبسط الهندسات وأكثرها ملائمة، بعد ذلك امتداد أزمة الأسس إلى ميدان التحليل وانهيار فكرة الاتصال الرياضي، وكذا أزمة مبادئ الرياضيات وموقف بوانكاريه منها؛ والمتمثل في اتجاهه الحدسي، ومن ثم نظرته إلى طبيعة البرهان الرياضي.

الفصل الثالث: النزعة المواضعاتية في العلوم التجريبية، تم فيه التطرق إلى امتداد نزعة بوانكاريه إلى الميكانيكا والفيزياء؛ وذلك من خلال تقويضه للميكانيكا الكلاسيكية؛ إذ يتناول الفصل الأساس المنطقي لنشأة المفاهيم عموما ومفاهيم الميكانيكا الكلاسيكية

خصوصا، حيث تم الوقوف عند الأسس الميتافزيقية التي أدت إلى نشأة مفاهيم غامضة لا تخدم البناء النسقي لعلم الميكانيكا، ومنه ضرورة إخضاع كل المفاهيم الأساسية لهذا العلم إلى نقد منطقي صارم، ومنه أيضا الخروج بتصور واضح عن الآليات التي يجب أن تفحص وفقها المفاهيم، وعلى هذا يمكن تجاوز الأطر الكلاسيكية للتفكير، بعد ذلك التطرق إلى دور الفرضية في الفيزياء التجريبية والفيزياء النظرية. إذ يبدو أن العلم الفيزيائي دون غيره قد اتسع ميدانه، وتشعب موضوعاته، نتيجة الدور الريادي الذي أصبح يمثله، وكذلك بفضل علاقاته الوظيفية ببقية العلوم الأخرى. ويمكن القول أن نسبة العلم الفيزيائي إلى العلوم الأخرى كنسبة العلم الرياضي إلى العلم الفيزيائي، ومنه كل منهج يعتمد عليه علم الفيزياء يمكن أن يكون صالحا للعلوم الأخرى وهي بيولوجيا، كيمياء، فلك، سيكولوجيا، وغيرها.

ولأن الطبيعة التي كانت تكشف عن البسيط وراء المعقد، ها هي ذي تخفي المعقد وراء البسيط، الأمر الذي لزم عنه إدخال مناهج رياضية بحتة تعتمد على الخيال والابتكار الحر، وهو الأمر الذي ساهم في بلورة نظريات علمية بطرق رياضية بحتة، مثل: نظرية النسبية الخاصة والعامة، نظريات الضوء، والنظرية الحركية للغازات.

وهنا يبين بوانكاريه أهمية الفيزياء الرياضية (الفيزياء النظرية)؛ التي دخلت بقوة كمنهج مستقل، أثمر النظريات الفيزيائية العملاقة في الفيزياء، ومنه تغير المفهوم الكلاسيكي للفرض ودوره في التفكير العلمي؛ وما يمكن أن يقدمه من خدمات للعلوم الفيزيائية في صياغة النظريات.

ثم يقف بوانكاريه –على غرار إبستيمولوجيين آخرين– عند مشكلة الحدود التي يجب أن تقف عندها أية نظرية مهما كان نسقها المنطقي صارما ودقيقا، متسائلا كيف يمكن للعلم أن يقنع بإظهار العلاقات بين الأشياء، دون أن يطمح إلى معرفة ماهيات تلك الأشياء.

وهنا تظهر النظرة التراكمية لبوانكاريه في تطور علم الفيزياء، حيث يعتبر أن النظريات العلمية تقدم أوصافا متكافئة للظواهر الطبيعية، وبالتالي لا يمكن أن تكون هناك تجربة حاسمة تفصل بين النظريات.

إن المنهج المتبع في هذا البحث قد تراوح بين التحليل التاريخي والجدل، والمنهج التحليلي المعاصر.

لقد تم الاعتمادي المنهج التحليلي التاريخي في الفصل الأول: من خلال الإشارة للنزعة الاستقرائية ودورها في تاريخ فلسفة العلوم، ثم عرض الانتقادات التي وجهت إليها، نتيجة لذلك ظهرت النزعة المواضعاتية.

وقد استعملت المنهج التحليلي التاريخي في الفصل الثاني: من خلال التطرق إلى تاريخ الهندسة بدءا من الهندسة الإقليدية وصولا إلى ظهور الهندسات اللاإقليدية؛ وهذا بغية التعرف على الظروف الفكرية والمناخ العلمي العام اللذين كانا سائدين في الفترة التي تبلور فيها فكر بوانكاريه، الأمر الذي سمح بالتعرف على التطور الكرنولوجي لمفاهيم العلم ومناهجه، ومنه عرض فلسفة بوانكاريه في سياقها التاريخي؛ إذ أن فلسفة العلوم لا يمكن لها أن تستغني عن تاريخ العلم.

وقد تم اعتمادي على المنهج الجدلي في الفصل الثاني من أجل تسليط الضوء على المناقشات التي أفرزتها المشكلات المتطرق إليها مثلا: أثير الجدل بين بوانكاريه وخصوم الهندسات اللاإقليدية فيما يتعلق بمدى صحة الهندسة الإقليدية وعلاقة الهندسة بالتجربة، كما أثير الجدل بشأن تصنيف المفاهيم الفيزيائية وتنقيتها بين أصحاب النزعة الوضعية وبوانكاريه، وأيضا كان هناك جدل واسع بين العلماء بشأن طبيعة لضوء ومن ثم الجدل بين الإبستيمولوجيين وفلاسفة العلم بشأن طبيعة المادة، وإلى أي مدى سيؤدي ذلك إلى تضييق نطاق مقولة الجوهر التي كانت من قبل تحظى بالإجماع لدى معظم العقول.

أما بشأن اتباع المنهج التحليلي؛ فكان قصد الوقوف على مضامين الأفكار الأساسية التي وردت في مؤلفات "بوانكاريه"، وقد اعتمد هو الآخر في بعض نصوصه على تحليلات دقيقة لمواقف بعض الفلاسفة والعلماء –الذين سبقوه أو كانوا معاصرين له– من المشكلات المعرفية المطروحة.

وأخيرا فإن هذا البحث مثل أي بحث علمي خلال انجازه لا بد أن يواجه صعوبات سواء من ناحية المادة المعرفية، ومن ناحية المصادر والمراجع، أو من ناحية اللغة

وخشية الترجمة الخاطئة لبعض المعاني والمصطلحات وصعوبة إيصال المعنى الصحيح لأفكار الفلاسفة والمفكرين، وكذا تعذر الحصول على بعض المراجع الأساسية التي تخص فلسفة بوانكاريه أو تمهد لفلسفته، واستبدالها بمراجع ثانوية، ولكن الاصطدام بهذه المشكلات لا يعني الإنقاص من قيمة البحث؛ أو تحول دون المضي قدما في طريق انجازه، بل زادني ذلك إصرارا على الاستمرار في دربه بخطى ثابتة. ليكون محاولة تساهم في خدمة البحث العلمي.

الفصل الأول

فلسفة العلوم بين النزعة الإستقرائية و النزعة المواضعاتية

أولا- النزعة الاستقرائية

ثانيا . نقد النزعة الاستقرائيّة

1 . مشكلة الاستقراء

2 . نقد دوهايم للنزعة الاستقرائية

3 . نقد بوبر للنزعة الاستقرائية

ثالثا: النزعة المواضعاتية :

1 . ظروف نشأة النزعة المواضعاتية

2 . مواضعاتية بوانكاريه بين المثالية والواقعية

فلسفـــة العلـــوم بين النزعـــة الإستقرائيـــة والنزعـــة المواضعاتيـــة:

يرتبط الحديث عن النزعة الاستقرائية بالحديث عن النزعة الميكانيكية وما افرزته في مجال العلم والفلسفة، حيث إنه في النصف الثاني من القرن السادس عشر بدأت تتغير نظرة العلماء إلى الكون. فقد ظهر عدد من الفلكيين الذين تابعوا أبحاث "كوبرنيك"،وأذاعوا نظريته على نطاق واسع بعد أن أضافوا إليها بعض التعديلات والإصلاحات، ومن هؤلاء نجد "كبلر"، "غاليلو". فقد دعم كبلر ما قرره سلفه "كوبرنيك" من أن الشمس هي المركز وليست الأرض، وتقدم بأدلة جديدة في هذه النظرية وأكد على أن الكون يتحرك كجسم كامل بحركة ميكانيكية.

كما أن"غاليلي" أعلن تبنيه لنظرية "كوبرنيك"، وأقر أن الأرض تدور. وفي النهاية فإن ظهور الميكانيكا الكلاسيكية كان مرحلة حاسمة في تطور العلم. والميكانيكية بوجه عام منحى فلسفي يعمل على التفرقة بين المادة والقوة،ويرد التغيرات كلها إلى الحرك. ونفهم من هذا التعريف أن النزعة الميكانيكية هي تجاوز لتفسير الكلاسيكي الميتافيزيقي، الذي تصوره أرسطو وهيمن على فكر القرون الوسطى، ذلك أن النظرية الميكانيكية تستند إلى القول بأن كل مايقع في الكون من ظواهر وأحداث يتصل بعضه ببعض اتصالا عليا، وبهذا ترتبط العلاقات القائمة بين الأشياء بقوانين الحركة. وتحول التصور الميكانيكي في القرن السابع عشر إلى نموذج للتفسير أو "باراديغم"*paradigme* " الذي فرض نفسه على العقول، فأصبحت معاييره ومقاييسه هي المعايير والمقاييس الموجهة لكل بحث في الطبيعة[1].وقد كان من نصيب الفيلسوف الفرنسي ديكارت أن يكون أول من وضع هذه الثورة الفكرية في قالبها الأكمل ، ذلك إن ديكارت كان ميكانيكي النزعة، فهو إذا كان يقول بوجود درجتين من الوجود العقل والمادة ،إلا أنه يرى أن الحقيقة غير عقلي تتعود إلى مفاهيم الميكانيكية[2]، فإنه كان ينوب عن الجميع وينطق باسم فلسفة العلم السائدة[3].

---

[1] –سالم يفوت :الفلسفة والعلم في العصر الكلاسيكي، المركز الثقافي العربي، بيروت، ط1 ، 1989،ص101

[2] ــ إ . م . بوخنسكي : الفلسفة المعاصرة في أوروبا ، ترجمة : عزت قرني، سلسلة عالم المعرفة، 1992 ، العدد 165 ، ص24.

[3] ــ سالم يفوت:الفلسفة والعلم في العصر الكلاسيكي، ص102 .

وفي المقابل كان فلاسفة المذهب التجريبي في انجلترا يتجهون في طريق أكثر منطقية ، فهم يقبلون بالمذهب الميكانيكي وهو ما يتفق مع اتجاههم التجريبي [1].

فالنزعة الميكانيكية ترفض دراسة الظواهر اعتمادا على المنهج المدرسي المؤسس على القياس النظري، وتلح على اعتماد الملاحظة والتجربة والحسابات الرياضية، وبذلك تكون قد مهدت الطريق لظهور النزعة الاستقرائية عند "فرانسيس بيكون" ومن تبعه من الفلاسفة التجريبيين.

ولهذا فالسؤال الذي يطرح نفسه هو ما مفهوم النزعة الاستقرائية؟ وما هي رؤيتها للعلم ولفلسفة العلم؟

أولا-النزعـــة الاستقرائيـــة *Inductivisme*:

في المعنى اللغوي الاستقرائية مشتقة من الاستقراء التجريبي.

في المعنى الاصطلاحي: الاستقرائية ابستيمولوجيا وجهة نظر من خلالها تكون الإجراءات الاستقرائية المعطاة مؤدية إلى قضايا علمية صحيحة (البحث في الأسباب والقوانين)، وهذا في تاريخ العلوم منذ عصر فرانسيس بيكون[2].

تعبر النزعة الاستقرائية عن بداية مرحلة جديدة في تاريخ فلسفة العلم في القرن17، وذلك مع ظهور التجريبية الانجليزية التي رفضت منهج الاستنباط العقلي في دراسة الطبيعة وتفسيرها، واستبدلته بمنهج الملاحظة والتجربة. حيث يصفها "دونالد جليز" في كتابه فلسفة العلم في القرن العشرين بأنها:«نظرية في المنهج العلمي قبل القرن العشرين» [3]، من هذا التعريف يمكن القول أن النزعة الاستقرائية هي وجهة نظر مستقاة من المنهج الاستقرائي، تحاول أن تأخذ بمرجعية التجربة في كل بحث علمي منظم.

---

[1] ــ إ . م . بوجنسكي : الفلسفة المعاصرة في أوروبا ، ص 102 .

[2] _ Louise-Marie Morfaux : Nouveau vocabulaire de la philosophie et des sciences humaines , ARMAND COLIN ,Paris , 2005, P 266

[3] ــ دونالد جليز :فلسفة العلم في القرن العشرين ، ترجمة :إمام عبد الفتاح ، التنوير للطباعة والنشر والتوزيع ،بيروت ، ط،1 2009 ، ص91

وترجع النزعة الاستقرائية بوصفها نظرية في المنهج العلمي إلى"فرانسيس بيكون"[1].الذي أصر على رفض منطق "أرسطو"، ونادى باعتماد آلة جديدة للتفكير تكون بديلا عن القياس الأرسطي، رافضا بذلك الانغلاق في الأقيسة الفكرية المجردة. وقد عبر "بيكون" عن الروح العلمية التي سادت في عصره من خلال مؤلفه الهام: "الأورجانون الجديد"[2]، واختار بيكون هذا العنوان لأن كتابات أرسطو في المنطق قد جمعت تحت عنوان الأورغانون[3].والهدف من ذلك يتمثل في تقويض أسس المنهج الأرسطي. وعليه فإن الأورغانون الجديد ينقسم إلى جزئين:

الجـــزء الأول: نقدي؛ حيث انتقد بيكون من خلاله المنهج العقلي الذي كان سائدا قبله .

الجـــزء الثانـــي: بنائي؛ حيث عمد إلى بناء منهج جديد بديل عن المنهج التقليدي، ويتمثل في المنهج الاستقرائي في الجزء الأول، بين فيه الأخطاء التي وقع فيها السابقون في دراسة الطبيعة عندما اعتمدوا على المنطق الأرسطي؛ فالقياس الأرسطي يتألف من مقدمتين ونتيجة والمقدمات لا تعبر عن وقائع متصلة بعالم الخبرة وكذلك النتيجة[4].

أحس "بيكون" أن العلم أصبح راكدا، باعتماده على هذا المنهج الذي يقوم على الفكر النظري لا على الملاحظة الواقعية، فالقياس المنطقي عقيم في كل وجوهه، لأنه مهما أمعن النظر في الاستنتاج والبحث يبقى ذلك في إطار المقدمات التي سلمنا بها منذ البدء. وجد بيكون أن هذا النمط من التفكير لا يصلح أن يكون منطلقا للعلماء في الكشف عن قوانين الطبيعة[5]. وفي هذا السياق وجّه بيكون نقدا شديدا لفلسفة العصور الوسطي لإتباعها منهج أرسطو في دراسة الطبيعة،وأرجع الأخطاء الشائعة في العلوم إلى ما وصفه بالأصنام أو الأوهام، لذلك فإنه لا غرابة إذا دعا إلى تحطيم هذه الأصنام، التي

---

[1] ــ دونالد جيليز : فلسفة العلم في القرن العشرين، ص 92 .

[2] ــ.ماهر عبد القادر:فلسفة العلوم المشكلات المعرفية،دار النهضة العربية،بيروت،ج1 ،1984،ص95

[3] ــ دونالد جيليز : فلسفة العلم في القرن العشرين ، 94 .

[4] ــ ماهر عبد القادر: فلسفة العلوم المنطق الاستقرائي،دار النهضة العربية،بيروت ،ج2، 1986،ص96

[5] ــ المرجع نفسه، ج2، ص 96 .

تسيطر على عقول العلماء والمفكرين. وهذا من أجل التأسيس لمعرفة علمية قائمة على منهج سليم وقد حدد بيكون الأصنام في أربعة أنواع هي:

1-أصنـــام القبيلـــة: وهي عامة بالنسبة للجنس البشري، وتبدو في الميل لوضع نظام للعالم قبل التأكيد من وجوده في الطبيعة ذاتها عن الطريق الملاحظة المباشرة[1]،فهي ظاهرة بشرية تشبه المرآة الزائفة التي تفسد الأشكال والصور. فالعقل لا يقبل إلا ما يوافقه، ولا ينتبه لما يعارضه حتى إذا وجد حالة شاذة أدخلها بأية طريقة في نظام العالم المفترض.

2- أصنـــام الكهـــف: وتتمثل في التأثير الكبير لعامل البيئة ومكوناتها وثقافتها في عقل الإنسان ، فيتصور المتواضعات الخاصة بها وكأنها حقائق مطلقة[2]. فيقرر بيكون أن ما يحيط بالفرد من ظروف وملابسات الحياة، ومقومات شخصية ما كالمستوى الثقافي والبيئة الاجتماعية ؛كل هذا يحصر الفرد في إطار معين من التفكير ، هذا النوع شاع عند الكثير من المفكرين . فأرسطو قد رد العلوم كلها إلى المنطق لأن المنطق كشف أرسطي، وجعل "أفلاطون" العلوم فروعا للعلم الإلهي[3].

3-أصنـــام الســـوق: وترجع للاستخدام الخاطئ لألفاظ اللغة[4] ،ويحدث نتيجة لاستعمال اللغة في تبادل الأفكار والآراء بين الناس في الأسواق والمقاهي...الخ. فيتحدثون في مختلف شؤون الحياة بلغة مشتركة بعيدة عن المنطق؛ الأمر الذي يؤدي إلى فقدان اللغة دلالتها الحقيقية.ويحذر بيكون من خطر استخدام اللغة في البحث العلمي استخداما غير دقيق[5] .

4-أصنـــام المســـرح: ويقصد بها الأخطاء التي تسربت إلى نفوس الناس من المذاهب الفلسفية المختلفة[6] ،والتي نشأت نتيجة للتأثر بالأشخاص والفلاسفة مثل أرسطو.

---

[1] ــ ماهر عبد القادر : فلسفة العلوم المنطق الإستقرائي، ج2، ص 97 .

[2]– يمنى طريف الخولي فلسفة العلم في القرن العشرين، سلسلة عالم المعرفة، العدد 264 ، ص70 .

[3] ــ معن زيادة : الموسوعة الفلسفية العربية ، المجلد 2 ، ج 2 ، معهد الإنماء العربي ، ط1 ، بيروت ، ص 267 .

[4] ــ ماهر عبد القادر : فلسفة العلوم المنطق الإستقرائي، ج2، ص 97 .

[5] ــ محمود فهمي زيدان: الاستقراء والمنهج العلمي،دار الجامعات المصرية ،مصر،(د ط) ،1977، ص64.

[6] ــ عبد الرحمن بدوي: الموسوعة الفلسفية،ج1، المؤسسة العربية للدراسات والنشر ، 1984 ، ص395 .

فتلقى الناس آراء ومواقف المدارس الفكرية ومشاهير العلماء دون شك في صحتها. وبالتالي فالناس تتلقى الآراء والأفكار من العلماء كما يتلقى المشاهدون آراء الممثلين في المسرح.

تلك هي الأوهام التي حذر منها "بيكون"، ونادى بضرورة التحرر منها للوصول إلى الحقيقة. وهذا يقودنا إلى الجانب الايجابي في منهج بيكون والمتمثل في الاستقراء، الذي ينبغي أن يتوجه إلى الطبيعة؛ لفهم الظواهر عن طريق الملاحظة والتجربة. وينقسم الاستقراء أثناء التطبيق والممارسة إلى مرحلتين:

المرحلـــة الأولـــى: تتمثل في مرحلة القوائم الثلاثة.

تشمل القوائم الثلاث ما يلي:

أولا: قائمة الحضور؛ وفيها يضع الباحث جميع الحالات التي لاحظ فيها الظاهرة[1] عن طريق التجربة.

ثانيـــا: قائمة الغياب؛ وفيها يسجل الباحث الحالات التي تغيب فيها الظاهرة.

ثالثـــا: قائمة التفاوت في الدرجة؛ ويدخل فيها الباحث الدرجات المتفاوتة لحدوث الظاهرة.

المرحلـــة الثانيـــة: تتمثل في الاستقراء البيكوني؛ وهي مرحلة الحذف والاستبعاد، وهذا من خلال إجراء التجربة الحاسمة، وهنا يقرر بيكون أمرين:

الأول: وهو ضرورة استبعاد القانون العام إذا وجدت حالة سالبة تنفيه، مهما كان عدد الحالات التي تؤكده .

والثانـــي: يمكن تأكيد صحة القانون العام، وذلك بإبطال ونفي كل القوانين والنظريات التي تتعارض معه[2].

[1] يمنى طريف الخولي : فلسفة العلم في القرن العشرين ، ص73 .

[2] محمود فهمي زيدان: الاستقراء والمنهج العلمي ، ص .

يمكن القول أن مسألة تأكيد القوانين ترجع إلى التجربة الحاسمة ؛وهي خطوة لابد منها عند النزعة الاستقرائية. فكلما كانت هناك مجموعة من الفرضيات فإن التجربة الحاسمة تبقى في نهاية المطاف واحدة فقط، وتلغي باقي الفرضيات التي لم تصمد أمام الاختبار التجريبي.

وعلى هذا الأساس فإن بيكون وضع منهجا يؤدي إلى اتساع معرفة العالم الطبيعي[1]؛ هذا المنهج الذي استخدمته و لكن بكيفيات مختلفة مع الحفاظ على إطاره العام بما يعرف بالنزعة الاستقرائية؛ التي تواصلت مع الأجيال اللاحقة من العلماء من أمثال نيوتن (1643-1727)، وجون ستيوارت ميل (1806-1873).

فنيوتن قوّض الفيزياء الديكارتية، التي كانت تستند علي المنهج الاستنباطي، وأرسى دعائم فيزياء استقرائية دون التنكر لدور الرياضيات في الفيزياء. كان نيوتن يطلب من النظرية أن تساعده على حساب القيم العددية للظواهر الطبيعية بشكل دقيق، ثم لجأ إلى التجربة للتأكد مما إذا كانت الطبيعية تقدم تلك الظواهر بنفس الدقة. كان يريد من النظرية أن تكون شاملة ودقيقة ومعبرة أقوى تعبير عن وقائع التجربة[2]. وبالتالي فالتجربة هي المحك الذي يقرر مصير الفرضيات التي ينشئها العالم من خلال ملاحظاته للظواهر. لذلك فان نيوتن غيّر المنهج الديكارتي. فإذا كان ديكارت يهدف إلى الوصول إلى فيزياء يقينية ودقيقة مثل الرياضيات إذ يقول :«لا اقبل أي قوانين في الفيزياء غير تلك التي في الهندسة والرياضيات المجردة لان كل الظواهر في الطبيعة يمكن تفسيرها من خلالها»[3]، أي أن الفيزياء يجب أن تبنى على نموذج الرياضيات، لأنها العلم الأكثر دقة ويقينية، والفيزياء بالنسبة إليه ينبغي أن تتصف باليقين لأنه يرفض المعارف الاحتمالية .في هذا الشأن كان هدف نيوتن بعكس ذلك؛ أي أنه ينطلق من فرضيات مستقرئة عن طريق الملاحظة لينتهي إلى حسابات رياضية.

---

[1]– دونالد جليز : فلسفة العلم في القرن العشرين ، ص97

[2] ــ محمد عابد الجابري : مدخل إلى فلسفة العلوم : العقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمي،مركز دراسات الوحدة العربية ، بيروت ،ط6 ، 2006 ،ص272

[3] ــ روني ديكارت ، نقلا عن جيمس جيز : الفلسفة والفيزياء ، ترجمة جعفر رجب ،دار المعارف، (د ط) ، 1942، ص148

والحق أن منهج نيوتن أروع أمثلة المنهج الحديث؛ فمعطيات الملاحظة هي نقطة البدء في المنهج العلمي، غير أنه لا يستنفذها هذا المنهج، وإنما يكملها التفسير الرياضي [1]. ولا يتوقف الاختلاف بين نيوتن وديكارت عند هذا الحد، بل يصل إلى حد رفض نيوتن للقواعد الأربعة التي وضعها ديكارت لتأسيس معرفة عقلية واستبدالها بقواعد جديدة هي:

1ــ يجب أن لا تقبل من الأسباب إلا تلك التي تبدو ضرورية لتفسير الطبيعة؛ وهذا يعني استبعاد التفسيرات والفرضيات والميتافيزيقيات.

2-إن النتائج التي هي من نوع واحد يجب أن تجرى دائما، وكلما كان ذلك ممكنا لنفس السبب. وفي هذه القاعدة يظهر إقرار نيوتن بمبدأ الحتمية، الذي يراه مطلقا والذي يبرر التنبؤ بحدوث الظواهر.

3-إن الكيفيات التي تتضمنها الأشياء، والتي لا تقبل الزيادة ولا النقصان، والتي نلاحظها في جميع الأجسام التي يمكننا التجريب عليها، يجب أن ينظر إليها بوصفها كيفيات تعم جميع الأجسام على الجملة، وإن خصائص الأجسام وكيفيتها لا تعرف إلا بالتجربة.

4-في الفلسفة التجريبية أي الفيزياء، يجب النظر إلى القضايا المستخلصة من الظواهر، علي الرغم من الفرضيات المضادة على أنها قضايا صحيحة تماما أو قريبة من الصحة، إلى أن تؤكدها بعض الظواهر الأخرى تأكيدا تاما [2].

إن اختلاف فيزياء نيوتن عن فيزياء ديكارت يؤكد حضور النزعة الاستقرائية بقوة في منهج العلوم الطبيعية، حيث أصبحت هذه النزعة أكثر تجسيدا لروح العصر وعقليته، ذلك أن سمات هذه النزعة أصبحت أكثر وضوحا بعد أفول نجم الفيزياء الديكارتية.

---

[1] ــ هانز ريشنباخ :نشاة الفلسفة العلمية ، ترجمة : فؤاد زكريا ، دار الكتاب للطباعة والنشر، 1962، ص97.

[2] ــ اسحاق نيوتن ، نقلا عن محمد عابد الجابري: مدخل إلى فلسفة العلوم : العقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمي، المرجع السابق ،ص272.

غير أن الحديث عن النزعة الاستقرائية من خلال منهج كل من بيكون ونيوتن لا يكفي لتحديد وتوضيح هذه النزعة ؛إذ أن ذلك يستوجب شرح أهم سماتها من خلال تطبيقات المنهج الاستقرائي ومبادئه .

إن الفكرة الأساسية التي تسند إليها النزعة الاستقرائية ؛هي أن العلم يبدأ من ملاحظات وينتقل منها إلى التعميمات، والقوانين والنظريات والتنبؤات[1]، ذلك أن الملاحظة خطوة أساسية في المنهج الاستقرائي ، بها يبدأ العلماء وبها تنتهي التجربة التي تعتبر ملاحظة مصطنعة .لذلك فالنزعة الاستقرائية تستبدل التأمل النظري بملاحظة الوقائع والحوادث في الطبيعة ،ثم استخلاص القوانين وتعميمها لكي يتمكن العلماء من التنبؤ والتوقع.

وهذا ما جعل "بوانكاريه" ينظر إلى العلم على أنه استقرائي في المقام الأول؛ بمعنى أنه يعتمد على التعميم من ملاحظة الجزئيات الموجودة في العامل الخارجي[2]. لكن السؤال الذي يطرح في هذا الصدد ما هو مبرر هذا التعميم؟وما الذي يضمن صحته في المستقبل؟تجيب النزعة الاستقرائية على ذلك بمبدأين تؤسس عليهما العملية الاستقرائية وهما:

أولاهمـــا: الاعتقاد بمبدأ العلية الذي ينص على التسلسل العلي للظواهر الطبيعية.

وثانيهما: مبدأ اطراد الحوادث : وهو مبدأ راسخ لدى العلماء يقضي أن ظواهر الطبيعة تتكرر دائما بشكل مطرد أي بشكل منتظم، وإنكار هذا المبدأ يفضي إلى الإيمان بفكرة عدم الانتظام والفوضى، وهو الاعتقاد الذي يرفضه العقل؛ أي أن حوادث الطبيعة تجري بشكل مطرد ، على وتيرة واحدة لا تتغير ؛أي ما حدث اليوم سوف يحدث غدا وإلى الأبد[3]. فالاعتقاد باطراد حوادث الطبيعة هو اعتقاد بأن كل ما حدث أو سوف يحدث هو حالة لقانون عام لا يقبل الاستثناء[4]، فالتكرار المنتظم للظواهر الطبيعية الذي

---

[1]– دونالد جيليز: فلسفة العلم في القرن العشرين ، ص97.

[2]– ماهر عبد القادر: فلسفة العلوم المشكلات المعرفية ، ص26

[3]–يمنى طريف الخولي: فلسفة العلم في القرن العشرين، ص26.

[4]–دونالد جيليز :فلسفة العلم القرن العشرين ، ص103.

لا يتغير هو السمة الدائمة في الطبيعة، وهي السمة التي يؤمن بها العلماء ويسمونها بمبدأ الاطراد أو الانتظام.

فعلى هذين المبدأين تتأسس القوانين والنظريات العلمية المفسرة للطبيعة. فالعلية واطراد الحوادث في الطبيعة يشكلان صمام الأمان للاستقراء ومصدر الثقة المطلقة لدى النزعة الاستقرائية، فيما تقدمه من تفسيرات وما تتنبأ به من حوادث وظواهر، وهذا اعتمادا على الاعتقاد بوجود حتمية مطلقة سيّر بمقتضاها الكون، وهذا ما نادى به نيوتن في نظرياته الفيزيائية والفلكية.

إن هذا التبرير الذي قدمه أنصار النزعة الاستقرائية لم يكن كافيا لإقناع خصومها الذين شككوا في صحة التعميمات والتنبؤات الاستقرائية ، مما أدى إلى تقويض النزعة الاستقرائية، فكيف تم ذلك؟

ثانيـــا-نقـــد النزعـــة الاستقرائيـــةّ:

إن الحديث عن نقد النزعة الاستقرائية يبدأ من الاستقراء والشكوك التي أثيرت حول مصداقيتها كمنهج علمي، والتي بدأت مع دفيد هيوم الذي كان منطلق بحثه مبدأ العلية، و قد تساءل عن إمكانية تبرير الاستقراء من خلال تبرير مبدأ اطراد الحوادث الذي ينطلق من ملاحظات جزئية إلى تعميمات تشمل الظواهر في المستقبل .و هذا ما يعرف بمشكلة الاستقراء التي أثارها هيوم، فما هي هذه المشكلة؟

1 ــ مشكلـــة الاستقـــراء:

تتعلق هذه المشكلة بأهم مبدأ يعتمد عليه الاستقراء وهو مبدأ اطراد الحوادث في الطبيعة، حيث إن الاستقراء في انتقاله من الجزء إلى الكل يستند إلى اعتقاد مفاده أن ما سيقع في المستقبل يشبه ما وقع في الماضي، وهنا يميز هيوم بين نوعين من المعارف:

الأولـــى :تتعلق بقضايا الرياضيات، و**الثانيـــة:** تتعلق بالواقع .

بالنسبة للأولى: مثل مجموع زوايا المثلث 180°. والضرب والطرح والمساواة...الخ.

هذه القضايا التي هي من هذا النوع يمكن اشتقاقها بإعمال الفكر وحده دون الخضوع إلى شيء مما يوجد في العالم [1]، لذلك فالقضايا الرياضية تلزم لزوما ضروريا عن من طائفة التعريفات، التي لا يمكن تكذيبها .

القول أن القضايا الرياضية ضرورية هو القول بأنها مستنبطة استنباطا صحيحا من مقدماتها [2]؛ فهي عبارة عن تحصيل حاصل وشرط صحتها هو عدم تناقض المنطلقات مع النتائج، وهذا ما يجعل نتائج الرياضيات تتميز بالثبات والمطلقية .

أما النوع الثاني من المعارف فيتعلق بقضايا الواقع التي تختلف عن النوع الأول في كونها ناتجة عن تعميمات استقرائية، وهذا ما نجده في العلوم التجريبية، حيث إن صدقها لا يعتمد على الاستنتاج وهذا ما يجعل نقيضه ممكنا أيضا؛ أي أن صدقها وعدمه يتساويان في الإمكان. «فالقضية الشمس لن تشرق غدا ليست أقل معقولية ولا تنطوي على تناقض أكثر مما تنطوي عليه القضية ستشرق» [3].

بعد توضيح هيوم للاختلاف الموجود بين قضايا الواقع وقضايا الرياضيات؛ يتساءل عن مبرر الاعتقاد بصدق القضايا حيث يقول :«قد يكون إذن من المثير أن نبحث عما هي طبيعة البنية التي تجعلنا نركن إلى أي وجود حقيقي أو أي واقعة فيما يتعدى شهادة حواسنا الحاضرة» [4].

وكانت إجابة هيوم تتمثل في الاعتقاد بوجود علاقة بين السبب والأثر أو ما يعرف بمبدأ اطراد الحوادث، هذه البنية التي تضمن التعميمات الاستقرائية، لكن عندما بحث هيوم عن أساس هذا المبدأ وجده مؤسسا على الخبرة ، بالتالي فإنه لا يعتمد على براهين عقلية.

---

[1]–دفيد هيوم :مبحث في الفاهمة البشرية، ترجمة : موسى وهبة، دار الفارابي ،بيروت ، ط1،2008، ص50.

[2]– محمود فهمي زيدان : الاستقراء والمنهج العلمي،ص111.

[3]–دفيد هيوم: مبحث الفاهمة البشرية ، المرجع السابق ، ص50 .

[4]–المرجع نفسه ،ص50.

بيد أن معرفة هذه العلاقة لا تتحصل بأي حال من التعليلات القبلية؛ بل تولد تأثيراتها من الخبرة؛ حيث نجد أن أشياء معينة تتوافق بعضا مع بعض بشكل مستمر هي بمثابة قضية عامة لا تقبل أي استثناء [1].

هذا يعني آن مسألة تبرير الاستقراء غير ممكنة؛ لأنها في هذه الحالة تدور في حلقة مفرغة حيث إن الاستقراء يعتمد على مبدأ اطراد الحوادث في تبرير تعميماته ومبدأ اطراد الحوادث يعتمد على الاستقراء.

إن موقف هيوم من مبدأ اطراد الحوادث الذي يعتمد عليه الاستدلال الاستقرائي هو أنه لا يمكن البرهنة عليه قبليا؛ إذ لا نعرف كيف تكون مقدمات ذلك البرهان ولا يمكننا إثبات المبدأ بالخبرة الحسية؛ إذ إن أي محاولة للإثبات هي بمثابة وقوع في الدور، أي تسلم بما تريد إثباته (مبرر الاستقراء) [2] .

إن ما يجدر الإشارة إليه هو أن هيوم من خلال إثارته لمشكلة الاستقراء، لم يقصد تقويض النزعة؛ بل يريد من وراء ذلك إيجاد حل لهذه المشكلة؛ أي حاول أن يبرر تعميمات الاستقراء المؤسسة على ملاحظات جزئية هذا من جهة؛ ومن جهة أخرى فإن إدراجه له ضمن هذا المبحث المتعلق بنقد النزعة الاستقرائية ، يهدف من خلاله إلى توضيح السياق التاريخي للانتقادات التي وجهت للنزعة الاستقرائية؛ لأن المشكلة التي أثارها هيوم حول الاستقراء جعلت الثقة تتزعزع في تعميماته و قوانينه ،وهذا ما انعكس سلبا على النزعة الاستقرائية بوصفها نظرية في المنهج العلمي، ويظهر هذا في الاعتراضات التي وجهت إليها بعد هيوم، وسوف يتضح ذلك من خلال نقد بيار دوهايم للنزعة الاستقرائية.

2 ــ نقــد دوهايــم للنزعــة الاستقرائيــة:

تنصب اعتراضات دوهايم على النزعة الاستقرائية حول نقده لنظريات وقوانين نيوتن؛ ذلك أن دوهايم ينظر إلى النزعة الاستقرائية على أنها منهج نيوتني، ففي كتابه "النظرية الفيزيائية موضوعها وبنيتها " يخصص دوهايم مبحثين من الفصل السادس في

[1]- دفيد هيوم: مبحث الفاهمة البشرية ، المرجع السابق ص، 52.

[2]–محمود فهمي زيدان : الاستقراء والمنهج العلمي ، ص112.

الجزء الثاني لنقد المنهج النيوتني حيث يقول : «النظرية الفيزيائية التي دعا إليها نيوتن في حاشية عامة، والتي توّجت كتاب المبادئ، حيث رفض بشدة في الفلسفة الطبيعية كل فرض لم يستخلصه الاستقراء من التجربة، عندما أكد أنه في الفيزياء الصحيحة، يجب أن تستمد كل قضية من الظواهر ثم نعمم عن طريق الاستقراء» [1].

يتضح من خلال هذا كله أن دوهايم ينظر إلى الاستقراء بوصفه منهجا نيوتينيا؛ فهو يستبعد كل الفرضيات العقلية والميتافيزيقية، أي التي لم تعتمد على الملاحظة والتجربة، فنيوتن بذلك يقر بالاستقراء كما حدده في القاعدة الرابعة التي شرحت في المبحث السابق،لكن المفارقة تكمن في عدم إتباع نيوتن للاستقراء خاصة عندما اكتشف قانون الجاذبية اعتمادا على قوانين كبلر.

فدوهيم وصف الاستقراء بأنه منهج نيوتني، لكن نيوتن لم يتبعه عندما أنشأ نظام الجاذبية الكونية. إن نظريته في الجاذبية لم تستمد من القوانين التي كشفت عنها ملاحظات كبلر، القانون الذي حوله استدلال عقلي مريب إلى نتائج معممة بالاستقراء [2].

فقوانين كبلر ليست بالفروض الأسطورية أو الميتافيزيقية أو الدينية، كما أنها لم تتضمن تحقيقا تجريبيا يقوم على الملاحظة والتجربة،وإنما يقوم تحقيقها على مدى اتساق التفسير الرياضي و إحكام الانتقال من المقدمات إلى النتائج [3].وبالتالي تصبح أعمال نيوتن تناقض أقواله؛ذلك أنه يصر على ضرورة الاعتماد على الاستقراء التجريبي، في حين انه في أعماله يعتمد على قوانين كبلر الاستنباطية.وهذا ماجعل النزعة الاستقرائية تعتمد على الاستنتاج الذي رفضته في البداية، من أجل الاعتماد على الاستقراء. يقول نيوتن في كتابه المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية:«لكنني لم أكن قادرا على اكتشاف تلك الخصائص للجاذبية من الظواهر،وأنا لا أكون فرضا، لأن ما لم يكن مستنبطا من الظواهر، إنما هو فروض و ليس للفروض مكان في الفلسفة التجريبية سواء كانت الفروض ميتافيزيقية أو فيزيقية، سواء كانت فروضا من كيفيات خفية مجهولة أو من

---

[1]–P .Duhem : La théorie physique , son objet , sa structure, chevalier et riviére .paris ،1906 ,p154.

[2]- Ibid. P154

[3] ــ عبد الفتاح مصطفى غنيمة : فلسفة العلوم الطبيعية ، مصر ، (دط) ، (د ت) ،ص36.

صفات ميكانيكية» [1]. فيتلك الفلسفة يستدل على القضايا الجزئية من الظواهر، ثم تصبح قضايا عامة بالاستقراء.

فالفروض بالنسبة إليه مستبعدة من الفلسفة التجريبية، لأنها تأملات لم يستدل عليها بواسطة الاستقراء من الظواهر، ومادامت كذلك لا يمكن جعلها قوانين عامة. هذا التناقض الواضح بين النظري والعملي عند نيوتن بين ضعف موقف النزعة الاستقرائية، وهذا يمكن رده إلى عدة أسباب من أبرزها:

أ ــ الخلط بين الاستقراء والاستنتاج في القرنين السابع عشر والثامن عشر، هذا ما أكد عليه "لاكاتوش" في قوله :«لم يكن هناك تمييز واضح بين الاستقراء والاستنتاج في القرنين السابع عشر والثامن عشر ... كان الاستقراء والاستنباط مصطلحين مترادفين عند بعض المفكرين» [2].

ب ــ وبسبب آخر يتعلق بمشكلة الاستقراء التي أثارها هيوم في كون الاستقراء يفتقد إلى المبرر المنطقي أو الواقعي للتعميم، الشيء الذي جعل نيوتن وبعض مفكري النزعة الاستقرائية يعتمدون على الاستنباط لإعطاء مبرر منطقي للتعميم .

لكن مهما كانت الأسباب التي جعلت نيوتن يعتمد على الاستنباط الذي قام به كبلر في صياغة قانون الجاذبية؛ فإن هذا يدل على مدى عجز الاستقراء عن احتواء الطبيعة في شكل قوانين عامة ، ومن ثمة ضعف النزعة الاستقرائية الشيء الذي سيؤدي بدوره إلى ظهور نزعات متعددة في فلسفة العلم .

ما يهم في هذا سياق من نقد دوهايم للنزعة الاستقرائية الممثلة في منهج نيوتن؛ هو تأكيده على أن قوانين نيوتن التي لم تأت نتيجة تعميم استقرائي من الظواهر كما صرح نيوتن في "كتابه المبادئ"؛ وإنما أساس قوانينه هو قوانين كبلر الاستنباطية. فعلى سبيل المثال قانون نيوتن الأول للحركة الذي منه توصل إلى مبدأ الجاذبية لوجدنا هذا القانون ينص على ما يلي :

---

[1]– محمود فهمي زيدان :الاستقراء والمنهج العلمي ، ص53.

[2] أمري لاكا توش نقلا عن –دونالد جيليز:فلسفة العلم في القرن العشرين ، ص213.

يستمر كل جسم في الحالة التي هو عليها من سكون أو حركة مطردة ما لم تضطر قوة ما إلى تغيير تلك الحالة؛ وهذا ما يعرف بقانون "القصور الذاتي"[1].

فاستنادا إلى هذا القانون يبقى كل كوكب في حركته حول الشمس في سرعة منتظمة ما لم تتدخل قوة تجذبه عن مساره الطبيعي، وهو ما يسميه نيوتن بقوة الجاذبية. عن مصدر هذا المبدأ يتساءل دوهايم. هل يمكن القول أن نيوتن استدل على قانون الجاذبية من خلال استقراء للظواهر؟ و هل هذا المبدأ في الجاذبية الكونية مجرد تعميم لتفسيرين قدمتهما قوانين كبلر وتوسيعهما ليشملا حركة الأقمار؟ وهل يمكن للاستقراء أن يستمده (القانون) من هذين التفسيرين؟ ثم يجيب قائلا :«كلا في الحقيقة لا يمكن، هذا القانون ليس أكثر تعميما من هذين التفسيرين، أنه غير متجانس معهما بل انه مناقض لهما»[2].

إن نيوتن في هذا الجانب يرى أن قانون "كبلر" الأول ينص على أن مدار الكوكب بيضاوي الشكل والشمس مركزه، في حين أن قانون القصور الذاتي لنيوتن يجعل منه بيضاويا بشيء من الاضطراب، نظرا لوجود قوى جاذبية الأجسام والكواكب الأخرى، وهذا ما وضحه دوهايم في قوله :« إن مبدأ الجذب العام بعيدا عن أن يستمد بواسطة التعميم والاستقراء من قوانين "كبلر" المصاغة من الملاحظة، فهو يتناقض معها صوريا، فإذا كانت نظرية نيوتن صحيحة فإن قوانين كبلر تصبح خاطئة بالضرورة »[3]. يلزم عن هذا منطقيا أن نظرية نيوتن لا يمكن أن تستمد بواسطة الاستقراء ولا حتى بواسطة الاستنباط من قوانين كبلر، وإذا افترضنا غير ذلك سيتوفر لنا مثال على التوصل إلى نتيجة من مقدمات منطقية تتناقض معها هذه النتيجة ، وهذا يبدو منافيا للعقل[4].

وخلص دوهايم بعد ذلك إلى التساؤل عن مصدر يقين نظرية نيوتن حيث يقول:«إذا كان يقين نظرية نيوتن غير صادر عن يقين قوانين كبلر، فكيف يمكن لهذه النظرية أن تثبت صحتها؟ إنها تستجيب لتقريبات طرق الجبر المحسنة باستمرار الاضطرابات التي

---

[1]–محمود فهمي زيدان :الاستقراء والمنهج العلمي ، ص 164.

[2]-P .Duhem : La théorie physique , son objet , sa structure ¸ Ibid ¸P156.

[3] -- Ibid. 156.

[4]–دونالد جيليز :فلسفة العلم في القرن العشرين ،ص217.

تبعد في كل لحظة كل كوكب عن مداره الذي عينته له قوانين كبلر، ثم تقارن الاضطرابات المحسوبة مع الاضطرابات الملاحظة بواسطة الأدوات الأكثر دقة والطرق الدقيقة »[1]. وبذلك فان نظرية نيوتن التي شرحها في كتابه المبادئ على أنها استقرائية لم تعد كذلك بل أصبحت استنباطية، وهذا مرده إلى عدم القدرة على تعميم الملاحظات الجزئية والانتقال منها إلى القوانين والنظريات والتنبؤات، وهي الفكرة الرئيسية التي تستند عليها النزعة الاستقرائية في العلم.

إن نقد دوهايم رغم وجهاته محدود لأنه حصره في منهج نيوتن .وبعد دوهايم ظهرت انتقادات كثيرة للنزعة الاستقرائية لعل أهمها نقد كارل بوبر في كتابه منطق الكشف العلمي. فما هي نظرة بوبر للنزعة الاستقرائية؟

3 ــ نقــد بوبــر للنزعــة الاستقــرائيــة:

يعترض "كارل بوبر" على النزعة الاستقرائية؛ من خلال تفنيده لإدعائها بأن العلم يبدأ من ملاحظات جزئية ليتوصل إلى قوانين ونظريات عامة بواسطة الاستقراء، ذلك أن "بوبر" يرفض البدء بالملاحظة دون خلفية مسبقة، وقد أكد على ذلك في مواضع متعددة؛ حيث بدأ إحدى محاضراته في فيينا بأن طلب من طلاب الفيزياء؛ بأن يمسكوا بقلم وورقة؛ ثم بعد ذلك آن يلاحظوا بعناية ودقة وأن يسجلوا ما يلاحظونه. بالطبع تساءل الطلاب عما يريدهم أن يلاحظوه. فعبارة "لاحظ" فحسب لا تعني شيئا[2] .

من هذا المثال فان الملاحظة يجب أن يكون لها موضوع مسبق تستهدفه، وهذا ما جعل "بوبر" يختلف مع النزعة الاستقرائية حول أسبقية النظريات على الملاحظات .فبوبر يعطي الأولوية للنظريات على الملاحظات ، حيث يقول :« على العكس من ذلك، هو أن النظريات متقدمة على المشاهدات والتجارب معا، بمعنى أن المشاهدات و التجارب لا أهمية لها إلا بالنسبة للمشكلات النظرية »[3]. ورغم أن الاعتقاد بأن العلم يتقدم من

---

[1]– P .Duhem : La théorie physique,op.cit, P156,157.

[2]–يمنى طريف الخولي: فلسفة كارل بوبر ،منهج العلم منطق العلم،الهيئة العامة للكتاب ،(دط) ،1989 ،ص 139.

[3] ــ –كارل بوبر:عقم المنهج التاريخي :ترجمة عبد الحميد صبره ،مساء المعارف الإسكندرية ، (دط) ،1959 ، ص123.

الملاحظة إلى النظرية ما زال ساريا، إلا أنه اعتقاد يجانبه الصواب فليس ثمة ملاحظة خالصة، والدليل على ذلك أنه لا يمكن البدء من ملاحظات خالصة، حيث تتم الملاحظة دائما بطريقة انتقائية، وعندما تتم الملاحظة يكون ذلك لهدف محدود ووجهة نظر معينة [1].

وعليه نتساءل حيال موقف بوبر: ما هو دور الملاحظات في النظريات العلمية؟ يجيب بوبر بأن للملاحظات و التجربة دورهما ثانوي ،فهما وسيلة لتكذيب النظرية وإلغائها من خلال الكشف عن الأخطاء الموجودة فيهما، حيث يقول: «... تساعدنا المشاهدة والتجربة على استئصال النظريات ببيان موضع الخطأ فيها» [2].

فبعد أن كانت الملاحظات نقطة البدء في الكشف العلمي عند أنصار النزعة الاستقرائية أصبحت مع بوبر وسيلة بعدية لتفنيد النظريات، هذا التغيير في ترتيب خطوات المنهج العلمي يؤدي إلى نقطة أخرى بالغة الأهمية عنده تتمثل في رفضه لمبدأ الاستقراء الذي تعتبره النزعة الاستقرائية مبررا كافيا للاستدلالات الاستقرائية، ورفضه لهذا المبدأ يتمثل في نفيه أن يكون حقيقة منطقية خالصة ويؤكد ذلك في قوله :« والآن، فإن مبدأ الاستقراء هذا لا يمكن أن يكون صدقا منطقيا بحتا مثل تحصيل حاصل أو القضية التحليلية ، والواقع إذا كان هناك شيء مثل المبدأ المنطقي البحت للاستقراء فسوف لن تكون هناك مشكلة للاستقراء لأنه في هذه الحالة سوف يمكن النظر لكل الاستدلالات الاستقرائية على أنها منطقية بحتة ، مثل استدلالات المنطق الاستنباطي، ومن ثمة فمبدأ الاستقراء قضية تأليفية؛ أي قضية لا يصبح نفيها متناقض ذاتيا» [3].

في سياق نقده للاستقراء يصل بوبر إلى النتيجة نفسها التي وصل إليها هيوم؛ ذلك أن التساؤل عن تبرير الاستدلالات الاستقرائية يقودنا إلى مبدأ الاستقراء، وإذا تساءلنا عن مبرر هذا المبدأ تكون إجابة الاستقرائيين محصورة في الاستدلالات الاستقرائية وبالتالي تصبح في الدور غير المنتهي، الشيء الذي جعل بوبر ينفي وجود أي مبرر للاستقراء إذ

---

[1] –محمود قاسم : كارل بوبر نظرية المعرفة في ضوء المنهج العلمي، دار المعرفة الجامعية ،الإسكندرية، (دط) ،1986 ، ص203.

[2]–كارل بوبر: عقم المنهج التاريخي ،ص123.

[3] ــ كارل بوبر: منطق الكشف العلمي ، ترجمة: ماهر عبد القادر، دار النهضة العربية ، بيروت،ج2، 1984، ص65.

يقول :« ... لأن مبدأ الاستقراء بدوره يجب أن يكون قضية كلية، ومن ثم فانه إذا حاولنا أن نعتبر صدق هذا المبدأ على أنه معلوم من الخبرة ، فإن المشكلات نفسها التي صاحبت إدخاله سوف تنشأ مرة أخرى، وحتى نبرر المبدأ يتعين علينا أن نستخدم الاستدلالات الاستقرائية ، ولكي نبرر تلك الاستدلالات لابد أن نفترض مبدأ استقرائيا من مستوى أعلى، وهكذا ومن ثمة فان محاولة إنشاء مبدأ الاستقراء على الخبرة تتحطم لأنها تفضي حتما إلى ارتداد لانهائي» [1].

ومادام الاستقراء غير مبرر فانه لا يمكن أن يؤدي إلى اكتشاف النظريات؛ فهو لا يصلح كمنهج لتقدم العلم، لأنه لا يعطينا برهانا على صحة التعميمات والتنبؤات المستقبلية. فالاستقراء بالنسبة لبوبر زائد عن الحاجة ومرفوض سواء كان منهجا أو مبدأ، ويعلن ذلك في قوله :«ولذلك فلست أعتقد بما يسمى منهج التعميم، أعني القول بأن العلم يبدأ بمشاهدات يشتق منها نظرياته بطريقة من طرق التعميم أو الاستقراء» [2].

هكذا كان موقف بوبر من الاستقراء؛ حول المنهج أو المبدأ، برفضه التام لكل منهما، ذاهبا إلى أنهما لا يتفقان والطريقة التي ينمو بها العالم ويتقدم [3].والأكثر من هذا فإن نقد بوبر لم يتوقف عند المنهج الاستقرائي فقط. بل انتقل ليطال بعض المنتمين للنزعة الاستقرائية من علماء وفلاسفة، فقد انتقد بشدة نظرية نيوتن، وبين أنها لم تكن نتيجة استقراء، بل يعود أصلها إلى كبلر. ونيوتن استعمل المنهج الاستنباطي رغم تأكيده على أن نظريته وليدة الاستقراء التجريبي. إن نقد بوبر لنظريات نيوتن يماثل إلى حد كبير الانتقادات التي وجهها له دوهايم فكلاهما أكد على إفلاس النزعة الاستقرائية ممثلة في المنهج النيوتني. وأوضح مثال لنقد بوبر الموجه ضد نيوتن ؛مقارنته بين خصائص نظرية نيوتن وخصائص الملاحظة الاستقرائية وهي كالآتي [4]:

---

[1]– كارل بوبر:عقم المنهج التاريخي،ص65.

[2]– المرجع نفسه ، ص123.

[3]–محمود قاسم : كارل بوبر نظرية المعرفة في ضوء المنهج العلمي،ص143.

[4]–يمنى طريف الخولي: : فلسفة كارل بوبر ،منهج العلم منطق العلم، المرجع السابق ،ص151.

عبـــارات الملاحظـــة	نظـــريـــة نيـــوتـــن
لا يمكن أن تكون دقيقة.	في منتهى الدقة : كيف تشتق الدقة المتناهية مما غير دقيقة.
تكون تحت ظروف معينة ، وأي موقف ملاحظ لابد بداهة أن يكون محدد.	المفروض أنها عامة ، وتطبق في كل الظروف الممكنة مثل قانون الجاذبية ، ليس فقط على الأرض بل في كل الأماكن حتى التي لم تلاحظ .
الملاحظة عينية وخاصة.	النظرية مجردة وكلية.

من خلال عملية المقارنة يبدو أن خصائص الملاحظة التي ادعى نيوتن أنها كانت مصدرا لنظريته تختلف تماما عن نظريته، وهذا ما يدل على أن نيوتن لم يستخدم الاستقراء في أبحاثه ودراساته، أما بالنسبة لبوبر فإن عدم استخدامه للاستقراء مرده إلى عجزه في الكشف عن القوانين والنظريات العلمية، الشيء الذي يؤدي بأنصاره إلى التخلي عنه.

يستمر نقد بوبر ليصل إلى أبي المنهج الاستقرائي في العصر الحديث "بيكون" الذي لم يأت بجديد، وما الاستقراء عنده إلا تقليد قديم لمنهج سقراط المعروف بمنهج التوليد والتهكم .إذا كان سقراط استعمل منهج التهكم لطرح الأسئلة وتحطيم الاعتقادات السابقة ثم استعمل التوليد من أجل بناء معرفة صحيحة بديلة، فإن بيكون قام بالأجراء نفسه في كتابه الأرغانون الجديد، الذي يحتوي على جانبين أولهما سلبي يتمثل في نظرية الأصنام، التي دعا إلى تحطيمها، والجانب الثاني إيجابي ويتمثل في عرض منهجه الجديد المسمى بالاستقراء الذي من خلاله أراد بناء معرفة علمية سليمة[1]، في هذا الصدد يرى بوبر:الاستقراء البيكوني هو نفسه التوليد السقراطي فكلاهما يعني إعداد العقل عن طريق

[1]– يمنى طريف الخولي: فلسفة كارل بوبر ،ص 157.

تطهيره من الانحيازات، ليتمكن من التعرف على الحقيقة البينة ومن قراءة كتابه الطبيعة [1]. والأكثر من هذا فإن بوبر يعتبر منهج بيكون هو نفسه منهج ديكارت، فالشك الذي بدأ به هو بمثابة الجانب السلبي، ومرحلة اليقين تمثل الجانب الإيجابي بالنسبة لبيكون، فأين هو الكشف الجديد لبيكون إذا لم يتجاوزه مناهج من سبقوه [2].

يشير لاكاتوش إلى أن الأمل الذي كان معقودا على لاستقراء أبان القرنين السابع عشر و الثامن عشر هو ان يتمكن من تزويد العلماء بدليل يشتمل على ميكانيزمات لحل جميع المشكلات التي تعترضهم ولكن هذا الأمل قد تبخر فقد غدت المناهج الحديثة مشتملة فقط على منهج غير مضبوطة دوما كما يجب، وظيفتها تقييم نظريات مترابطة ومنسجمة. أما عن فائدة هذه القواعد أو أنظمة التقييم بوصفها نظريات للعقلانية العلمية، فهي العمل على نحت المعايير التي تستخدم في تعريفات العلم. أما خارج نطاق السلطة التشريعية لهذه القواعد المعيارية، فلا وجود إلا لبسيكولوجيا سوسيولوجيا أمبريقية للكشف.

ففشل في تحديد القواعد التي يجب إتباعها في سبيل تقدم ما، واكتفاؤها فقط بتقييم ما، لم يعد اليوم سرا يتم التوصل إليه، وربما ما أوحى بهذه الفكرة للاكاتوش هو إخفاق النزعة الاستقرائية و فشلها في تحديد ورسم طريق للنظريات العلمية و هذا راجع لإغفالها لتاريخ العلم نفسه .

لا ريب أن الاستقرائية كانت واحدة من أكثر مناهج العلم تأثيرا، و بحسبها، فإنه لا تقبل في صرح العلم إلا فئة القضايا التي تصف وقائع صلبة (ثابتة) أو تلك التي تجري تعميمات استقرائية غير قابلة للخطأ . انطلاقا من تلك الوقائع ؛ فالاستقرائي لا يقبل أية قضية كيفما اتفق، إلا إذا كانت مبرهنة على أنها صحيحة، وما عدا ذلك فهو يرفضها، فصرامته العلمية حادة . فالقضية لا ينبغي أن تكون علمية إلا إذا كانت مبرهنة بواسطة الواقع أو مشتقة من قضايا أخرى سبقت برهنتها[3] . هكذا تلوح مشكلات ابستيمولوجية

[1]– كارل بوبر، نقلا عن يمنى طريف الخولي، ص158.

[2]–يمنى طريف الخولي :فلسفة كارل بوبر ،منهج العلم منطق العلم، المرجع السابق، ص159.

[3]- I. lakatos, histoire et methodologies des sciences ,traduction de l'anglais par Catherine Malamoudet Jean-Fabien Spitz،sous la direction de Luce Giard،presses universitaires de France،première edition , 1994,P187.

ومنطقية شأن كل ميثودولوجيا، تواجه منهج الاستقرائي، طالما أنه يتأس على يقين صحة القضايا الوقائعية، وصحة الاستدلالات الاستقرائية، ولما كان الاستقرائيون لا يأبهون بالتاريخ الفعلي للعلم؛ فإنهم إذا ما عثروا على ما لا يتوافق مع معاييرهم فلا تعوزهم الجرأة في اقتراح البدء في المشروع الكلي للعلم من جديد[1] وليس مستبعدا مبادرة بعضهم لاقتراح حلول غير متقنة لتلك المشكلات، ويكرسون لإعادة بناء عقلاني للتاريخ دون وعي منهم بالضعف المنطقي الإبستيمولوجي لمنهجهم[2] .

وحرصا على العقلانية؛ فإن المؤرخ الاستقرائي لا يسلم إلا بنوعين من الكشوف العلمية التي يراها وحدها المشروعة و الأصلية: " القضايا الحاملة على وقائع صارمة" و"التعميمات الاستقرائية" وهذه هي القضايا، وهذه هي فقط التي تؤسس بالنسبة إليه العمود الفقري للتاريخ الداخلي.

فعندما يكتب التاريخ ؛ فإنها هي ما يبحث عنه. وعندما يعثر عليها؛ يمكنه البدء في بناء أهراماته الجميلة[3]. فماذا عن الثورات العلمية؛ كيف تقرأ من منظور الاستقرائي؟

لا ينكر المؤرخ الاستقرائي؛ وجود ثورات تكمن مهمتها الأساسية في إزاحة النقاب عن الأخطاء اللاعقلانية ، التي يتم طردها حينئذ من تاريخ العلوم ويلحقها بتاريخ العلم لزائف أو بتاريخ اعتقادات بسيطة، لا تمت للعلم بصلة، مما يعني أن العلم بالمعنى الصحيح لم يظهر إلا مؤخرا، طالما أنه في كل ميدان فإن التقدم العلمي الأصيل إنما يبدأ مع الثورة العلمية الأحدث عهدا. فلكل علم تاريخ داخلي نماذجه الظافرة: « إن النماذج الرئيسية لعلم التاريخ الاستقرائي هي تعميمات المنجزة من طرف كبلر انطلاقا من ملاحظات تيكو براهي المتقنة، واكتشاف نيوتن لقانونه عن الجاذبية، هو بدوره تعميم استقرائي لملاحظاته عن التيارات الكهربائية. إن الكيمياء الحديثة بالمثل؛ ينظر إليها من طرف بعض الاستقرائيين على أنها لم تنطلق فعليا إلا مع تجارب لافوازيه، والتفسيرات الصحيحة التي قدمها »[4].

---

[1]- I. lakatos, histoire et méthodologies des sciences, op.cit،pp. 187-188.

[2]Ibid.،p188.

[3]-Ibid.،p188.

[4]- Ibid,pp. 188-189.

يمكن وبحسب لاكاتوش؛ أن المؤرخ الاستقرائي عاجز عن تقديم تفسير عقلاني داخلي عن الدواعي التي قادت إلى انتقاء، بشكل أولي وقائع معينة عوض آخر. بالنسبة إليه ؛ فإن هذا الشكل غير عقلاني، أمبريقي خارجي، وهو ما يجعل الاستقرائية؛ بوصفها نظرية تتوافق مع العديد من النظريات المكملة الأمبريقية أو الخارجية؛ المتعلقة باختيار مشكلات تتلاءم مثلا مع التصور الماركسي المألوف، الذي يرى بأن اختيار المشكلات؛ يتحدد بحاجات المجتمع . إلى حد أن بعض الماركسيين المبتذلين يماثلون الأطوار الكبرى لتاريخ العلوم بأطوار التطور الاقتصادي[1].

غير أن لاكاتوش يرى في هذا الانزلاق نحو عوامل خارجية في ثوبها السوسيولوجي ليس ضروريا، إذ من المحتمل أن يكون الاختيار وليد عوامل عقلانية أو فكرية؛ تقع فيما "وراء العلم ذاته" ، لكن اختيار الوقائع لا يتحدد بواسطة عوامل اجتماعية. إنه من الممكن أن يتحدد بواسطة تأثيرات عقلية فوق –علمية[2] . ويضم النزعة الاستقرائية نوعا من الاستقرائية يدعوها لاكاتوش بالمتشددة؛ إذ تدين كل التأثيرات الخارجية، سواء كانت عقلية، نفسية، سوسيولوجية؛ لأنها: « عوجا غير مقبول: إن الاستقرائيين الرادكاليين لا يسمحون سوى بإنتخاب منجز (بالصدفة) من قبل عقل فارغ، بما يجعل الاستقرائية المتشددة، بدورها نوعا خاصا من المذهب الداخلي، فحسب هذا الأخير؛ ما أن يتم إثبات وجود تأثيرات خارجية على قبول نظرية علمية. ينبغي سحب حسب هذا القول: أن برهان وجود تأثير خارجي يساوي بطلانا»[3] .

لكن، لأن التأثيرات الخارجية تبقى ماثلة، ويصعب استئصالها، فلا يسعنا كما يرى لاكاتوش إلا أن ننظر إلى الداخلانية المتشددة على أنها مجرد مذهب يوتوبي، بوصفها (أي النزعة الاستقرائية المتشددة) نظرية للعقلانية في تقويض نفسها بنفسها[4]. لذلك ترى المؤرخ الإستقرائي المتشدد عندما يتساءل عن الأسباب التي تجعل كبار رجالات العلم؛ يقدرون بشكل سام الميتافيزيقا أو لماذا يعتقدون أن إكتشافاتهم كانت مهمة، لدواع ــ التي

[1]- I. lakatos, histoire et méthodologies des sciences, op.cit, p189.
[2]-Ibid .
[3]Ibid.PP 189-190
[4]- Ibid. ،P. 190.

على ضوء النزعة الإستقرائية ــ تظهر شاذة وغريبة جداً، فإنه يرد مشكلات الوعي الزائف هذه إلى علم النفس المرضي (أمراض النفس)؛ أي إلى التاريخ الخارجي .

هذه الانتقادات قلصت مجال النزعة الاستقرائية، وجعلتها تتراجع عن المكانة التي كانت تحتلها في فلسفة العلم خاصة بعد انجازات نيوتن، مما فتح الباب على مصراعيه لظهور نزعات واتجاهات جديدة طرحت نفسها كبديل يحاول أن يعطي التفسير الموضوعي للعلم ولمنهجه وكذا نظرياته و قوانينه، وهذا ما حدث بالفعل مع ظهور النزعة المواضعاتية التي أعلن عنها هنري بوانكاريه في النصف الثاني من القرن التاسع عشر و هذا ما يؤدي إلى طرح التساؤل التالي:

ما مفهوم النزعة المواضعاتية؟و ما هي ظروف نشأتها؟ وما هو الجديد الذي أضافته إلى فلسفة العلم؟

ثالثـــا: النزعـــة المواضعاتيـــة:*conventionnalisme*

ففي **المفهـــوم اللغـــوي:** المواضعة *Convention* فعل اتفاق:

1ــ تأتي من الإجماع (مثلما يحدث في المؤتمرات) .

2 ــ يأتي من التعايش، التوافق؛ ومن ثمَ مواضعة (مثال العيش المشترك بين إثنيات مختلفة يستلزم الاتفاق على شروط معينة)[1].

أما في **المفهـــوم الاصطـــلاحـــي:** بصفة عامة؛ المواضعة تعني بالنسبة لبعض المفكرين المبادئ الأساسية للعلوم . وخاصة المسلمات هي مواضعات لأنها تستند لقرار العالم[2] ؛ أي أن مبادئ العلوم مجرد لغة بسيطة يختارها العلماء نظرا لملاءمتها. وبصفة خاصة يرتبط مفهوم المواضعاتية برؤية هنري بوانكاريه لكل ما له علاقة بالعلم سواء كان قوانين أو نظريات أو مبادئ .

وهذا المفهوم نجده في معجم لالاند؛ الذي يعرف المواضعة بأنها مصطلح استعمله بوانكاريه ليدل به على أن أسس العلوم ليست من البديهيات، ولا من العموميات، ولا هي

[1]Paul Foulque : dictionnaire de la langue philosophique, Presses universitaires de France ,Paris,P 134 .
[2] - Ibid , P 134 .

فرضيات مطروحة للتحقق من صحتها، وإنما هي مواضعات اختارها العلماء ومعيار الاختيار هو اليسر والملائمة[1].

والمواضعاتية في المعجم الفلسفي لإبراهيم مذكور:« هي مذهب يجعل البديهيات والحقائق الأولية أو صدق القضايا الرياضية والمنطقية أمرا متعارف عليه لغة أو وضعا، و من ثم ليس له صفة الإطلاق» [2].

هذا المفهوم قابل للنقاش بعض الشيء؛ ذلك أن بوانكاريه لم يسع إلى تأسيس مذهب بالمفهوم الكلاسيكي؛ بقدر ما كان يسعى إلى إيجاد رؤية واضحة يفسر بها التحولات التي حدثت في مجال العلوم، وينفي بها الوثوقية المطلقة التي ميزت العلم في القرن 19م.

وهذا ما أكد عليه جون إيلمو في تعريفه للمواضعاتية؛ حيث يقول: « نقول إنها نزعة عوض أن نقول إنها مذهب، لأن بوانكاريه أقل الناس مذهبية فهو ينفي عن نفسه الوثوقية، و ليفند الدوغماتية الجديدة المؤسسة على العلم، والتي سميناها علموية (التي تخرج عن إطار التفكير العلمي الخالص ...)، إن بوانكاريه قدم أفكاره؛ التي تختصر في العبارة الشهيرة الملائمة: لا يمكن القول أن هناك نظرية صحيحة ولكن يمكن أن نقول فقط أنها ملائمة » [3].

هذا الموقف أكثر صوابا من التعريف السابق؛ لأن معظم المعاجم الأجنبية تصف المواضعاتية كنزعة؛ أي ينظر لها على أنها نزعة إبستمولوجية. توضح أن مصطلحات وخطابات النظرية العلمية ليست قبلية ضرورية (كانط) وليست تأكيدات تجريبية، لكنها مواضعات ملائمة لوصف الظواهر.

يصف لاكاتوش الاصطلاحية بأنها الاتجاه الذي يسمح ببناء أي نسق ترتيبات، وينظم الوقائع في كل منسجم، وبأن مهمة الاصطلاحي هي اتخاذ قرار الاحتفاظ بمحور هذا النسق الترتيبي ما كان ذلك ممكنا.

---

[1] ــ موسوعة لالاندالفلسفية،تعريب :خليل أحمد خليل،منشوراتعويدات المجلد1، ط2، بيروت، 2001، ص ص226،227.

[2] إبراهيم مذكور: المعجم الفلسفي، الهيئة العامة لشؤون المطابع الأميرية، مصر، دط ، 1983، ص 204

[3] –Jean Ulmo : La pensée scientifique modern , Flammarion, France, P107.

لكن ما الذي يحدث عندما تنبثق صعوبات في هيئة شذوذات تغزو النسق وتعترضه؟ في هذه الحالة، يتجه إلى أن يغير ويعقد التنظيمات المحيطية (السطحية). ولما كانت الترعة العلماوية تراهن بقوة على أن المعرفة الحقة هي تلك المستفادة بالتجربة معتبرة إياها حقيقة مطلقة، ولما كان المذهب الاستقرائي، يعول على التجربة كمصدر لليقين سواء بالاعتماد على ملاحظات أو باستنتاج تعميمات صحيحة اعتمادا على هكذا وقائع، معتبرا ما يصل إليه مبرهنا وصورة لليقين الذي يعكس الواقع كعالم موضوعي ويترجمه، فإن الاصطلاحية ترى فيما نصل إليه من قوانين أو نظريات أو بالجملة تفسيرات، ليست سوى اصطلاحات، يتفق ويتواضع عليها العلماء، وليست لها القيمة المطلقة التي يتزعمها العلميون ومن خلالهم الاستقرائيون، لهذا؛ فإن الاصطلاحي لا يعتبر أي نسق ترتيبي بوصفه صحيحا (صادقا) من حقيقة مبرهنة، لكن كنسق صحيح فقط "عن طريق الاصطلاح "(بل ومن الممكن ألا يكون صحيحا ولا خاطئا)[1]، وهو ما يعني أن أية نظرية علمية إنما تكون نافعة لاعتبار واحد، هو إمكانها توجيه العلم توجيها سليما في استمرارية البحث، فما نطلق عليه قوانين علمية أو نظريات، هو مجرد صيغ عقلية، فنظرية نيوتن، على سبيل المثال، لا تعني شيئا، ولا تمثل تفسيرا للعالم؛ بل هي مجرد وهم وحيلة رياضيين، لا يمكن أن تكون صادقة أو كاذبة، بل فقط مفيدة أو غير مفيدة[2]. فالنظريات والقوانين، لا نحكم عليهما بواسطة التجربة، التي لم تعد مرجعية صالحة للحكم عليهما، فالإطار المرجعي هو معايير منطقية، تتلخص تحديدا في المواءمة والاتساق والجمال والبساطة المرتبطة بمبدأ الاقتصاد في التفكير، لا سيما البساطة، لأن الواقع معقد ومهمة القوانين العلمية تبسيطية، فالبساطة. إذن، معبرة عن وظيفة العلم في نظرهم فالقانون العلمي-حس بس.تولمان -هو أشبه بالخريطة الجغرافية التي ترشد السائر وتوجهه في التعامل مع الواقع دون الإدعاء بأن الخريطة هي صورة طبق الأصل للواقع[3]. فهي، لا يمكن أن تشكل صورة لحقائق مطلقة صالحة على الدوام، فمتى فقد النسق ملاءمته بصورة لا يمكن ترميمها أو ترقيعها أو عثرنا على نسق ما أبسط منه، أصبح من

[1] –I . Lakatos, histoire et méthodologie des sciences , op.cit.,P.190.

[2]ـــ يمنى طريف الخولي، فلسفة العلم في القرن العشرين، مرجع سابق، ص314

[3]ـــ المرجع نفسه، ص ص310، 322 .

الضروري استبداله، وفي هذا حسب لاكاتوش ملحم ثوري: «ومن السمات الثورية للاصطلاحية، أنه ليس ضروريا الانخراط نهائيا في نظام ترتيب ما معطى، إذ بالإمكان هجره إذا أصبح غير ملائم بصورة لا تطاق، وإذا ما تم التوصل إلى نسق أبسط يحل محله»[1] . وهو ما يجعل الاصطلاحية، من الناحية الإبستمولوجية، وخصوصا من الناحية المنطقية أبسط بكثير من المذهب الاستقرائي: فهي ليست في حاجة إلى استدلالات استقرائية صحيحة، فالتقدم المشروع في العلم يعد تراكميا، ويقع على مستوى قاعدة الوقائع المبرهنة، أما التغيرات الحاصلة على المستوى النظري، فهي محض أداتيه.إذ أن التقدم النظري يكون فقط في الملاءمة، وليس في مضمون الصدق. ولما كانت الاصطلاحية ترى في نظريات العلم ومفاهيمه مجرد محصلة اتفاق بين العلماء أكثر مما هي انعكاس للواقع الموضوعي، فهي تتصل وتقترب بشكل أو بآخر من الأداتية، ما يستدعي توضيح العلاقة بينهما: «تستند الاصطلاحية إلى التسليم بأن الافتراضات الكاذبة يمكن أن تكون لها نتائج صادقة، وبالتالي، فإن النظريات الخاطئة يمكن أن تحوز قدرة تنبؤية هائلة لكن الإصطلاحيين قد يتوجب عليهم مواجهة مشكلة المقارنة بين النظريات الخاطئة المتنافسة .لذا فقد أدمجت أغلبيتهم الصدق (الحقيقية) بعلاماته، وانتهوا إلى دعم واحدة من النسخ البراغماتية للصدق . إنها النظرية البوبرية المتعلقة بمحتوى الصدق، شبه الحقيقة والتعزيز الذي نجح في وضع الأسس لنسخة للاصطلاحية، تكون فلسفيا بلا عيب »[2] . ولا يجب أن نغفل أن الاصطلاحية، قد نشأت أو لما نشأت بوصفها فلسفة علم برغسونية، فكان من ضمن ما حملته بين طياتها : حرية الإرادة والقدرة على الخلق (الابداع)، وفي ما يخص التأمل وإطلاق العنان للمخيلة والفروض المعزولة عن البرهان، والتي تلعب دورا بارزا في الفلسفة الاصطلاحية، فإن الاصطلاحي لا يرى في هذا أي حرج أو مخاطرة، بما يجعل دستور الأمانة العلمية لديه أقل صرامة من نظيره الاستقرائي فلقد تحفظ مثلا مل؛ وهو من آباء الاستقرائية من الفروض، بدعوى أنها تطلق العنان للمخيلة، بما قد يفضي إلى الخروج عن دائرة العلم والوقوع في مطب الميتافيزيقا والرؤى الغيبية .أكثر من ذلك ؛ فإن الاصطلاحي لا يعلن بأن الأنظمة المبعدة هي غير علمية : إن

[1]- I .Lakatos،histoire et méthodologie des sciences ،op .cit .،P . 190

[2]- Ibid .،PP . 191 –192 .

الاصطلاحي ينظر إلى جزء كبير جدا من تاريخ العلوم على أنه عقلاني "داخلي"، وهو ما لا يقوم به الاستقرائي[1].

ولما كانت البساطة هي ما يسترعي اهتمام الاصطلاحي، فيغدو بالنسبة للمؤرخ الاصطلاحي أن الاكتشافات العظمى هي قبل كل شيء اختراعات نظم ترتيب حديثة (الجديدة) وأكثر بساطة وبالتالي، فهو يقارن بينها من حيث البساطة :إذ أن استبدال نظم ترتيب ملآ بالتعقيدات بنظم أبسط، إنما يؤلف العمود الفقري لتاريخه الداخلي[2] ، واعتمادا على فكرة البساطة دائما، فإن الحالة النموذجية للثورة العلمية بنظر الاصطلاحي هي الثورة الكوبرنيكية، وربما وجد هذا الاختيار ما يدعمه في المقدمة التي قدمها اللاهوتي " أوزياندر"، لكتاب كوبرنيك" : دوران الأجسام السماوية"، حيث جاء فيها، أن الفلكي يبدع فروضا ، يمكن بواسطتها وطبقا لمبادئ الهندسة أن نحسب بدقة حركة الأجسام السماوية، وليس ضروريا أن تكون هذه الفروض صادقة في الواقع أو حتى محتملة الصدق، شيء واحد كاف هو أن تمدنا بحسابات مطابقة للملاحظة ما يعني أن نظرية كوبرنيك، ليست وصفا صادقا أو كاذبا للعالم بل هي مجرد : « جهاز حسابي يسمح بربط مجموعة من مواقع الكواكب القابلة للملاحظة بمجموعة أخرى مماثلة .والحسابات تكون أيسر وأسهل إذا ما عوملت منظومة الكواكب وكأن الشمس تشغل مركزها »[3] .

وتبقى مشكلة علم التاريخ الاصطلاحي ماثلة في عجزه عن تقديم تفسير عقلاني للأسباب التي تقود بشكل أولي إلى انتقاء بعض الوقائع أو اختيار نظم ترتيب معينة عوض أخرى، عند مستوى حيث تكون تفصيلاتها الخاصة لم تتضح بعد، وهكذا تنأى الاصطلاحية عن فهم التاريخ الداخلي، لتتلاءم، شأنها في ذلك شأن الاستقرائية، مع برامج شتى تكميلية إمبريقية خارجية[4] . وفي محل أخير، عندما يتعلق الأمر بمشكلة الوعي الزائف التي يواجهها المؤرخ الاصطلاحي، مثلما نظيره الاستقرائي، فإن جل العلماء،

---

[1] I. Lakatos،histoire et méthodologie des sciences،op.cit ،P. 192

[2] –Ibid.،PP. 192 –193

[3] – آ .شالمرز، نظريات العلم ترجمة :الحسين سحبان وفؤاد الصفا، دار توبقال للنشر، ط1، الدار البيضاء، 1991، ص150.

[4] –I. Lakatos،histoire et méthodologie des sciences،op.cit.،P. 193 .

وفقا لمنظوره، يتوصلون إلى نظرياتهم عن طريق التحليق بمتخيلاتهم وإطلاق العنا لها .ويتساءل لاكاتوش، ترى، لما غالبا ما يدعون إذن أنهم يشتقون نظرياتهم من الوقائع؟ ويجيب، بأن: « إعادة البناء العقلاني المقترحة من طرف الاصطلاحي كثيرا ما تختلف عن تلك المقترحة من قبل العلماء الكبار .ويرجع المؤرخ الاصطلاحي مشكلات الوعي الزائف هذه إلى ما هو خارجي »[1]

1 ــ ظــروف نشــأة النزعــة المواضعاتيــة:

المواضعاتية حركة فكرية ظهرت في سياق أزمة العلم بين القرنين 19 و20 م، حيث أدت بالعديد من علماء والفلاسفة إلى اعادة النظر في الشروط التي تحكم تطور المعرفة العلمية، مع التركيز على مواضعة أو قرار العالم. أدى تقدم العلم في أواخر القرن 19م؛ إلى الشعور بعدم الرضا على النظريات المختلفة للمعرفة التي تم اقتراحها. لذلك فالمواضعاتية لا تفعل أكثر من لفت الانتباه للاختيار بين مختلف الصياغات التي تقدم لنفس الظاهرة، ويتبع تكافؤ الصيغ المختلفة في تفسير الظاهرة عوض القول أنها متعارضة ومختلفة، مثلما هو الحال في الهندسات المختلفة، أو ما يتعلق بالنظريات المختلفة للفيزياء الحديثة[2] .

فالمواضعاتية إذن هي اتجاه ابستيمولوجي وتيار أنشأه علماء في الفيزياء والرياضيات، كانوا مهتمين إلى جانب اختصاصاتهم بالقضايا الفلسفية، خصوصا منها تلك التي لها علاقة بالعلوم ، وقد كانوا يتشابهون في إجاباتهم التي لها علاقة بالمنهج العلمي، وبطبيعة النظريات العلمية[3] . رغم أنها تنسب لبوانكاريه؛ إلا أنه من الصعب تحديد من ينتمي إلى هذا الاتجاه، و لكن أغلب المصادر تشير إلى بوانكاريه ودوهايم غاستون ميلو* كما يمكن التمييز بين نوعين من المواضعاتية: الأولى محافظة ويمثلها بوانكاريه؛ تسعى

---

[1] I. lakatos, histoire et méthodologies des sciences.،P. 193

[2] - Nicolas Perrier : Grand dictionnaire de la philosophie, LAROUSSE, CNRS édition , 2005 , Canada P 244.

[3] ــ سالم يفوت : فلسفة العلم المعاصرة ومفهومها للواقع ، دار الطليعة للطباعة والنشر، بيروت ، ط1 ، 1989، ص96 .

* Gaston Milhaud : (1858–1918) فيلسوف و مؤرخ علم فرنسي ، ينتمي إلى مجموعة العلماء الذين رفضوا التجريبية و الوضعية .

إلى الإبقاء على المبادئ والقوانين والنظريات العلمية لأنها لغة ملائمة تسمح بوصف الواقع. والنوع الثاني مواضعاتية ثورية يمثلها دوهايم؛ تسعى إلى تعديل النظريات العلمية لكي تلائم التطور العلمي، ويقصد دوهايم بالتحديد نظريات نيوتن[1].

ولمواضعاتية بوانكاريه صبغة خاصة تعكس في الحقيقة التحولات العلمية الكبرى التي عرفها عصره، والتي هي تحولات حطمت الكثير من التصورات القديمة وخلقت مكانها أخرى جديدة.

ويرجح دونالد جليز أن بوانكاريه ابتكر المواضعاتية أول مرة لكي يقدم من خلالها تبريرا للهندسة، ثم طبقها لاحقا لتشمل فروعا أخرى في العلم[2].إنه يرفض بصراحة فلسفة الهندسة كما طرحها كانط، وهذا الموقف يرتكز على الثورة التي حدثت في الرياضيات مع اكتشاف الهندسات اللاإقليدية[3].ذلك أن فلسفة الهندسة الكانطية تستند إلى نوعين من التمييز:

الأول: يتعلق بالتمييز بين المعرفة القبلية والمعرفة البعدية.

الثانـــي: يتعلق بالتمييز بين الأحكام التحليلية والأحكام التركيبية.

بالنسبة للتمييز الأول: يقول كانط: «سنفهم إذن لاحقا بمعارف قبلية لا تلك المستقلة عن هذه التجربة، أو تلك، بل المستقلة بالتمام عن كل تجربة، وتضادها المعارف الأمبيرية، أو تلك التي هي ممكنة بعديا»[4]. أي أن المعرفة القبلية مصدرها العقل والبعدية مكتسبة من التجربة.

أما التمييز **الثاني:** فهو يتعلق بالعلاقة بين الموضوع والمحمول سواء في الأحكام التحليلية أو الأحكام التركيبية ، يقول كانط: « لكن العلاقة ممكنة على نحوين: فإما ينتمي

---

[1]-Dominique lecourt (Sous la direction) : dictionnaire d"histoire et philosophie des sciences ,Press Universitaires de France,2003 ,pp244 245 .

[2]–دونالد جليز : فلسفة العلم في القرن العشرين ، ص 245.

[3]– Frédéric Worms : Le moment 1900 en philosophie , Presse universitaire du septentrion , paris ,2004 ,P228.

[4] ـــ –إيمانويل كانط: نقد العقل المحض ،ترجمة :موسى وهبة، مركز الإنماء القومي، بيروت ، (د ط)، (د ت) ، ص46.

المحمول (ب) إلى الحامل (أ) بوصفه شيئا متضمنا في المفهوم (أ)، وإما أن يكون (ب) خارجا عن المفهوم (أ) خروجا على الرغم من أنه مرتبط به. في الحالة الأولى أسمي الحكم تحليليا وفي الأخرى أسميه تأليفيا »[1].

فالحكم التحليلي عند كانط محموله لا يضيف جديدا إلى موضوعه، أما الحكم التركيبي فمحموله يضيف جديدا إلى موضوعه.

و فيما يتعلق بقضايا الرياضيات فإن كانط يعتبرها أحكاما تركيبية قبلية حيث يقول: «يجب أن نلاحظ أولا أن القضايا الرياضية بمعناها الخاص هي دائما أحكام قبلية وليست تجريبية قط، لأنها لا تحتوي على ضرورة يمكن استخلاصها من التجربة »[2]؛ مثل برهنة اقليدس على أن مجموع زوايا المثلث يساوي قائمتين فإقليدس استنتجها من مبادئ البرهان في الرياضيات الكلاسيكية (البديهيات، المسلمات، والتعريفات). لذلك فإن هذه البرهنة هي قضية ضرورية وما دامت كذلك فهي لم تؤخذ من التجربة ،لأن ما يستمد من التجربة لا يتصف بالضرورة واليقين.

وهذا ما دفع كانط إلى محاولة إثبات أن القضايا الهندسية هي أيضا تركيبية، حيث يقول:« وأية بديهية من بديهيات الهندسة ليست تحليلية »، فالقول مثلا بأن الخط المستقيم هو أقرب بعد بين نقطتين ، هو حكم تركيبي لأنه يضيف تصور كيفيا جديدا وهو معنى الاستقامة التي هي تصور كمي هو أقرب بعد[3].تلك نظرة ينطلق فيها كانط من مسلمات الهندسة الإقليدية التي جمعت قضاياها بين النظر والتطبيق أو بين الفكر والواقع[4].

وهذا بدوره أقنع كانط بأن الهندسة الإقليدية تركيبة قبلية ومسألة الصدق فيها ترتبط بالواقع، لكن الثورة التي ظهرت في الرياضيات في القرن19 هو التي تتمثل في الهندسات اللا إقليدية أدت إلى تجاوز هذه النظرة، مما دفع بوانكاريه إلى رفض موقف

---

[1]– إيمانويل كانط: نقد العقل المحض ، ص49.

[2] ــ إيمانويل كانط: مقدمة لكل ميتافزيقا، ترجمة: نازلي إسماعيل وفتحي الشنيطي، موفم للنشر، الجزائر، (د ط)، 1991، ص07.

[3]–إيمانويل كانط: مقدمة لكل ميتافزيقا،المرجع السابق ، ص09.

[4] ــ صلاح محمود عثمان : الاتصال واللاتناهي بين العلم و الفلسفة ، منشأة المعارف ، الاسكندرية ، (د ط) ، 1998 ، ص 323 .

كانط وقبل التطرق إلى نقد بوانكاريه لفلسفة الهندسة الكانطية لابد من الإشارة ولو بشكل موجز للهندسات اللاإقليدية.

لقد ظلت هندسة اقليدس إلى غاية القرن 19م هي الهندسة الوحيدة والصحيحة، لكن بعد ذلك أسس لوباتشوفيسكي نسقا هندسيا يختلف عن نسق اقليدس؛ من حيث المنطلقات والنتائج . فقد افترض أن المكان الهندسي سطح مقعر درجة الانحناء به أقل من الصفر، فغير المسلمة الإقليدية التي تقول: من نقطة خارج مستقيم لا يمر إلا موازن واحد بمسلمة تقول من نقطة خارج مستقيم يمر مالا نهاية من المتوازيات ، وأصبحت مجموع زوايا المثلث أقلمن قائمتين [1].

ونجد أن ريمان تصور أيضا نسقا جديدا مخالفا لنسق لوباتشوفيسكي بالنسبة إليه من نقطة خارج مستقيم لا يمر أي مواز، ذلك أن المكان بالنسبة إليه سطح محدب درجة انحيازه أكبر من الصفر، عند ظهور هذه الهندسات أصبح ينتظرها عمل كبير ومعتبر لتقوية ودعم اكتشافاتها وتوسيعها [2].

لقد كان لبوانكاريه الدور في دعم الهندسات اللاإقليدية (1880- 1890)؛حيث أشار إلى أن رفض الهندسة الإقليدية ليس شيئا غريبا، إذ يمكن تجاوزها لبناء هندسات ملائمة [3]. لكن الدفاع عن منطقية الهندسات اللاإقليدية يتطلب تقويض فلسفة كانط في الهندسة، لذلك يتساءل بوانكاريه عن طبيعة البديهيات الهندسية . هل هي أحكام تأليفية قبلية كما كان يقول كانط ؟ ويجيب قائلا: «لو كان الأمر كذلك لفرضت علينا تلك البديهيات يقينها بقوة لا يكون لنا معها أن نتصور القضية الضد ولا أن نقيم عليها بناءا نظريا، أي أنه لن توجد هندسة لا إقليدية» [4].

وبناءا على هذا النقد فإن بوانكاريه يرى أن الهندسة اللاإقليدية تدحض الموقف الكانطي، مما يجعلها ممكنة منطقيا ، وهذا ما أكدته النظرية النسبية فيما بعد بإقرارها أن

---

[1]–محمد ثابت الفندي: فلسفة الرياضة، دار النهضة العربية ، بيروت ، ط1، 1969، ص57.

[2]Frédéric Worms : Le moment 1900 en philosophie ,Ibid. ,P228.

[3]Ibid. ,P228.

[4] ــ هنري بوانكاريه : العلم والفرضية ،ترجمة : حمادي بن جاء بالله ، المنظمة العربية للترجمة، بيروت ، ط1 ، 2002 ، ص128.

المكان الفيزيائي هو المكان الذي تصوره ريمان، الشيء الذي دفع بعلماء الفيزياء في القرن 20م إلى أن يسلموا بالإمكانية المنطقية للهندسات اللا إقليدية بغض النظر عن الناحية الفيزيائية [1].

يواصل بوانكاريه دفاعه عن الهندسة ويشير في هذا السياق إلى أن التساؤل عن صحة الهندسة الإقليدية فيقول: «ما يجب عندئذ أن يكون رأينا في هذا السؤال، هل هندسة اقليدس صحيحة؟ إنه سؤال لا معنى له أصلا، فهندسته ما لا تكون أصح من هندسة أخرى بل كل ما في الأمر هو أنها أكثر ملائمة من سواها، والهندسة الإقليدية أكثر الهندسات ملائمة وستبقى كذلك» [2].

خلاصة القول أن مسالة الحقيقة التي يمكن أن تنتسب إلى قضايا الهندسة أصبحت تعني فقط بعدم تناقض تلك القضايا فيما بينها [3]، وهنا تنهار فلسفة الهندسة عند كانط بعدما أصبحت الهندسة الإقليدية إلا واحدة من عدد لا ينتهي من الهندسات الممكنة منطقيا [4].

إنه بالنظر إلى هذه الظروف التاريخية التي أدت إلى ظهور النزعة المواضعاتية؛ خاصة تلك التحولات التي عرفتها مفاهيم ومبادئ الهندسة، يمكن القول أن ميلاد المواضعاتية في كتابات بوانكاريه في نهاية القرن 19م كان أكبر حدث في تاريخ الفلسفة، إنه يشبه في بعض النواحي ثورة كانط الكوبرنيكية. فمشكلة القبلية والحقيقة الضرورية (كانط)، تشير إلى سبات كبير للتحليل الإبستيمولوجي الحديث، فلأول مرة بعض الحقائق (البديهيات الهندسية) لا يجري البحث فيها من خلال الواقع الموضوعي ولا في طبيعة التفكير بل في قرارات الإنسان حول استعمال اللغة [5]، وهذا ما أكد عليه بوانكاريه بقوله: « ليست إذا أحكاما تأليفية قبلية ولا هي وقائع تجريبية، إنما هي اصطلاحات وما نختاره من جميع الاصطلاحات إنما هو اختيار يهتدي بوقائع تجريبية لكنه يبقى حرا لا

[1]–دونالد جليز : فلسفة العلم في القرن العشرين، ص 267

[2]هنري بوانكاريه: العلم والفرضية ، ص 130–

[3]–محمد ثابت الفندي: فلسفة الرياضة، ص63.

[4]– المرجع نفسه ،ص66.

[5]- Yemima Ben-Menhem : Conventionnalisme, Cambridge université presse, New York ,2006 ,P05.

تحده إلا ضرورة تحاشي كل تناقض [1] لكن اللافت للانتباه أن النزعة المواضعاتية لم تكتف بتبرير الهندسات اللاإقليدية بل توسعت لتشمل مجالات العلم الأخرى، خاصة مع ظهور أزمة الفيزياء التي أفضت إلى تهديم مبادئ وأسس الفيزياء الكلاسيكية (النيوتينية)؛ لأن قوانينها الاستقرائية عاجزة عن تفسير الظواهر بشكل دقيق وكامل. فكان لزاما على النزعة المواضعاتية أن تبحث في هذه المسائل، خاصة المتعلقة منها بالمنهج العلمي، لذلك فالسؤال الذي يطرح نفسه ما هو موقف النزعة المواضعاتية من المنهج العلمي؟

يعتبر بوانكاريه من الرياضيين الأفذاذ الذين اهتموا بالمنهج العلمي، وقد كان للرياضيات الفضل في إرساء أفكاره عن هذا المنهج ، ومن ثمة فإن نتائج أبحاثه العلمية تتحدد باتجاهه الرياضي [2].

و يتجلى عمل بوانكاريه في كفاحه ضد المنهج التجريبي ؛ فهو يؤكد على ضرورة التعميم وافتراض الفروض، مبينا عدم كفاية الملاحظة الخالصة والتجربة الساذجة [3] وهذا العمل قد يكون له مبرر كون بوانكاريه تأثر بالنتائج اليقينية التي حققها المنهج الرياضي قي مقابل التشكيك في نتائج المنهج التجريبي، الذي بدأ كما أشير إليه سابقا مع هيوم وانتهى برفضه المطلق مع بوبر.

يرى بوانكاريه أنه سيكون من سوء فهم حقيقة العلم الاكتفاء بالتجربة المجردة؛ لأنه لا يمكن الوصول عن طريق التجربة الساذجة إلى تعيين قوانين الطبيعة[4]، هذا مرده إلى أن التجربة نتائجها وقوانينها تكون تقريبية حيث يقول: «إذا اعتبرنا قانونا خاصا كان ما كان هذا القانون، فإننا نستطيع أن نكون على يقين مسبقا أنه لن يكون إلا تقريبيا؛ فهو بالفعل مستنبط من اختبارات تجريبية لم تكن، ولا يمكن أن تكون إلا تقريبية»[5]. ولذلك فهو يرى أن الاستقراء المعتمد في العلوم الطبيعية غير موثوق به لأنه خارج عن

---

[1]–هنري بوانكاريه : العلم والفرضية ، ص129

[2]– ماهر عبد القادر: فلسفة العلوم المشكلات المعرفية ، ص 26.

[3] ــ ج . بنروني : مصادر وتيارات الفلسفة المعاصرة في فرنسا ، : ترجمة :عبد الرحمان بدوي مكتبة الانجلو المصرية، ج1، 1994، ص 294

[4]– المرجع نفسه ،ص 294.

[5] – هنري بوانكاريه : العلم والفرضية ، ص151.

نطاقنا [1]، يقول في هذا الشأن: «الاستقراء يكون دائما عند تطبيقه في العلوم الفيزيائية لا يقينيا، لأنه يستند إلى الاعتقاد بوجود نظام عام للكون قائم خارجنا» [2].

ومن هذه الزاوية فإن الاستقراء العلمي عند بوانكاريه يختلف عن الاستقراء الرياضي الذي يعتمد على الحدس المباشر لقوة العقل وقدراته.

وانطلاقا من هذا يذهب بوانكاريه إلى أن الخبرة والتجربة لا تمثلان الأساس الصحيح الذي يصدر منه العالم افتراضاته للقانون أو لنظرية ما، ذلك أن هذه الأخيرة تحتوي على اعتبارات نظرية أخرى لا تستمدها مباشرة من الخبرة [3].

لذا فالوقوف على التجربة فيه تجاهل لحقيقة العلم وطبيعة الممارسة العلمية، والعالم ملزم بأن ينظم الوقائع ويرتبها، فإذا كان العلم في حاجة إلى الوقائع فإن الوقائع بدون تنظيم وترتيب لن تعطينا سوى تكيسا عشوائيا،وتراكما غير منتظم لها [4].

هذا بالرغم من أن بوانكاريه يرى أن الوقائع الخارجية في حد ذاتها مرتبة، وهذا الترتيب في تدرج ، ومن ثم فإن الوقائع التي لها قيمة أكبر هي تلك التي« يمكن أن تستخدمها مرات عديدة ، والتي تتمتع بخاصية التكرار، لأن الأكثر عمومية بالنسبة للقانون إنما يتمثل في أهميته المتزايدة» [5]، ويضيف قائلا: «على العالم أن ينظم فنحن ننشئ العالم انطلاقا من الوقائع كما نبني منزلا باستعمال الحجارة، غير أن تكديس الوقائع لا يكون علما إلا على قدر ما يكون ركام من الحجارة منزلا» [6].

فكما أن بناء منزل يقتضي إضفاء ترتيب ونظام على الحجارة المستعملة في بنائه، كذلك إقامة علم تستلزم إضفاء النظام على وقائعه، وبهذا المعنى يمكن الحديث عن تجارب حسنة وأخرى سيئة، التجارب السيئة هي تلك التي تكدس فيها معطيات، التجربة والخبرة

---

[1] –عبد القادر بشتة : الابستيمولوجيا ،دار الطليعة للطباعة والنشر ، بيروت ، ط1 ،1995 ، ص71.

[2]– هنري بوانكاريه : العلم والفرضية ، ص91.

[3] ــ ج . بنروني : مصادر وتيارات الفلسفة المعاصرة في فرنسا ، ص 294.

[4]– سالم يفوت : فلسفة العلم المعاصرة ومفهومها للواقع ، ص98.

[5]_ Henri Poincaré : science et méthode , Ernest Flammarion, Paris , P17.

[6] – هنري بوانكاريه : العلم و الفرضية ، ص218.

تكديسا عشوائيا[1]، أما التجربة الحسنة فهي« تلك التي تجعلنا نعرف شيئا آخر غير الواقعة المعزولة، إنها تلك التي تتيح لنا التوقع أي تلك التي تمكننا من التعميم »[2].

لا جزم أن التعميم هو قوام التفسير، فما نعنيه بتفسير واقعة ملاحظة هو إدراج هذه الواقعة في قانون عام، فلا عجب إذن أن يؤدي التفسير الناجح للكثير من الظواهر الطبيعية إلى تكوين ميل إلى زيادة التعميم في الذهن البشري ، ذلك لان الوقائع الملاحظة على كثرتها لا ترضي رغبتنا في المعرفة ، و إنما كان السعي إلى المعرفة يتجاوز نطاق الملاحظة و يحتاج إلى تعميم[3]، وبناءً على ذلك يمكن أن يكون التعميم أساس المعرفة، وفن الكشف هو فن التعميم فالتعميم هو إذن أصل العلم[4]

ولكي يتمكن العلم من تحقيق وظيفتي التوقع والتعميم، لابد من التسليم بمبادئ يعتبرها بوانكاريه كمصادرات؛ فما هي هذه المبادئ ؟

أ –**الحتميـــة:** تعرف الحتمية على أنها وجهة نظر القائلة بأن لكل حدث جملة من الشروط، فإذا توفرت فلا يمكن إلا أن يقع هذا الحدث ولا شيء غيره[5].

وهي بالمعنى **الحسي:** جملة الشروط الضرورية لتحديد ظاهرة معينة.

وبالمعنى **المجرد:** هي سمة نظام وقائع، أو أشياء يكون كل عنصر فيها متعلقا ببعض العناصر الأخرى، بحيث يمكن أن نتوقع، أن تحدث، أو أن نمنع الحدوث بكل تأكيد وفقا لمعرفتنا، لإحداثنا أو لمنعنا حدوث هذه العناصر[6].

إن الاعتقاد بمبدأ الحتمية يعني أن الظواهر تخضع في إطرادها إلى نظام محكم لا تحيد عنه؛ بمعنى أن الظاهرة لا تحدث إلا إذا توفرت شروط بعينها، كما أنه من المستحيل أن تحدث هذه الظاهرة إذا لم تتحقق هذه الشروط[1].

---

[1] – سالم يفوت : فلسفة العلم المعاصرة ومفهومها للواقع ، ص 98.

[2] – هنري بوانكاريه : العلم و الفرضية ، ص 219.

[3] هانز رايشنبارخ : نشأة الفلسفة العلمية ، ترجمة : فؤاد زكريا ، دار الكتاب العربي للطباعة والنشر ، (د.ط) ، 1962، ص20

[4]–المرجع نفسه، ص18

[5]– عبد المنعم الحنفي المعجم الشامل لمصطلحات الفلسفة، مكتبة مدبولي، القاهرة، ط3، 2000، ص276.

[6]– أندريه لالاند : موسوعة لالاند الفلسفية، ص ص267، 268.

ويمكننا في هذا الصدد أن نميز بين نوعين من الحتمية: الأولى حتمية كلاسيكية مطلقة، والثانية حتمية معتدلة:

بالنسبة للحتمية المطلقة فقد مثلها " نيوتن" وعلماء الطبيعة في القرن الثامن عشر الذين يعتقدون أن التغييرات التي تحدث في العالم عند أي لحظة تعتمد فقط على حالة العالم عند تلك اللحظة، فوفقا لقوانين " نيوتن" مثلا يتعرض أي جسم في العالم (س) لقوى تؤثر فيه من الجسيمات الأخرى في العالم (ص)، (ع)، (و) بعضها أو كلها، هذه القوى قد تؤثر من بعد عن طريق التجاذب مثلما يتسبب القمر والشمس في المد والجزر في المحيطات، وفي كلتا الحالتين يعتمد مقدار القوة المؤثرة في أي لحظة على مواضع الجسيمات في العالم من المكان عند تلك اللحظة، فمعرفة حالة العالم في أي لحظة تيسر حساب سلوك هذه الحالة الثانية بدقة، ثم يعتمد على ذلك كمرحلة انتقالية فتحسب الحالة بعدها وهكذا بغير حدود [2].

ويعبر عن هذا الاتجاه العالم الفرنسي " لابلاس" (1812) حيث يقول: «يجب علينا أن نعتبر الحالة الراهنة لتكون نتيجة لحالة سابقة، وسببا في حالته التي بعد ذلك مباشرة، ولو استطاع ذكاء الإنسان أن يعلم في لحظة جميع القوى التي تحرك الطبيعة تحريكا ميكانيكيا ، وموضوع كل كائن من الكائنات التي يتكون منها ، لأستطاع أن يعبر بصيغة واحدة عن حركة أكبر الأجسام في الكون، وعن حركة أخف الذرات، ولأصبح المستقبل ماثلا أمامه كالحاضر تماما، هذا كله بسبب الحتمية التي تجعلنا نرى المستقبل محكوما بقوانين العلم» [3].

هذا باختصار المفهوم الكلاسيكي للحتمية؛ إلا أن "جون إيلمو" في كتابه **الفكر العلمي الحديث** ينتقد الحتمية المطلقة في قوله: "... لكن التأكيد الشمولي للحتمية المطلقة

---

[1]– محمد محمد قاسم: المدخل إلى مناهج البحث العلمي ، دار النهضة العربية للطباعة والنشر ، بيروت،1993 ، ص90.

[2]–محمد محمد قاسم ، المدخل إلى مناهج البحث العلمي ، المرجع السابق ، ص91.

[3]– لابلاس نقلا عن محمد ثابت الفندي: محاضرات في فلسفة العلوم و مناهجها، دار المعرفة الجامعية (د.ط)، 1996،ص52.

أو الكلية مثل كل موقف حيال الكل، خارجة عن إطار المنهج العلمي (فهي مثال جديد بعد هذه الفوضى الكلية)، إنها غريبة عن العلم وغير مجدية إنها مجرد فرضية ميتافيزيقية، وهي لم تعتمد كفكرة إلا على وضع الخلط بين الحتمية كمنهج والحتمية الوثوقية"[1]؛ يعني هذا أن التصور الثاني للحتمية المعتدلة يتمثل في القول بأن القوانين الاحتمالية الإحصائية؛ التي تفسر ظواهر الطبيعة إنما هي تعبر عن انتظام، كما أنها تقترب من اليقين ، وليست مجرد تسجيل لما يحدث صدفة وفي وقت دون وقت آخر[2].

أما "بوانكاريه" فينتقد فكرة الحتمية بالمفهوم الكلاسيكي ، ويعتبرها صيغة قانون ناقصة " إذا توفرت نفس الشروط، فإن الظاهرة ستقع في غير كاملة، إذن من الأجدر بها أن تلم بكل الشروط الكافية لحدوث الظاهرة، حتى تصبح صيغة القانون كاملة، إذ يقول: « إنها صيغة قانون ناقصة، فهذه الصياغة يجب أن تتضمن تعداد كل السوابق التي بمقتضاها يمكن أن يحدث تال معطى وسيكون علي أولا أن أصف شروط التجربة المراد إجراؤها، وستكون صيغة القانون في هذه الحالة على النحو التالي: إذا توفرت كل الشروط، فإن الظاهرة المعينة ستقع»[3]؛ شريطة أن نكون على يقين من أننا لم ننس أي شرط من الشروط السابقة على حدوث الظاهرة، وهذا لا يأتي إلا بمعرفة مكونات الطبيعة وظواهرها، لأنها هي التي تستطيع أن تؤثر على الظاهرة التي نتنبأ بوقوعها، ومادمنا لا نستطيع أن نلم بجميع مكونات الطبيعة أثناء عملية التنبؤ فإننا لا نستطيع أن نتأكد من أن جميع الشروط قد تحققت، وبالتالي فإن الصيغة السابقة غير قابلة للتطبيق. يقول بوانكاريه: إذن «ما دمنا لا نستطيع أن نكون على يقين من أننا لم ننس أي شرط جوهري من تلك الشروط، فإننا لا نستطيع سوى القول إذا تحققت هذه الشروط وتلك فإنه من المحتمل أن يحدث هذا الحادث تقريبا»[4].

---

[1] Jean Ulmo : la pensée scientifique moderne,Ibid. , P181.

[2] –محمد فهمي زيدان: من نظريات العلم المعاصر إلى المواقف الفلسفية ، دار النهضة العربية للطباعة و النشر ، (د.ط)، 1982 ، ص 109 .

[3] – هنري بوانكاريه: قيمة العلم، ترجمة الميلودشغموم ، دار التنوير للطباعة و النشر و التوزيع ، بيروت ،(دط)، 2006، ص151.

[4] – المصدر نفسه ، ص152.

والاحتمال يلعب دورا كبيرا في المعرفة العلمية، وإطراح الاحتمال ليس معناه القضاء على العلم؛ ذلك أن حال ظاهرة يتوقف على شيئين الحالة التي بدأت منها، والقانون الذي تبعا له تغيير حالتها[1].

فـــ "بوانكاريه" بحتميته هذه يعطي دورا للاحتمال والصدفة، خاصة عندما يتعلق الأمر بالحقائق القياسية أي التي تخضع للقياس، وليس معنى هذا أن الاحتمال والصدفة يتعارضان مع الحتمية وإنما على نقيض ذلك من ذلك كما يقول "إيلمو": "لا نستطيع أن نضع الحتمية المنهجية في معارضة الصدفة كواقع؛ لأننا نستطيع التوفيق بينهما عن طريق إعطاء الصدفة تعريفا إجرائيا(*Opératoire*)؛ والذي يستطيع أن يشمل جميع المميزات القابلة للوصف(...)، نستطيع القول بوجود صدفة حيث تكون شروطا ابتدائية تجريبية غير قابلة للتحديد تؤدي إلى نتائج منفصلة. إن هذا التعريف يشمل بصفة خاصة الصدفة حسب التحليل الشهير لـــ "بوانكاريه"[2].

فالقوانين الإحصائية تقوم على تعميمات على حدوث حوادث معينة وتوجه هذه التعميمات فروض، ويمكن حساب هذه الحوادث بطريقة كمية محددة طبقا لنظريات الاحتمالات[3].

إلا أن مبدأ الحتمية يتضمن افتراضا يسبقه ويحدد محتواه، ألا وهو النظام الذي تسير عليه ظواهر الطبيعة، هذا النظام الذي يستلزم اختيار منظومة معينة من الظواهر على أساس أنها تعطي للعلم معنى عن الواقع.

فالنظام هو الذي يمكن من صنع الوقائع التجريبية، وعليه فإن النظام أمر ضروري من أجل إقامة علم وهذا لترتيب وقائعه[4].

كما أن العالم ملزم بأن ينظم الوقائع ويرتبها، فإذا كان العلم في حاجة إلى وقائع، فإن وقائع بدون تنظيم لن تعطينا سوى تكديسا عشوائيا وتراكميا غير منتظم لها، فكما أن

---

[1]– عبد الرحمن بدوي: الموسوعة الفلسفية، ص383.

[2]ـــJean Ulmo : la pensée scientifique moderne, Ibid. , P183.

[3]– محمود فهمي زيدان: من نظريات العلم المعاصر إلى المواقف الفلسفية، ص109.

[4] ـــ صلاح قنصوة : فلسفة العلم ، دار قباء للطباعة و النشر و التوزيع ، القاهرة ، (د ط) ، 1998 ، ص 155

بناء منزل. يقتضي إضفاء ترتيب و نظام على الحجارة المستعملة في بنائه ، كذلك إقامة علم تستلزم إضفاء النظام على وقائعه[1].

وقد قارن "بوانكاريه" بين مسلمة النظام وبين الجمال، فنظام الطبيعة ضرب من الجمال، ورجل العلم في نظره لا يقبل على دراسة الطبيعة إلا بما يستشعره من متعة في دراستها، وهو يجد تلك المتعة لأنه يرى الطبيعة جميلة، وجمالها هو ذلك الذي يترتب عن النظام المتوافق المنسجم لأجزائها، وهو الذي في وسع العقل أن يلتقطه. فهذا الجمال هو الذي يمنح المظاهر المتقلبة جسدا،وهيكلا عظيما يجذب حواسنا، وهو جمال يكفي نفسه بنفسه، ويدعو رجل العلم إلى اختيار أكثر الوقائع ملائمة للمساهمة في توافق العلم وانسجامه.

وفي هذا الصدد فإن بوانكاريه يشبه تنظيم العالم للوقائع ببناء بيت من الحجارة[2].

ب- نسبيـــة الحقيقـــة:

في المفهوم الاصطلاحي للنسبية فهي تقابل المطلق فهي تعني عدم الكمال أو عدم اليقين التام.

وهي صفة للعلاقات، ونسبية المعرفة هي نسبة ذات وموضوع تجعل كلا منهما مشروطا بالآخر ويحده[3].

والنسبية أو المذهب النسبي بوجه عام ، هو اتجاه في نظرية المعرفة ينفي إمكانية معرفة العالم الموضوعي استنادا إلى ذاتية المعرفة البشرية ونسبيتها، وتنطلق النسبية من أنه ليس بوسع الإنسان في هذه أو تلك من مراحل تطوره، أن يحصل على معرفة تامة وصحيحة مطلقة، لا عن الواقع ككل، ولا عن موضوع ملموس من موضوعات البحث،

[1]- سالم يفوت: فلسفة العلم المعاصرة ومفهومها للواقع، ص98.

[2]-هنري بوانكاريه: العلم والفرضية، ص168.

[3]- عبد المنعم الحنفي: المعجم الشامل لمصطلحات الفلسفة، ص875.

وإنه في فترة زمنية لا تكون معارفنا كاملة،وإنما تكون محدودة بمستوى تطور الإنتاج والعلم وبقدرات الناس المعرفية[1].

والنسبية عند "بوانكاريه" تعني أن المعرفة العلمية لا تثبت على حال، فهي في تطور وتجدد مستمر كما أن النظريات العلمية لا تتأكد تأكدا تاما[2]، حيث يقول: "يبدو لنا أن عمر النظريات لا يتعدى يوما، وأن الأطلال تتراكم فوق الأطلال، تولد النظريات في اليوم الأول، تصبح موضة في اليوم الثاني، تصير كلاسيكية في اليوم الثالث، وفي اليوم الرابع تصير متخلفة، وفي اليوم الخامس تصبح منسية"[3].

ويمكن القول أن الفكرة الأساسية التي تستند عليها المواضعاتية؛ هي أن قضايا العلوم التي تذهب خطأً إلى التنظير لها على أنها بمثابة وصف استخلصناه من تجارب جزئية أقمناها لذلك الغرض؛ ليست في الواقع سوى وسائل يصطنعها الإنسان لفهم الطبيعة واستغلالها... فالحقائق العلمية إشارات ومواضعات ليس لها سوى قيمة ذرائعية من حيث أنها تفيدنا في تكوين صورة تقريبية عن العالم[4].

إذن فالقوانين والنظريات العلمية قواعد عمل ليس معيار صدقها هو التجربة، ذلك هو ملائمتها ويترتب على هذا الاعتباران التجربة الحاسمة بالمعنى البيكوني لا توجد في العلم آي يستحيل على تجربة ما تدحض دحضا قاطعا فرضية ما من الفرضيات أو تؤكدها تأكيدا قاطعا. ومعنى ذلك أنه لا توجد فرضية صحيحة مطلقة، بل توجد فرضية نصححها باستمرار، كي تتلاءم مع متطلب اليسر والملائمة[5]؛ حيث بين بوانكاريه أن الهندسات الثلاثة متساوية من حيث السلامة المنطقية رغم أنها تتناقض مع بعضها البعض من حيث المنطلق ومن حيث النتائج فالنسبية بهذا المعنى لا يقع السقوط في الشكية أو إنكار وجود الحقيقة، إنما هي تعني أن الحقيقة تظهر بأوجه متعددةـــ البديهيات أو

---

[1] ـــ إبراهيم مصطفى إبراهيم : في فلسفة العلوم ، دار الوفاء الدنيا للطباعة و النشر ، بيروت ، ط2 ، 1989 ، ص 124 .

[2]– سالم يفوت: العقلانية المعاصرة بين النقد والحقيقة ،المرجع السابق ، ص124.

[3]هنري بوانكاريه: قيمة العلم، 161.

[4]– سالم يفوت: فلسفة العلم المعاصر ومفهومها للواقع، ص96.

[5] – Henri Poincaré : la science et l'hypothése , flammarion , Paris , 1902 , P66 .

المسلمات الرياضية هي عبارة عن مواضعات- ، وقد اتضح هذا جليا بعد ظهور هندسات لا إقليدية مثل هندسة "ريمان" و" لوباتشوفيسكي"، فبعد أن كانت البديهيات والمسلمات الهندسية أحكاما تركيبية قبلية أصبحت مواضعات لا يمكن الحكم عليها باليقين أو بعدمه إلا في ظل شرطين هما: 1- عدم التناقض، 2- اليسر والملائمة

من هذا المنطلق، فإن النظريات العلمية نسبية تخضع للتطور والتجدد، فهي عبارة عن مواضعات ومعيار صدقها هو يسرها و ملائمتها.

وعلى هذا النحو، فإن العلوم لا تصبح لها إلا قيمة وقتية، إنها تمدنا بوسائل لتصنيف الظاهرات، ولحسابها واستعمالها، وهي تطلعنا على الحقيقة بالمعنى التام، والملائمة في نظر "بوانكاريه" تكون المبادئ التي ينطلق منها العالم هي مبادئ اعتباطية، لم يتحكم في صنعها أي معيار ضروري وموضوعي، خصوصا وأن العالم يطرحها هكذا على ضوء مسلمات وبديهيات أولية، يعمل بكل وسائله على أن تأتي التجربة مؤيدة لها[1] .

وعليه فان بوانكاريه يرفض أن تكون النظريات العلمية هي مصدر اليقين العلمي في معرفة الحوادث، أو الظواهر الطبيعية ، وفي هذا الجانب يقول :«عندما تزعم نظرية علمية أنها تعرف ما الحرارة؟ أو ما هي الكهرباء؟ أو ما هي الحياة؟ فإنها تحكم على نفسها بالموت مسبقا، فكل ما تستطيع هذه النظرية إعطاءه لنا، لن يكون سوى صورة غامضة ،فهي إذن مؤقتة ومتهافتة »[2] .

وهذا ما يدل على نسبية القوانين والنظريات ومهما يكن لنظريات العلوم الطبيعية من الكمال، فلا ينبغي اعتبارها سوى وسائل كلامية ملائمة، إنها وسائل لتصور الأشياء النافعة لأذهاننا البشرية أو حيل مبتدعة للسيطرة على الكون[3].

فالقوانين والنظريات قواعد عمل ليس معيار صدقها هو التجربة؛ بل إن معيار ذلك هو ملائمتها وفعاليتها، ويترتب على هذا أن التجربة الحاسمة بالمعنى البيكوني لا توجد

---

[1]- سالم يفوت : العقلانية المعاصرة بين النقد والحقيقة ، ص 124 .

[2]- هنري بوانكاريه: قيمة العلم ، ص161 .

[3]- سالم يفوت :العقلانية المعاصرة بين النقد والحقيقة الرجع السابق ، ص124 .

في العلم، أي يستحيل على التجربة ما أن تدحض دحضا قاطعا فرضية من الفرضيات، ولفهم نسبية بوانكاريه ينبغي عدم نسيان أن فكرة الانسجام تشغل عنده مكانة أساسية، فحين يقول مثلا؛ إن العلم هو قبل كل شيء تصنيف، أو أن العلم نظام من الإضافات، فإن النسبية عنده هي بالأحرى مرادفة لكلمة التضامن. "إن الموضوعية ينبغي أن تبحث عنها في الإضافات" هذا معناه أن من العبث أن نبحث عنها في الكائنات المنظور إليها منعزلة بعضها عن بعض وبهذا المعنى فإن بوانكاريه يمهد الطريق إلى نظرية النسبية عند أنشتاين[1]

إن هذه النسبية التي تتمثل في تطور وتجدد النظريات، ليست نقطة سلبية في العلم وإنما هي على النقيض تماما من ذلك، فهي عبارة عن تراكم للحقائق التي تخلفها النظريات، تلك الحقائق التي تكشف لنا بعض العلاقات على حد تعبير "بوانكاريه" الذي يرى أن تبديل النظريات لا يولد إلا ارتيابا سطحيا، نعم أن كل نظرية زائلة، ولكنها رغم سرعة تبدلها تترك وراءها بعض الحقائق، ونحن نجمع هذه الحقائق ونضمها إلى العلم...كل نظرية تكشف لنا عن بعض العلاقات، فإذا زالت النظرية بقيت تلك العلاقات في حضيرة العلم[2] .

جـ- الموضوعية:

هي صفة الموضوعي، وهي اتجاه العقل لرؤية الأشياء كما هي عليه في الواقع فلا يشوهها بالنظر الضيق أو المنحاز[3] في مقابل ذاتي ظاهري لا واقعي ما يشكل موضوعا هدفا. حقيقة قائمة بذاتها، أي بمعزل عن كل معرفة أو فكر مقابل ذاتي بمعنى فردي، صالح لكل العقول وليس لهذا الفرد أو ذاك فقط[4].

ومعنى ذلك أن العالم عندما يكون بصدد البحث العلمي، فإنه يستخدم العقل والحواس في تسجيل الوقائع وكل ما يوجد في الطبيعة من مختلف الحقائق كما هي عليه.

---

[1] ــ جميل صليبا : المنطق ، مكتبة الفكر الجامعي ، ج 1 ، منشورات عويدات ، بيروت ، لبنان ، (د ط) ، 1967 ، ص 282 .

[2]– هنري بوانكاريه :العلم والفرضية، ص 252.

[3]– عبد النعم الحفني : المعجم الشامل لمصطلحات الفلسفة ، ص 856.

[4]–. أندريه لالاند : موسوعة لالاند الفلسفية ، ص891

وكما هي حادثة بالفعل وليس كما يتمنى لها أن تحدث. وبذلك فإن المعرفة العلمية ترتبط بالنزاهة وكذلك فهي ترتبط بالحياد والموضوعية.

ويراد بالموضوعية في العلم إقصاء الخبرة الذاتية في معرفة الأشياء، كما هي في الواقع. وليس كما يشتهي الباحث ويتمنى. فبذلك تكون مهمة العالم هي وصف الأشياء وتقرير حالتها في الواقع، في هذا الصدد يقول كلود برنار (1813-1878): «إذا عرض لدراسة موضوع واحد مجموعة من العلماء، انتهوا في آخر المطاف إلى نتائج واحدة.وذلك بطريقة موضوعية خالصة»[1] ؛ومعنى ذلك بأن العلماء يأخذون على عاتقهم فحص كل المواضيع المتاحة لديهم فحصا دقيقا. وأن يعي ذهن العالم حقيقة تلك المواضيع وما لها من قيمة علمية، بحيث يتسنى له أن يؤلف بينها في النتيجة النهائية دون إغفال أي واحدة منها، وبذلك يتواصل مجموع العلماء إلى نتيجة واحدة هي الحقيقة العلمية الموضوعية[2] وليس للموضوعية"*Objectivité* " في العلم دلالة واحدة، بل إنها تتخذ دلالات متباينة ومن بينها:

الدلالة الأكسيولوجية (أي القيمية) والدلالة السيكولوجية والدلالة الثقافية والدلالة الإبستمولوجية. وتبرز في مقدمة هذه الدلالات الدلالة الأكسيولوجية الذائعة الشهرة تلك التي تعد الموضوعية تجردا و نزاهة و تجنبا لكل حكم من أحكام القيمة، ما دام رجل العلم لا يواجه إلا عالما مستقلا عن آرائه ومختلف رغباته ومصالحه الخاصة، وبالتالي عليه أن يفصل فيه بعيدا عن تحيزاته الشخصية[3].

وتعد الدلالة الإبستمولوجية من أبرز دلالات الموضوعية ؛ وذلك لأنها تهتم بالصلة الكائنة بين الذات العارفة أو الباحث وبين الموضوع.

وموضوعية "بوانكاريه" تتجلى في إلحاحه على عدم ثبات المفاهيم؛ حيث أنه يرى بأنها في تغير وتجدد مستمرين، إلا أنه مع ذلك لا يسقط في الذاتية المتطرفة، وإن كان يقول باعتباطية النظريات والمفاهيم ؛إلا أنه يرى في مقابل ذلك أن هناك شيئا يبقى دائما

---

[1]– كلود بيرتارد نقلا عن توفيق الطويل: أسس الفلسفة، دار النهضة العربية، القاهرة، ط7، سنة1979، ص207.

[2] ــ محمد محمد قاسم: المدخل إلى مناهج البحث العلمي، المرجع السابق، ص 27.

[3] ــ صلاح قنصوة: فلسفة العلم، المرجع نفسه، ص172.

موجودا وثابتا، ويكون وجوده موضوعيا يفرض نفسه على الجميع، وهو تلك العلاقات بين الظواهر الطبيعية؛أي القوانين العلمية. حيث إن الأسماء وحدها هي التي تتغير بينما العلاقات تبقى دائما ثابتة[1].

ويقول بوانكاريه: «ماذا تعنى بالموضوعية؟، ما يضمن لنا موضوعية العالم الذي نعيش فيه هو كون هذا العالم مشتركا مع كائنات أخرى مفكرة وبواسطة التواصلات التي تتم بيننا وبين الآخرين. نتلقى منهم استدلالات جاهزة نعرف أن هذه الاستدلالات لا تأتي منا، ولكننا في الوقت نفسه نرى فيها عمل كائنات مفكرة مثلنا، وإنما تلك الاستدلالات تبدو منطقية على عالم حواسنا.ولذلك نستنتج أن تلك الكائنات المفكرة رأت نفس ما رأيناه، وهكذا نعرف أننا لم نر حلما»[2].

فالموضوعية بهذا المفهوم تتحقق من خلال ذلك الاتفاق والتواصل بين مختلف الكائنات المفكرة؛ حيث إن العالم المفكر يتلقى من غيره أفكارا ومعطيات مختلفة منطبقة مع عالم حواسه بالرغم من أنه أخذها من غيره، مما يوحي بأن هناك عالما مشتركا تتفق من خلاله جميع العقول المفكرة، وهذا معناه أن الموضوعي هو ما حظي بالقبول من طرف الجميع.

وعلى هذا النحو، يظهر بجلاء أن الموضوعية لم تعد انعكاسا لواقعة أصلية يتطابق معها رجل العالم وينسجم معها، بل هي شروط عليه أن يلتزم بها. وأهم تلك الشروط حسب بوانكاريه: «أن يكون ما هو موضوعي مشتركا"*Commun*" بالنسبة لأذهان كثيرة وبالتالي يمكن نقله من واحد لآخر»[3]. ومعنى ذلك أن ما يمكن أن يكون مشتركا بالفعل وقابلا للنقل ليس هو الإحساسات، أو مختلف الموجودات المنعزلة عن بعضها البعض، إنما هو كل ما يمكن أن يصاغ في صورة علاقات ونظريات، ولكن هذه النظرية

[1] ــ سالم يفوت: فلسفة العلم المعاصرة ومفهومها للواقع، المرجع السابق، ص97

[2]–هنري بوانكاريه قيمة العلم، ص158.

[3]– المصدر نفسه، ص 158.

كل ما في استطاعتها هو أن تقدم لنا صورة غير مكتملة، مما يجعلها مؤقتة وبالتالي غير دائمة[1].

وعليه فإنه من هنا يفتح المجال أمام العلماء ليستكملوا هذه الصور، ويعدلوا النظريات ومختلف المفاهيم في إطار "الموضوعية"؛ التي تكون مرتبطة ومشروطة بموقف معين. ذلك لأنه لا بد من اشتراك من يعملون بالمنهج العلمي في نظام واحد وعلى أساس وحدة جهازهم التصويري، وجهاز المفاهيم لديهم ويكون لهم ذلك من خلال ما توفر من عالم مشترك بينهم في مجال البحث والمناقشة والتمحيص بحيث يصلون في نهاية الأمر إلى النتائج نفسها[2].

وبهذا المعنى يتشكل المعنى الحقيقي "للموضوعية"، التي توحي بالاتفاق والمواضعة على معايير ومفاهيم تسود العالم الفكري عند دراسة مختلف الموضوعات[3].

إذن فقد ارتبط مفهوم الموضوعية بالاتفاق، والمواضعة التي تعرف كذلك باسم الاصطلاحية، وقد استعملها "بوانكاريه" للدلالة على أن مبادئ العلوم وبالأخص مبادئ الهندسة ليست بديهية ولا تعميمات تجريبية، كما أنها ليست مجرد فرضيات يتوقف صدقها على التحقيق التجريبي، ولكنها في الحقيقة اصطلاحات قد تواضع عليها العلماء، ووقع اختيارهم عليها بالاتفاق. وذلك بحجة أن اختيارهم لها ليس له مبرر سوى أن العقل البشري يتضمن أشكالا قبلية تتحكم في تصوره لهذا العالم وفي اختياراته[4]. ومن هنا كان نقد "بوانكاريه" للمبالغات الاسمية*"Nominalisme"*، وكان رفضه كذلك للنظرية التي ترى أن كل علم اصطلاحي*"Conventionnel"* ويرفض خصوصا النزعة المضادة للعقل. ويتجلى ذلك من خلاله موقفه من الذاتية والاسمية عند "إدوارد لورا" (ولد سنة1870) فهو يقول في هذا الصدد: "في رأي لورا أن العلم لا يتألف إلا من مواضعات، والوقائع

---

[1]– هنري بوانكاريه قيمة العلم، ص159

[2] ــ صلاح قنصوة: فلسفة العلم، المرجع السابق ، ص 175

[3] ــ المرجع نفسه ، الصفحة نفسها .

[4] ــ عبد المنعم الحنفي: المعجم الشامل لمصطلحات الفلسفة ، ص 74

العلمية، وبالأحرى القوانين هي أعمال مصطنعة للعالم والعلم لا يمكن إذن أن يعلمنا شيئا عن الحقيقة، ولا يمكن أن يفيدنا إلا كقاعدة للعمل"[1].

إن الحقيقة كما يرى "بوانكاريه" مستقلة تماما عن الفكر، و ما يسمى بـــ "الحقيقة الموضوعية" هي تحليل ما هو مشترك بين العديد من المفكرين، ويمكن أن تكون مشتركة بين الكل، و"بوانكاريه" من هذه الزاوية يرفض الاصطلاحية ويرفض كذلك براغماتية المتطرفين، ويرى أنه مادام العلم قادرا على التنبؤ فإنه يمكن أن يكون مفيدا ويصلح أن يكون قاعدة للعمل[2].

هذا دليل على أن العلم ليس عديم القيمة من حيث هو وسيلة هامة في المعرفة[3]، ويقول "بوانكاريه" :« بل لا يمكن أن نقول أن العمل هو هدف العلم وإلا هل يجب أن نرفض الدراسات المتعلقة بالنجم المسمى بالشعري اليمانية (سيريوس) "*SIRIUS*" بحجة أنه من المحتمل أن لا نمارس آي فعل على هذا النجم في نظري، أن المعرفة هي الهدف والعمل هو الوسيلة»[4].

"بوانكاريه" يؤكد من خلال هذا القول بأن العلم هو غاية في حد ذاته ولا يمكن أن يكون مجرد وسيلة عملية.

والمفارقة الظاهرة في رأي "لورا" هي دعواه إلى أن العالم هو الذي صنع الواقعة العلمية، ويعتبر في مقابل ذلك أن العلم لا يخرج عن كونه مجرد مواضعات، وأن ذلك اليقين الذي يتميز به العلم يرجع إلى كون الوقائع ومختلف القوانين العلمية هي عبارة عن تركيبات مصطنعة ينشئها العالم، لذا فإن كل ما باستطاعة العلم هو أن يزودنا بوصفات علمية تتميز بالنجاعة العلمية وليس الحقيقة ذاتها، وبالتالي فهو لا يمدنا سوى بقواعد للعمل[5]. وهذا الرأي يجعلنا نتساءل عما إذا كان لدينا من الأسباب ما يجعلنا نثق في

---

[1]– هنري بوانكاريه: قيمة العلم ، ص133

[2]المصدر نفسه ، ص 160

[3]–المصدر نفسه ، ص214 .

[4]– المصدر نفسه، ص 320

[5]– سالم يفوت: فلسفة العلم المعاصرة ومفهومها للواقع، ص101

العلم وفي القيمة الموضوعية للعلم؟ أو بتعبير آخر ألا ينتج عن القول بأن المبادئ والنظريات العلمية مواضعات إنكار ونفي مطلق لقيمة العلم الموضوعية؟[1] .

ويجيب "بوانكاريه" عن هذا التساؤل بالإشارة إلى بعض الفلاسفة الذين بالغوا في تصور الدور الذي تلعبه المواضعة في العلم، فعلى خلاف "لورا فإن "بوانكاريه" يعزو إلى العلم طابعا موضوعيا، لأن العلم يمكن نقله عن طريق العقول بمعنى أنه معقول، يقول "بوانكاريه" في هذا الصدد: «إذن حين نتساءل ما هي القيمة الموضوعية للعلم فإن هذا لا يعني: هل العلم يجعلنا نعرف الطبيعة الحقيقية للأشياء؟ و لكنه يعني: هل يجعلنا نعرف العلاقات الحقيقية بين الأشياء»[2] .

ويقصد "بوانكاريه" من خلال هذا القول بأن قيمة العلم تبدو من خلال كشفه عن حقيقة العلاقات القائمة بين الأشياء وليس من مجرد معرفة طبيعتها.

وطابع اليسر"*COMMMDITE*"الذي يرى "بوانكاريه" بأنه السمة المميزة للمعرفة العلمية هو الطابع فوق فردي، وفوق زماني، أي أنه يتسنى لكل فرد أن يتلقى المعرفة العلمية كذلك هو صالح لكل زمان، حيث أن العلم بوصفه تصنيفا يسيرا ليس فقط بالنسبة إلى فرد أو فئة معينة، بل هو يسير بالنسبة لجميع الناس وسيظل كذلك. وعلى كل حال فإن الحقيقة الموضوعية الوحيدة في نظر "بوانكاريه" هي علاقات الأشياء التي ينشأ عنها الانسجام الكلي[3].

إضافة إلى هذا يمكن التحدث عن نفعية مثالية عند"بوانكاريه"، حيث مع أنه يرفض دور مواضعة الاسميين في العلم، إلا أنه لا ينفي نشدان المنفعة التطبيقية للعلم، لكن بشرط أن تكون المنفعة بمعناها السامي والنزيه[4] .

يقول في هذا الصدد:« لا أقول أن العلم مفيد لأنه يعلمنا كيف نبني الآلات، بل أقول الآلات مفيدة لأنها تعمل من أجلنا، وبذلك توفر لنا وقتا أطول للإنشغال بالعلم»[5].

ولذلك فهو يعزو للرياضيات ثلاث أغراض:

---

[1]– سالم يفوت: فلسفة العلم المعاصرة ومفهومها للواقع، ص101.

[2]– هنري بوانكاريه: قيمة العلم، ص279

[3]– ج. بتربي:مصادر وتيارات الفلسفة المعاصرة في فرنسا، ص300.

[4]–عبد الرحمن بدوي: الموسوعة الفلسفية،ص388.

[5]– هنري بوانكاريه: قيمة العلم ، ص 281 .

1ــ أنها ينبغي أن تكون أداة لدراسة الطبيعة.

2ــ أنها ينبغي أن تساعد الفيلسوف على تعميق فكرة العدد، المكان، الزمان.

3ــ لها هدفا جماليا؛ فأصحابها يجدون فيها متعة شبيهة بالمتعة التي يشعر بها المرء من الرسم والموسيقى[1].

إن جميع الناس بإمكانهم أن يفهموا نظريات الهندسة على اختلاف نظرياتها، وكذلك بإمكانهم إدراك قوانين الفيزياء، حيث أن العلم يقرب الناس بعضهم من بعض لأنه لا يقوم على مقومات ذاتية، وإنما يعتمد بالدرجة الأولى على الأدلة العقلية والبراهين المنطقية المستقلة عن العوامل الشخصية والذاتية،فغاية العلم إذن هي نشر الحقيقة المسلم بها.

2 ــ مواضعاتيــة بوانكاريــه بيــن المثاليــة والــواقعيــة:

تتميز فلسفة بوانكاريه بأنها نموذج لفلسفة عفوية؛ يقوم بها عالم متخصص في ممارسة الإبستيمولوجيا. فلسفات العلماء رغم أنها تستند على عناصر مادية خاصة بالطريقة العلمية، إلا أنها غالبا ما تهيمن عليها عناصر فكرية تجعلها مرتبطة بتقاليد الممارسة الفلسفية ورغم الطابع العلمي المميز لها، إلا أنها لا تصنف ضمن تاريخ العلوم، إنما تصنف ضمن تاريخ الفلسفة[2] .

فهل هذا الحكم يصدق على مواضعاتية بوانكاريه ؟

مما لا جدال فيه أن مواضعاتية بوانكاريه أثرت على العديد من التصورات والمفاهيم العلمية الأكثر تقنية، والتي لا تصنف ضمن أعمال الفلاسفة؛ بما في ذلك الذين لديهم اهتمامات بالعلوم ذلك أن اهتماماتهم تنحصر في تصورات عامة لا تتطلب تقنية عالية.

فلسفة بوانكاريه العلمية تمثل نموذج متميز، كونها متأصلة في العلوم (الرياضيات والفيزياء)، وبهذا تكون قد ساهمت في نشأة الإبستيمولوجيا بالمعنى الحديث للمصطلح. وهذا ما يميزها عن الفلسفات العلمية للفلاسفة من أمثال بوترو .

---

[1]– هنري بوانكاريه: قيمة العلم، ص160.

[2]ــMohsenSakari : Poincaré un savant universel , édition l'harmattan , 2005 , France , p66

في الحقيقة أن الإختلاف بين أعمال بوانكارية الفلسفية وأعمال الفلاسفة يتمثل في الأسلوب الخطابي؛ غالبية الدارسين لفلسفة بوانكاريه هم علماء من أمثال هانز ريشنباخ ورودولف كارناب، اهتموا بفلسفة بوانكاريه على أساس تكوينهم العلمي فنقده للواقعية لم يكن على الإطلاق غريبا؛ لأنها تتماشى مع تتطور الفلسفة في القرن 20م نحو خطاب أكثر علمية، وأكثر منطقية .

يمكن القول بواسطة نوع من التوازن التاريخي؛ أنه لم يهتم بفلسفة بوانكاريه إلا الذين تحصلوا على تكوين علمي مثله، إذ اهتموا بالأسس الفلسفية لتخصصاتهم أما ذوي التوجه الفلسفي، فلم يهتموا بفلسفة بوانكاريه، لأنهم يحكمون عليها بأنها متجذرة في الرياضيات وبها القليل من الفلسفة[1]. هذا الموقف متسرع ولا يمثل دراسة موسعة لفلسفة بوانكاريه عموما. إنه يوضح حالة تفسير لهذا العمل الذي لقي في الغالب استحسان من طرف العلماء، وإهمال من طرف الفلاسفة. هذا الإهمال ليس له ما يبرره؛ فالمواضعاتية موجودة في الرياضيات، كما أنها موجودة في الفلسفة. إذن من الممكن اكتشاف آثارا للمثالية في فلسفة بوانكاريه لا علاقة لها بتكوينه العلمي، هذه المثالية يمكن اختزالها في شكل الوضعية الروحانية *Positivisme spiritualiste*. التي تبين بشكل واضح الدور المركزي للعقل في العمل العلمي، وهذا ما توضحه الأسطر الأخيرة من قيمة العلم: «كل شيء ما عدا الفكرة عدم، ما دمنا لا نستطيع أن نفكر إلا في الفكر، وما دامت كل الكلمات التي نتوفر عليها لنتكلم عن الأشياء لا يمكن أن تعبر إلا عن أفكار»[2].

مثل هذه التصريحات تكون في محلها لو صرح بها فيلسوف مثالي، لكن من الغريب أن يصرح بها عالم مبدع معترف له من طرف معاصريه .

المثالية موقف فلسفي لا يتوافق مع الواقعية التي يصرح بها العلماء؛ إذ كيف وفق بين الواقعية العلمية والمثالية الفلسفية ؟

هذا هو التساؤل الذي طرحته أعمال بوانكاريه. يوجد طابع مثالي بارز في تفكيره، ولكنه لا يشكل نسقا فلسفيا متماسكا، بل يضاف إلى المواضعاتية، ويعطيها وقعا خاصا متميزا بعيدا كل البعد عن الوضعية الظاهرة لدى أتباع أوجست كونت.

---

[1] ــ MohsenSakari : Poincaré un savant universel, P 68.

[2] ــ هنري بوانكاريه : قيمة العلم ، ص 165 .

بوانكاريه على سبيل المثال؛ يصر على دور العقل في إنشاء وتأسيس العلوم. هذا الإصرار متزامن مع التذكير بأهمية التجربة، لكن نشاط العقل هو الغالب دوما؛ بديهيات الهندسة هي مواضعات من صنع العقل وموجهة من طرف التجربة، قوانين ومبادئ الميكانيكا هي تعميمات مجردة مأخوذة من التجربة، المكان الهندسي هو شكل قبلي لإدراكاتنا، ومع ذلك يؤخذ من تجربة المكان الحسي.

تفكير بوانكاريه اختار أن يكون في نقطة تقاطع بين متناقضين؛ من جهة التجربة هي مصدر الحقيقة والحكم النهائي على النظريات العلمية، ومن جهة أخرى العقل من خلال التجربة ينتج تصورات عامة وكلية، قادرة على ضمان يقينية للعلوم.

العلم لا يمكن أن يبنى مستقلا عن التجربة، ولكن لا يمكن أن يأخذ كل مادته منها؛ يجب أن تلجأ التجربة إلى البناء العقلي؛ إذا كانت تريد أن تكون جديرة بمركزها في العلم. هنا يكمن معنى التساؤل الذي وضعه في الفصل التاسع من العلم والفرضية؛ والمخصص لدراسة الفيزياء الرياضية، «التجربة هي المصدر الوحيد للحقيقة، فهي وحدها التي تعلمنا شيئا جديدا، وهي وحدها التي يمكنها أن تعطينا اليقين، تلكما مسألتان ليس لأحد أن ينكرهما، لكن إذا كانت التجربة هي كل شيء فأية مكانة تبقى للفيزياء الرياضية؟»[1].

بالرغم من إصرار بوانكاريه على الدور التأسيسي للتجربة، فان العمل الذي قام به بين التجريبية والعقلانية يتحول إلى ميزة لمصلحة الاتجاه الثاني[2]؛ المواضعاتية حركت في الواقع التصور البراغماتي للمعرفة، سواء كان الحديث عن مواضعات، مبادئ أو قوانين. بوانكاريه يشير دائما إلى بناءات تهدف إلى التأقلم مع أكبر قدر ممكن من شروط الملاءمة والبساطة الخاصة بالعمل العلمي، ومن هنا يأتي التحفظ على الفكرة التي تنص أن المكان يفسر فيزيائيا (بما أنه يتعلق بصورة قبلية عن مفهوم البناء)؛ حجة اختلاف المنظر الكوكبي التي نفى بها دور التجربة في الحكم على هندسة المكان الواقعي، ترفض إخضاع البناءات العقلية التي هي مواضعات هندسية لتشريعات التجربة، على قاعدة تفسير المقاربة الكلية للعلاقات بين الهندسة والفيزياء. والتي هي مصدر الطابع المتعدد

[1] ــ هنري بوانكاريه : العلم والفرضية ، ص 217.

[2] ــMohsenSakari : Poincaré un savant universel , Ibid , P 64

للنظريات الفيزيائية، أين يمكن التسليم بوجود تفسيرات مختلفة للظواهر، وتؤكد بأن المواصفة الوحيدة للتمييز هي المواصفة البراغماتية البساطة والملاءمة.

مثالية بوانكاريه تظهر بوضوح من خلال النقد الضمني؛ الذي وجهه إلى الحتمية الكلاسيكية، العديد من العلماء في القرنين 18 و19، اعتقدوا أن الصدفة غير موجودة في الكون، وأن العلوم قادرة على التنبؤ بمجموع الظواهر التي ستحدث في المستقبل. فالحتمية ينظر لها من خلال فكرتين: الأولى أن الرياضيات مفهومة وواضحة، وتعبر عن حتمية مطلق . الثانية فكرة أن الرياضيات تنطبق تماما على الواقع.

بوانكاريه من جهته رفض الفكرتين: بالنسبة للأولى ؛رد بأن الرياضي بعيد عن رؤية الحقائق الرياضية المفروضة عليه كإضاءات مقدسة. فهو يجد نفسه منقادا إلى القيام بالمفاضلة والتمييز بين الفرضيات، وأن يلائم قراراته مع طبيعة المسائل المطروحة للمعالجة. إن قدرته على الإبداع ضرورية؛ الشيء الذي يحقق الحتمية المرتبطة عادة بتخصصه. أما فيما يخص الفكرة الثانية؛ يعارض القول بإمكانية القدرة على الوصول إلى عمق الأشياء، فهو يرفض فكرة وجود حقيقة خارجية مستقلة عن الفكر؛ أين يعمل العالم بشدة لإكتشاف خصائصها.

بوانكاريه عبر بصراحة في مدخل قيمة العلم: «هل يوجد النظام الذي يظن العقل البشري أنه يكتشفه في الطبيعة خارج هذا العقل الذي يكتشفه؟ كلا، فلا شك أن الحقيقة المستقلة عن العقل الذي يتصورها، العقل الذي يراها ويحس بها، حقيقة مستحيلة. وإذا ما وجد عالم بمثل هذه الدرجة من الخارجانية، فإنه سيمتنع علينا إدراكه للأبد»[1].

في هذه النقطة بالتحديد يتبنى موفقا قريبا من موقف كانط، بما أنه يرفض الفكرة التي تنص: على أن التجربة يمكنها أن تكشف لنا خصائص حقيقية مستقلة، الحقيقة التي يبحث عنها العالم ويحاول تفسيرها لا تتعلق إلا بموضوع البحث. العالم مضبوط دائما بواسطة مصفاة الفكر واللغة؛ المكان مضبوط دائما، بواسطة مصفاة التصورات الرياضية. لا يمكن الاعتقاد بأن العلم يستطيع أن يعرفنا بالحقيقة في ذاتها، المعارف التي ننتجها هي معارف بالنسبة إلينا، بما أنها تعتمد على الدرجات التي من خلالها نرى العالم.

[1] ــ هنري بوانكاريه : قيمة العلم ، ص 09 .

بوانكاريه لم يكن فيزيائي تجريبي؛ وأهم أعماله كانت حول العلوم العقلية (رياضيات، ميكانيكا سماوية، فيزياء رياضية)، لقد أثبت العديد من النظريات، ولكنه لم يقم بأية تجربة، إلا أن هذا لم يمنعه من توجيه النصائح إلى زملائه التجريبين. الطابع النظري البارز في أعماله العلمية يفسر في جانبه الأكبر رفضه للواقعية الذي صرح به في مناسبات عديدة .

إن الشهادة التي قدمها كامايفلاماريون *Camille Flammarion** في هذا الموضوع بعد وفاة بوانكاريه؛ في مقال عنوانه "هنري بوانكاريه وفكره الفلسفي" تشير هذه الشهادة إلى أن بوانكاريه كان يدافع بوضوح عن موقفه المثالي: «لا يمكن التشكيك في أنه لم يتردد في الإبتسامة أمام الواقعيين، كان يصرح بوضوح أنه مثالي، خاصة عندما يرفض الفكرة القائلة بأن الطبيعة مستقلة عن الفيزيائي»[1]. فلاماريون في ذكرياته يقرب دائما بوانكاريه من الفلاسفة الكلاسيكيين (ديكارت، مالبرانش، ليبنيتز...الخ)، ويؤكد أنه فيلسوف ينتمي إلى المدرسة المثالية المتحفظة؛ التي لا تؤكد شيئا ولا تنفي آخر، وفي المقابل تعتقد أن كل شيء موجود في عقولنا حتى في العلوم الأكثر وضعية، ولا يوجد سوى فرضيات غير مبرهنة وأن الواقع لا يوجد خارجنا.

الموقف المثالي لبوانكاريه مؤكد ولا يمكن التشكيك فيه، لكن المشكل المطروح هو: ما هو مصدره؟ وبمن تأثر بوانكاريه حتى ترك الدوغماتية العلمية للوضعيين من أجل الدفاع عن فلسفة قريبة من الروحانية؟

المؤكد أن هذا الموقف الفلسفي لبوانكاريه، لم يأتي من أعمال علماء الرياضيات من أمثال ريمان وهيلموهلتز، كذلك لم تكن لديه إلا معرفة جزئية بفلسفة كانط. لكن من ناحية أخرى فإن تبنيه الوضعية الروحانية، ومحاربته للحتمية المطلقة، وكذا وضع حدود للمعرفة العلمية، كل هذا يمثل اتجاه فلسفي انتشر في المجتمع الفلسفي الفرنسي في النصف الثاني من القرن 19م. وقد بدأت انطلاقتها في1874 من خلال أطروحة الدكتوراه في الفلسفة بعنوان "احتمالية قوانين الطبيعة" *De la contingence des lois de la nature* مقدمة من طرف إميل بوترو الذي ساهم بصفة خاصة في إنشاء فلسفة تقرب العلوم من

* Nicolas Camille Flammarion: (1842–1925) ، عالم فلك فرنسي .

[1] -MohsenSakari : Poincaré un savant universel, P69

الميتافزيقا، ومن ثمة الإبتعاد عن وضعية أوغست كونت. في سبعينيات القرن 19م ظهر تيار فكري يهتم بمعنى العلم وقيمته، هذا التيار بادر به العلماء لكن أثراه و أكمله أعضاء المجتمع الفلسفي، بوترو كان ممثل رئيسي لهذا التيار الجديد الذي صنف كوضعية روحانية إن شخصية بوترو لها دور مهم فيما يخص مواضعاتية بوانكاريه. رغم عدم وضوح العلاقة الفلسفية بين بوترو وبوانكاريه، إلا أن بينهما علاقات إجتماعية[1]؛ يذكر منها أن بوترو صهر بوانكاريه، وأن بوترو هو من توسط لدى بوانكاريه حتى يقبل المساهمة في مجلة " الميتافزيقا والأخلاق "، يضاف إلى ذلك أن بوترو مهد للكثير من الأفكار الفلسفية لبوانكاريه. وما يؤكد ذلك هو الرسائل المتبادلة بين بوترو وبوانكاريه من جهة، و من جهة أخرى بين بوانكاريه وأعضاء المجتمع الفلسفي الفرنسي.

خـــاتمـــة الفصـــل الأول:

من خلال ما سبق يمكن القول؛ أن النزعة الاستقرائية الممثلة في بيكون ونيوتن ركزت على المنهج الاستقرائي التجريبي، الذي يهدف إلى تعميم النتائج انطلاقا من دراسة حالات جزئية، وهذا ما جعل اليقين العلمي موضع التشكيك خاصة فيما يتعلق بتبرير الاستقراء، الأمر الذي أدى إلى الاستعانة بالمنهج الفرضي الاستنتاجي، وهذا ما فعله نيوتن فأوقعه في تناقض بين ما يقوله وما يفعله.

إن التناقضات التي أفرزتها النزعة الاستقرائية في فلسفة العلم، فتحت الباب على انتقادها وتقويض أسسها؛ بوصفها نظرية في المنهج العلمي، وهذا يعني انعدام الثقة في الاستقراء كوسيلة لفهم وتفسير الظواهر.

كذلك الانتقادات التي وجهت إلى النزعة الاستقرائية من طرف دوهايم وبوبر بينت مدى إفلاس هذه النزعة. وهذا كان من بين الأسباب التي أدت إلى انقلاب جذري في رؤية العلماء للعلم والمنهج العلمي، إن الإستقراء التجريبي الذي كان يعتبر المنهج الوحيد للعلم، لم يعد كذلك؛ إذ أصبح الاستقراء لا بد و أن يقترن بالاستنتاج الرياضي. وبعد أن كانت الملاحظة أول خطوات الإستقراء أصبحت لا بد وأن يوجه بفكرة مسبقة أو بفرضية. وبعد أن كانت التجربة الحاسمة بالمفهوم البيكوني وسيلة للتحقق من صحة

[1]ـMohsenSakari : Poincaré un savant universel, P P : 70, 71 .

الفرضيات، وللفصل بين النظريات العلمية، أصبحت التجربة ما هي إلا وسيلة لمعرفة النظريات الملائمة والبسيطة؛ أي أن معيار قبول النظرية العلمية ليس التحقق التجريبي وإنما هو ما مدى الملائمة ويسر النظريات مقارنة بالنظريات الأخرى.

وأخيرا لنزعة المواضعاتية قدمت نفسها كبديل لملء الفراغ الناتج عن إفلاس النزعة الاستقرائية خاصة، وأن الثورات التي حدثت في مختلف العلوم تتطلب تفسيرا ينسجم مع متطلبات تلك الثورات، ونقصد هنا بالتحديد الثورة التي حدثت في الرياضيات بعد اكتشاف الهندسات اللاإقليدية والتي غيرت الكثير من المفاهيم، وكذا الثورة التي حدثت في مجال الفيزياء وأفضت إلى ظهور نظريات حديثة تختلف في بنيتها على الفيزياء النيوتنية.

وعليه ما هو تفسير المواضعاتية للتحولات والتي عرفتها العلوم بصفة عامة والعلوم الصورية بصفة خاصة؟.

الفصل الثاني

النزعة المواضعاتية في فلسفة العلوم الصورية

أولا : أزمة الأسس وظهور الهندسات اللاإقليدية:

1 - أساس الهندسة الإقليدية

2. الهندسات اللاإقليدية

3. فلسفة بوانكاريه في الهندسة

ثانيا: أزمة الأسس و تحسيب التحليل

1. انهيار فكرة الاتصال في التحليل

2. تحسيب التحليل و تعميم العدد

3. أزمة مبادئ الرياضيات

4. وظيفة الحدس في الرياضيات عند بوان كاريه

ثالثا: طبيعة الاستدلال الرياضي عند بوانكاريه

النزعـــة المواضعاتيـــة في فلسفـــة العلـــوم الصوريـــة :

أولا: أزمـــة الأســـس وظهـــور الهندســـات اللاإقليديـــة:

1 – أســـاس الهندســـة الإقليديـــة:

تساءل "بوانكاريه" عن القواعد الأساسية للهندسة، وعن أصلها وطبيعتها[1]، لكن الإجابة عن هذه الأسئلة تستدعي الرجوع إلى مدونة اقليدس في كتابه "الأصول"، حيث تجلى أول نسق هندسي استنباطي أو أكسيوماتيكي عرفته الحضارة الإنسانية[2]، وبه وصلت الرياضيات إلى أعلى درجات اليقين، وأصبحت نموذجا لقياس الدقة واليقين في مختلف العلوم الأخرى. والاكسيوماتيك جملة الأسس والمبادئ الموضوعة في بداية أي علم استنتاجي[3]. وفي المعنى الخاص الاكسيوماتيك نظام قضايا صورية، مثل مبادئ الأسس لبناء فرض استنتاجي[4]، وهو أيضا نظام صوري وتركيبي لمجموعة من القضايا.

في هذا يقدم أقليدس في كتاب "العناصر" الحساب والهندسة على شكل أكسيوماتيكي[5]، فيبدأ نسقه هذا بتعريف بعض المفاهيم الهندسية، كمفهوم النقطة التي يقول عنها بأنها غير قابلة للقسمة، أو الخط الذي هو عبارة عن طول لا عرض له. إلا أن اقليدس لم يضع تعريفا لكل الحدود والمفاهيم التي يستخدمها في بناء النسق، وكلما حاولنا تقديم تعريف جديد تستخدم فيه الحدود السابق تعريفها والحدود اللامعرفة[6].

ينتقل اقليدس بعد ذلك إلى مبادئ النسق، وهي مجموعة من القضايا اللامبرهنة توضع كمنطلق لقضايا أخرى مبرهنة، وهذه المبادئ هي المسلمات والبديهيات:

---

[1] ــ Henri Poincaré : dernières pensées , Flammarion ,1908 , p108.

[2]– محمود فهمي زيدان: أزمة اليقين في الرياضيات والمنطق، مجلة الفكر المعاصر ، عدد97 ، القاهرة ، سبتمبر 1971، ص85.

[3]– أندريه لالاند : موسوعة لالاند الفلسفية ، المرجع السابق ، ص126.

[4]Paul Foulque : dictionnaire de la langue philosophique, Ibid ,P 66 .

[5] ــ Nicolas Perrier : Grand dictionnaire de la philosophie , Ibid , p 90.

[6]–محمد محمد قاسم:نظريات المنطق الرمزي ، دار المعرفة الجامعية ، مصر ، (د ط) ، 1991 ، ص125.

أ ــ **المسلمـــات:** قضايا خاصة تختلف من نسق إلى آخر، وعددها خمسة يضعها الرياضي و يطلب منا التسليم بصحتها .

2 ــ يمكن رسم خط مستقيم بين نقطتين .

3 ــ يمكن رسم دائرة بأي مركز و بأي قطر .

4 ــ كل مستقيم غير منتهي .

5 ــ كل الزوايا القائمة متساوية .

6 ــ إذا قطع خط مستقيم مستقيمين آخرين بحيث يكون مجموع الزوايتين الداخليتين الموجودتين من جهة واحدة أقل من قائمتين ، فإن المستقيمين المذكورين يلتقيان إذا امتدا من جهة هاتين الزاويتين (وتسمى بمسلمة التوازي) .

ب ــ **الأصـــول الموضوعـــة أي البديهيـــات:** هي قضايا واضحة أي أنها لا تحتاج إلى برهان، وتفرض نفسها على العقل ، لأن إنكارها يؤدي إلى الوقوع في تناقض، و قد قبل اقليدس 28 قضية من هذا النوع منها:

1 ــ الكل أكبر من الجزء .

2 ــ المساواة متعدية إذا كانت مثلا أ=ب ، و ب= جـ فإن أ=جـ[1].

والفرق بين المسلمات والبديهيات كما هو ملاحظ في درجة التعميم والوضوح، فالبديهيات تختص بالمفاهيم أي تلك التي تتعلق بالنسق الهندسي وحده. ضف إلى ذلك أنها أكثر وضوحا من المسلمات.

وعلى أساس هذه الأنواع الثلاث من المبادئ أو المقدمات يشتق اقليدس القضايا المبرهنة، ويتم البرهنة على صحتها باعتبارها مستنبطة من المبادئ الأولية، وذلك من خلال ثماني خطوات نذكر منها: 1- ذكر منطوق القضية، 2- إعادة المنطوق مع

1-Jean Daniel voelke :renaissance de la géométrie non euclidienne entre 1860 et 1900 , Peter Lang sa éditions scientifique , bern , 2005 p17

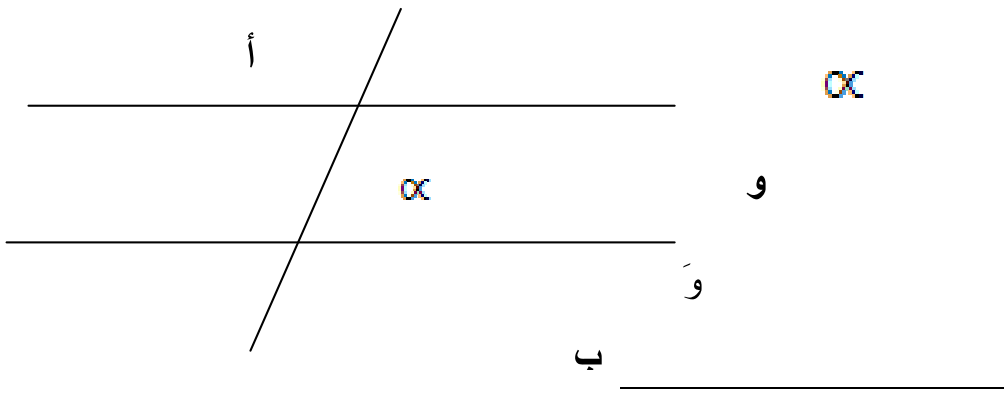
الاستعانة بشكل مرسوم، 3- افتراض التسليم بصحة القضية، 4- ثم الأشكال الإضافية أو إسناد الأعمال... وتنتهي العملية بإعلان النتيجة[1].

ومن بين المبرهنات التي يقدمها اقليدس أن مجموع زوايا المثلث يساوي180° وهي المبرهنة رقم 17 من بين 20 مبرهنة. وقد كانت وراء أزمة الأسس التي ظهرت في الهندسة حيث أن هذه المبرهنة تعتمد على المسلمة الخامسة (مسلمة التوازي) التي أثير حولها الشك[2]، الشيء الذي جعلها غير واضحة مثل باقي المسلمات.

فما هو محتوى هذه البرهنة ؟

قبل تقديم هذه المبرهنة لا بد من الإشارة إلى نظرية هامة حول الشروط الواجب توافرها لكي لا يتقاطع خطان مستقيمان، نعتبر خط مستقيم (ه) يقطعه خط مستقيم آخر (و) عند النقطة (أ) بزاوية ∝، ونعتبر أن الخط (ه) يتقاطع أيضا عند النقطة (ب) مع خط آخر (و) بزاوية قدرها ∝، لكي يتم إثبات أن الخطين (و)، (وَ) المرسومين على هذا النحو لا يمكن أن يلتقيا، فكيف يمكن إثبات ذلك؟

على افتراض أنهما يلتقيان عند النقطة (ج) على يمين (ه)، ومن ثمة يكون قد تشكل مثلث أ ب ج، وباستخدام النظرية القائلة بأن الزاويتين القائمتين هما زاويتان متطابقتان، بمكن أن يلاحظ انه لا بد أن يكون هناك مثلث آخر أَ بَ جَ على يسار الخط (ه)، وأن يكون هذا المثلث متطابقا مع المثلث أ ب ج، وعلى هذا فإن الخطين (و) و(وَ) إذا التقيا عند نقطة على أحد جانبي الخط (ه) فلا بد أن يلتقيان أيضا على جانب الآخر، ولكن هذا مستحيل إذ ستكون هناك نقطتان ج، جَ يصل بينهما خطان مستقيمان (و)، (وَ) وعلى هذا فإن الخطين و، وَ لا يمكن أن يلتقيا، والشكل التالي يوضح ذلك :

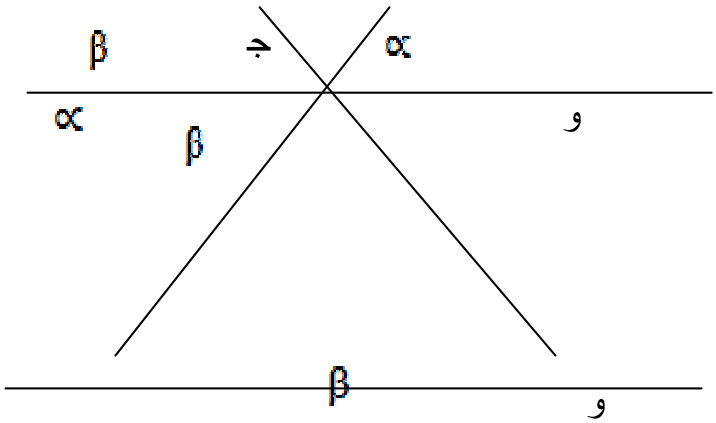


[1] Ibid p18

[2] ــ محمد عابد الجابري : مدخل إلى فلسفة العلوم ، ص 75 .

كيف يمكن الآن إثبات أن مجموع زوايا المثلث يساوي180°؟ لاحظ أن البرهان السابق لم يبين الخطين (و) و(وَ)، لا يمكن أن يلتقيا في حالة واحدة فقط هي أن الخطين يقطعان الخط ه بنفس الزاوية ∝ . والخط وَ يمكنه أيضا أن يقطع ه بزاوية ∝ (لا تساوي زاوية التقاطع ∝ للخطين و، ه)، ومع ذلك فإن و، وَ قد لا يلتقيان. ولكي تستنبط النظرية الخاصة بمجموع زوايا المثلث، لابد على أية حال أن يستخدم الفرض بأن الحالة الوحيدة التي لا يتلاقى فيها الخطان و، وَ هي عندما يقطعان خطاً مثل ه بنفس الزاوية ∝. وعندئذ يمكن القول إن وَ "متوازي" مع و. والفرض المشار إليه يسمى «بديهية اقليدس» أو «بديهية المتوازيات». وتنص هذه على أن هناك خطا مستقيما واحدا فقط وهو وَ يمكن رسمه من النقطة ب الواقعة خارج الخط المستقيم، بحيث يكون الخطان "متوازيين". وكل من الخطين و ، وَ يقطعان الخط ه بنفس الزاوية ∝ 0 .

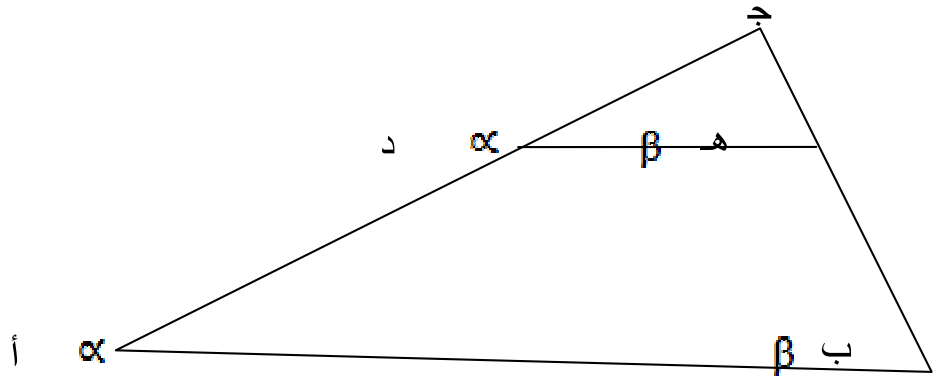
يمكن الآن إثبات النظرية الخاصة بمجموع زوايا أي مثلث. اعتبر المثلث أ ب جـ ، وأرسم خطا موازيا لقاعدته أ ب مارا برأسه جـ . بما أن ويوازي وَ، فإن أ جـ يقطع و، وَبزاويتين متطابقتين β . كما هو موضح في الشكل2 وبما أن وَ خط مستقيم فإن مجموع الزوايا δ +∝+β =180° أي بزاويتين قائمتين. ولكن هذه هي نفس الزوايا في المثلث، وعلى هذا فإنه بالنسبة لأي مثلث فان مجموع زواياه سوف يساوي δ +∝+β =180° كما للزاويتين القائمتين. ومن الواضح أن هناك حاجة إلى استخدام بديهية أقليدس لكي تتحقق هذه النتيجة. وقد أثبت أولا أنه إذا قطع خطان و ، وَ لا يمكن أن يتلاقيا. و لكن في هذا البرهان قد استخدمت النظرية القائلة بأنه إذا لم يتلاق خطان و، وَ فإنهما يجب أن يقطعا خطا ثالثا بنفس الزاوية. وإلا فإن خطا آخر وً يمكنه أن يقطع ه بزاوية مختلفة ومع ذلك لا يلتقي أبدا مع و. ولكي ينفي هذا الاحتمال يجب أن تستخدم "بديهية أقليدس": الخط وَ الذي يقطع الخط ه بنفس الزاوية مثل الخط و الخط الوحيد الذي لا يمكن أن يلتقي بالخط و.



الشكـــل 02

وهذه النقطة هامة جدا فالنظرية القائلة بأن مجموع زوايا المثلث180° تفترض مسبقا بديهية أقليدس. هي تلعب دورا معينا لأسباب مختلفة. وسوف يلاحظ أنه إذا لم تكن هذه البديهية مقبولة فإن القانون الخاص بمجموع زوايا المثلث لن يكون وحده هو الذي سينهار، ولكن جانبا كبيرا جدا من الفكرة التي نحملها عن الكون سوف تنهار أيضا. لقد سبق أن ذكر المفهوم القائل بأن كل شكل توجد له أشكال مشابهة. ومن السهل إثبات ذلك بافتراض بديهية أقليدس، اعتبر المثلث أ ب جـ. ومن النقطة د الضلع أ جـ ارسم موازيا للقاعدة أ ب بافتراض صحة بديهية التوازي، فإن زاويتي القاعدة في المثلث الصغير جـ د هـ، تكونان متساويتين على الترتيب مع زاويتي القاعدة في المثلث الكبير جـ أ ب. وبما أن مجموع زوايا أي مثلث 180°، وبهذا نحصل على مثلث صغير جـ د هـ له نفس زوايا المثلث الكبير جـ أ ب . والمثلثان لهما نفس الشكل[1]. ولكنهما يختلفان في الحجم. وإذا كانت بديهية التوازي سواء غير معروفة بأنها صحيحة أو معروفة بأنها غير صحيحة فإنه لا يمكن أن يتحصل على هذا البرهان. و من ثم فإن كانت بديهية التوازي غير صحيحة فإنه لا يمكن إثبات وجود الأشكال المتشابهة. وكل من هذين الشيئين يلغي أحدهما الآخر.

[1] ــ المرجع السابق ، ص.ص 91 92 .

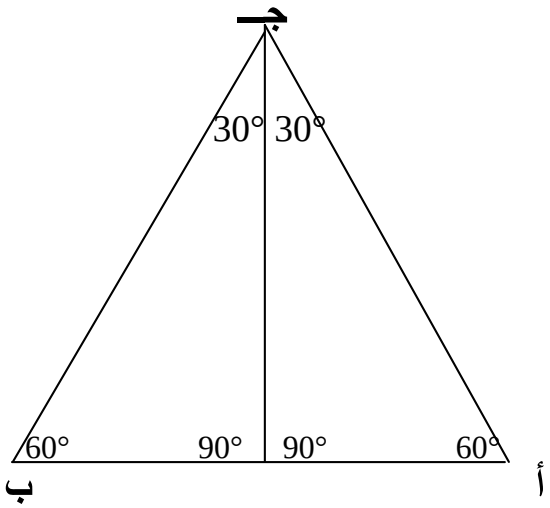


الشكـــل 03

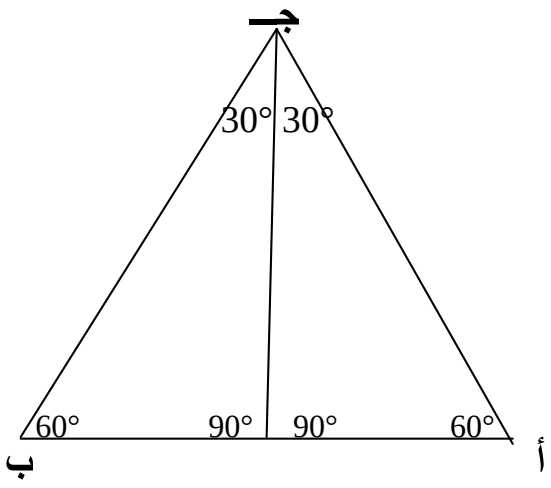
هل يمكن إثبات أن بديهية التوازي صحيحة؟ من الواضح أنه لا يمكن ذلك وإلا لما كانت بديهية. ومن المنطقي عندئذ أنه يمكن وضع بديهية مختلفة. فإذا كان مجموع زوايا المثلث لا يساوي 180° فما الذي يترتب على ذلك؟ هناك أمر يمكن أن يتضح دون حساب يذكر. على افتراض أن مثلثا متساوي الأضلاع أ ب جـ، فإذا كان مجموع زوايا المثلث 180° فإن الزاوية أ ب جـ = 60°. وعند قسمة المثلث إلى جزأين متساويين بأن يسقط منتصف الزاوية من الرأس جـ. والسؤال الآن هو: هل مجموع الزوايا في كل من المثلثين الصغيرين هو نفس المجموع في المثلث الكبير؟ والإجابة هي نعم لأن 60°+30°+90°=180°. وعلى افتراض أن مجموع الزوايا في مثلث ليس180°، فسوف تكون مجموع الزوايا في أي من المثلثين الصغيرين يختلف تماما عن هذا المثلث الكبير. على افترض مرة أخرى آن مثلثا متساوي الساقين حيث زاوية القاعدة =60° وأن مجموع زواياه المثلث هو160°، فتكون أ جـ ب= 40°.

فإذا قسم هذا المثلث إلى جزأين متساويين نصف الزاوية جـ على القاعدة أ ب فسوف يتضح أن مجموع الزوايا في كل من المثلثين الصغيرين يساوي 170°. وإذا استمرت هذه العملية فسوف يتضح أن مجموع الزوايا في المثلث الصغير يقترب من 180° كلما صغر حجم المثلث[1] .

[1] ــ المرجع السابق ، ص 93 .



الشكـــل 04



الشكـــل 05

وفي حالة ما يكون مجموع الزوايا الثلاث أقل من 180°، فبدلا من أن يذكر هذا المجموع يذكر الفرق بينه وبين 180° وهو ما يسمى "الخلل" (*défet*) أي أن الخلل [180−(δ+β+α)]. ففي المثلث الكبير يكون الخلل20°، أما الخلل في كل من المثلثين الصغيرين فهو 10° فقط. وهناك علاقة بسيطة بين مساحة المثلث والخلل في المثلث. فمساحة كل من المثلثين الصغيرين في المثال السابق هي نصف مساحة المثلث الكبير. والخلل في كل من المثلثين الكبيرين هو نصف الخلل في المثلث الكبير. ويقترب الخلل من الصفر في المثلثات الصغيرة جدا يكون الحال كما لو كانت بديهية اقليدس صحيحة. ويمكن إثبات ذلك بطريقة عامة جدا، وقد تمت الإشارة هنا فقط لبعض الأمثلة لتوضيح ذلك. فإذا لم تكن بديهية اقليدس صحيحة فلن تكون هناك مثلثات متشابهة، ولكن حال المثلثات الصغيرة سيكون مختلفا عن حال المثلثات الكبيرة .

ولهذا السبب سوف يكون من الصعب جدا أن تستخدم القياسات للتدقيق فيما إذا كان مجموع الزوايا هو عموما 180°[1].

ولما كانت هذه المسلمة تفترض أن الخطين المتوازيين، لا بد و أن يمتد إلى ما لا نهاية فإن نقطة التلاقي –لو كان مجموع الزاويتين الداخليتين أقل من 180°– قد تكون من البعد بحيث أنه لا يمكن التأكد من صدقها الواقعي، أي أن التجربة أو الخبرة لا تساعد

[1] ــ المرجع السابق، ص 94 .

على التحقق منها، وقد قدمت محاولات كثيرة للبرهنة على صحتها، ولعل أهم تلك المحاولات هي التي تقول أن جميع مسلمات اقليدس تستعصي عن الخبرة ، فلماذا قبلنا تلك المسلمات وتم التشكيك في المسلمة الخامسة ؟ ألا يمكن أن تقبل كما هي دون الحاجة إلى أي برهان؟[1].

هذا البرهان رغم وجاهته إلا أنه فتح باب التشكيك في بقية المسلمات الأخرى، ضف إلى ذلك أنه لم يكن كافيا لإثبات صحة المسلمة.

هذا ما دفع البعض إلى محاولة إثبات المسلمة عن طريق البرهان بالخلف، وأشهر محاولة هي التي قام بها كل من نصير الدين الطوسي والقس الإيطالي جيري لامو ساكيري، الذي جاء بما اعتقد أنه برهانا لها فكان إيذانا بظهور الهندسات اللاإقليدية، وينص هذا البرهان على أن عدم استطاعة إثبات بطلان المسلمة يتضمن في ذاته صحتها. وذلك قبل المبرهنات الإقليدية الأخرى والتي تعتمد على المسلمة الخامسة، ثم بعد ذلك امتحن النتائج التي تنتج عن القول ببطلان تلك المسلمة فلجأ إلى الشكل أ.ب.ج الذي يتساوى فيه أ د . ب ج و يسقطان عموديا على أ ب. ثم امتحن الفروض الثلاثة الممكنة والناجمة عن القول بأن الزاويتين جˆ دˆ قائمتان أو حادتان أو منفرجتان (وهذا منطوق المسلمة عند الطوسي)، وتلك الفروض الثلاثة تقابل القول بأن مجموع زوايا المثلث يساوي قائمتين أو أقل أو أكثر من قائمتين، وبرفض ساكيري الفرضيتين الأخيرتين لتناقضهما مع المسلمات الإقليدية الأخرى مبقيا الفرض الأول نظرا لاستحالة إثبات بطلانه الذي يتضمن صحة المسلمة الخامسة[2]. فالبرهان بالخلف إذن هو عدم استطاعة استنتاج نقيض المسلمة الخامسة من المسلمات والمبرهنات الأخرى المقبولة. وعليه فإن هذه المحاولة باءت بالفشل ذلك أنها لم تثبت صحة المسلم وإنما حاولت إثبات استحالة النقيض، وفي هذا يقول بوانكاريه: "المسلمة الإقليدية لا يمكن البرهنة عليها، وهذه الاستحالة مؤكدة تماما كأي حقيقية رياضية... لقد تعودنا على تناقضات الهندسة الإقليدية، الكثير ذهبوا إلى الشك في المسلمة وتساءلوا إذا كان الفضاء الحقيقي هو سطح مستوي كما افترضه

[1] ــ صلاح محمود عثمان : االإتصال و اللاتناهي بين العلم و الفلسفة ، ص88 .

[2] ــ محمد ثابت الفندي ، فلسفة الرياضة ، ص ص 54 55

اقليدس، أو أنه منحني قليلا، اعتقدوا أن التجربة يمكنهم أن تمنحهم جوابا عن هذا السؤال، هذا جهل تام بطبيعة الهندسة، التي هي ليست علما تجريبيا"[1].

بوانكاريه يرفض المحاولات السابقة للبرهنة على المسلمة الخامسة لأنها اعتمدت على الخبرة أو التجربة ، وباللجوء إلى الأشكال المرسومة. فنجد أن هذه الأشكال مهما كانت كبيرة إلا أنها لا تعبر عن الواقع الحقيقي ذلك أن القضايا تستعصي عن الخبرة المباشرة وأن الهندسة لا يمكن أن تستند إلى التجربة في إثبات قضاياها وهذا ما أدى إلى فشل المحاولات المتكررة للبرهنة على صحة المسلمة. "ولا طالما تكلفنا كذلك من دون جدوى البرهنة على المسلمة المعروفة باسم مصادرة اقليدس وإنه لا يعسر علينا تخيل الجهود التي صرفت في ذلك الأمل والوهمي"[2].

ومع بداية القرن 19 م شعر الرياضيون بأن الوقت قد حان كي يتوقفوا عن محاولة البرهنة على صحة هذه المسلمة، نظرا لفشل المتكرر في كل محاولة، الشيء الذي سيؤدي إلى افتراض إن كان قيام هندسة غير إقليدية تكون فيها المسلمة الخامسة خاطئة.

ولذلك سمي الجزء الذي لا يعتمد على المسلمة الخامسة في هندسة اقليدس بالهندسة المطلقة *Absolue*. هذا الجزء يتضمن الثماني والعشين من المبرهنة الأولى ويعتمد بالضرورة على المسلمات الأربعة الأولى في النسق، وبإضافة المسلمة الخامسة تمتد الهندسة المطلقة داخل نطاق الهندسة الإقليدية، أما إنكارها وإثبات نقيضها فيؤدي إلى ما أصبح يسمى بالهندسة اللاإقليدية.

2 ــ الهندســات اللاإقليديــة : *Les géométriques non- euclidienne*

أ ــ هندســة لوباتشوفيسكــي: وتسمى أيضا بالهندسة المقعرة *La géométrique hyperbolique* التي نشرها في كتابه سنة 1835 وكانت نتيجة استبدال المسلمة الخامسة بفرض الزاوية الحادة التي قال بها كل من الطوسي وساكيري. ولكن نظرة لوباتشوفيسكي كانت مختلفة عنهما، فقد كان ساكيري يأمل أن يستنتج تناقضا من هذا الفرض البديل ومن ثم يبرر ما جاء به اقليدس، أما لوباتشوفيسكي فقد نظر إلى هذا

[1] _ Henri Poincaré : dernières pensées ,Op-Cit , p 108 .

[2] ــ هنري بوانكاريه : العلم والفرضية ، ص 116 .

الافتراض كأحد بديهيات الهندسة البديلة لهندسة إقليدس[1]. فالبرهان بالخلف قد أفضى إلى نتائج صحيحة ولم تعد المسلمة الخامسة كما ينظر إليها على أنها مشتقة من البديهيات الأخرى، وهذا ما أكد عليه بوانكاريه في قوله: "لو أمكن استنباط مصادرة اقليدس من البديهيات الأخرى للزم عن ذلك بداهة أنه إذا ما نفيناها و سلمنا ببقية البديهيات لآل بنا ذلك إلى نتائج متناقضة ولكان –تبعا لذلك– من المحال تأسيس هندسة متناسقة على مثل تلك المسلمات وذلك هو بالضبط ما فعله لوباتشوفيسكي"[2].

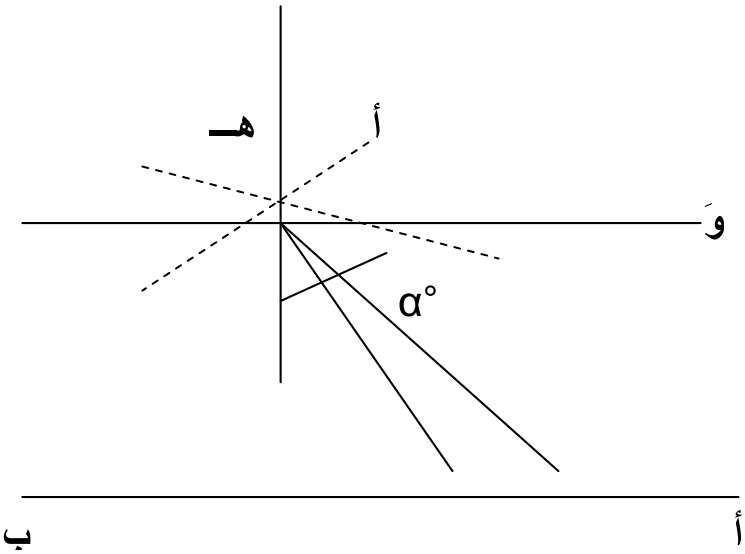
على خلاف هندسة اقليدس فإن هندسة لوباتشوفيسكي تفترض من نقطة خارج مستقيم يمر أكثر من متوازي، على الرغم من أن لوباتشوفيسكي أبقى عل بقية البديهيات إلا أنه يستطيع أن يستنبط مبرهنات لا تقل تماسكا عن مبرهنات اقليدس من الناحية المنطقية، أين يكون مجموع زوايا المثلث أقل من قائمتين دائما. وهذا يختلف اختلافا كبيرا عن ما ألفناه في هندسة اقليدس[3]، ويمكننا أن نصنف النتائج المترتبة عن مسلمة لوباتشوفيسكي على النحو التالي لنرسم خطا مستقيما (و) ولتعتبر النقطة أخارج هذا المستقيم (كما هو الشكل) ولنرسم خطا مستعرضا (هــ) يمر خلال (أ) ويتعامد مع (و) ثم خطا مستقيما وَيصنع زاوية 90° مع (هــ)، و و على هذا فإن (وَ) لن يلاقي (و) وإذا رسمنا من النقطة (أ) خطوطا مستقيمة تصنع معها (هــ) زوايا أكثر فأكثر. ففي البداية سوف تتقاطع هذه الخطوط مع الخط (و) في النهاية سوف يصل إلى خط يقطع زاوية محددة مع α مع الخط المستعرض (هــ) بحيث يكون أول خط لا يتقاطع مع أن تكون α أقل من 90° والخط الذي يضع هذه الزاوية مع (و) يسمى موازيا للخط (و)[4] .

[1] ــ دونالد جيليز : فلسفة العلم في القرن العشرين ، 258 .

[2] ــ هنري بوانكاريه : العلم والفرضية ، ص 116 .

[3] ــ المصدر نفسه ، ص 117 .

[4] ــفليب فرانك : الصلة بين العلم والفلسفة ، ص 96 .

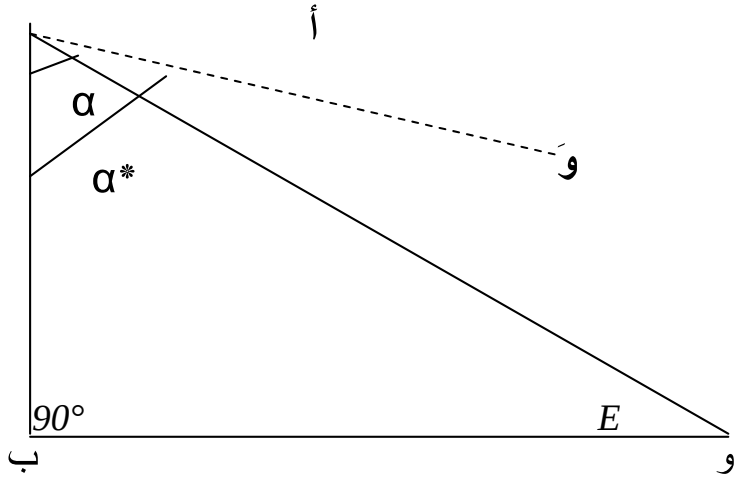


مع العلم أنه في هندسة لوباتشوفيسكي هناك فرق بين الخطوط المتوازية والخطوط غير المتقاطعة فكل الخطوط التي تشملها الحزمة حول (وَ) تسمى خطوط غير متقاطعة. أما الخطوط التي تغلف هذه الحزمة فهي وحدها التي تسمى خطوطا متوازية، وهناك في هندسة لوباتشوفيسكي خط مواز على يسار الخط المستعرض (هـ)، كما أن هناك خطا موازيا آخر على يمينه، ومن ثم فإن من خصائص هندسة لوباتشوفيسكي أن هناك أكثر من خط مواز لخط (و) وليس خطا واحدا فقط و كل الخطوط الواقعة بين هذين الخطين هي خطوط غير متقاطعة أي أنها لا تقطع الخط (و)[1].

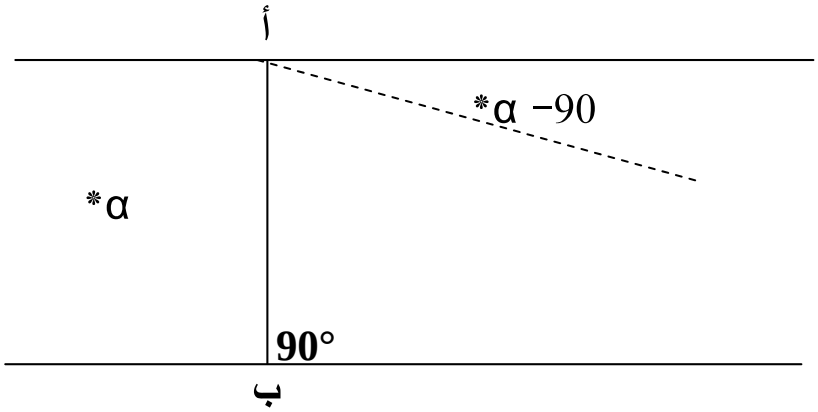
أما فيما يخص البرهنة على أن مجموع زوايا المثلث أقل من قائمتين فهي على النحو التالي: إذا اعتبرنا خطا مرسوما من نقطة (أ) بحيث يضع مع (أ ب) زاوية أصغر α فإن هذا الخط سوف يقطع إذن الخط (و) أن تتخير هذا الخط بحيث يضع زاوية α=–*– أصغر قليلا من α* مثل هذا الخط و بزاوية E وهي زاوية صغيرة جدا بقدر ما ومن ثم نرى أن هناك مثلثات يكون مجموع الزوايا فيها أقل من 180° حيث أن α* أصغر من 90° وأن E يمكن أن تكون صغيرة إلى القدر الذي نريده بمدلول الخلل، ففي المثال المذكور نجد أن الخلل =180°–90°–(E+α)=90–(E+α) وبما أننا رسمنا الخط الخارج من نقطة (أ) بحيث يكون موازيا تقريبا للخط (و)، كما أن كل من E,α منتهيان في الصغر.

[1] ــ المرجع السابق ، ص 97 .

كيف لنا أن نعرف مقدار (90°–α*)؟ من الواضح أن بديهية لوباتشوفيسكي لا تحدد قيمة الزاوية α* التي يصنعها "الخط الموازي" مع الخط وهناك عدد لا يحصى من البديهيات تندرج تحت اسم «بديهية لوباتشوفيسكي» والخط الموازي للخط و أي وَ وفي الشكل التالي و قد يكون متعامدا مع أ . جـــ



كما أنه يمكن أن يصنع مع أب أي زاوية، ولنا الحرية أن نحدد مسبقا قيمة الزاوية α* بالنسبة لكل مسافة محددة (أ ب) بين النقطة أ والخط و، وفي الواقع أن هناك قالبا خاصا لبديهية لوباتشوفيسكي يناظر كل قيمة نختارها للزاوية α* فإذا أردنا هندسة تختلف قليلا عن الهندسة الإقليدية فإننا نختار الخلل (90°–α*) بحيث يكون صغيرا، إذا أردنا هندسة مختلفة تماما فإننا نختار هذا الخلل بحيث يكون كبيرا[1].



[1] ــ المرجع السابق ، ص 98 .

أما فيما يخص النسبة بين محيط الدائرة1 وقطرها ينبغي أن تكون أكبر من π أي أكثر من3,14[1]على خلاف الهندسة الإقليدية أين تكون النسبية بين المحيط والقطر= π.

وعليه فإن لكل سطح سواء كان إقليديا أو لا إقليديا مقياس للانحناء والسطح اللوباتشوفيسكي يكون دائما سالبا وثابتا[2].

ولا جدوى في تعدد تلك الأمثلة، إذ إن قضايا لوباتشوفيسكي لا قرابة لها البتة مع قضايا اقليدس، غير أنها لا تقل عنها تماسكا من وجهة نظر منطقية[3] .

ب ــ هندســة ريمــان (الهندســة الناقصيــة) *La géométrique elliptique*

لم تعرف الهندسة اللاإقليدية على نطاق واسع إلا بعد ما نشر ريمان أعماله حيث أنه تبنى موقفا مختلفا تماما عن موقف لوباتشوفيسكي من هندسة اقليدس[4] .

«وبذلك تكون هندسته كروية تمتد على أقطار ثلاثة، لقد اضطر هذا الرياضي الألماني لبناء تلك الهندسة، لا إلى أن يتخلى عن مصادرة اقليدس فحسب بل كذلك عن البديهية الأولى، القاضية بأنه لا يمر من نقطتين إلا مستقيم واحد»[5]. فلم تعد المسلمة الخامسة لاقليدس هي الوحيدة المشكوك في صحتها، بل امتد الشك لباقي المسلمات لينتهي باستبدال أكثر من مسلمة حتى يمكن الوصول إلى هندسة لا تختلف عن هندسة اقليدس فقط وبل على هندسة لوباتشوفيسكي أيضا.

وفي هندسة ريمان لا توجد خطوط متوازية، فكل الخطوط المستقيمة تتقاطع مع بعضها البعض وهي لا تمتد إلى ما لا نهاية، ضف إلى ذلك أنه من الممكن أن يوجد أكثر

---

[1]– رودولف كارناب : الأسس الفلسفية للفيزياء ، ترجمة : السيد نفادي ، دار الثقافة الجديدة ، القاهرة ، (د.ط) 2003 ، ص 166.

[2]– نفس المرجع، ص 166.

[3]– هنري بوانكاريه : العلم والفرضية، ص 117.

1-Jean daniel voelke :renaissance de la géometrie non euclidienne entre 1860 et 1900 Ibid p44

[5]– هنري بوانكاريه : العلم والفرضية، ص118.

من خط مستقيم يربط بين نقطتين[1]، وهذه نقطة اختلاف أخرى عن هندسة اقليدس، أين يكون الرابط بين نقطتين هو خط مستقيم واحد فقط .

إذ أن هندسة لوباتشوفيسكي ترى بإمكانية رسم ما لا نهاية من المتوازيات من نقطة خارج مستقيم ، ذلك أن الخطوط المستقيمة في السطح المستوي تناظرها دوائر كبيرة الحجم في السطح الكروي، والخط المستقيم عبارة عن جزء من الدائرة الكبيرة، ويمكن الحصول على منحنيات الدوائر الكبيرة عن طريق تقطيع الجسم الكروي مثلما هو الحال بالنسبة لخطوط الطول ودوائر العرض في الكرة الأرضية، أين تلتقي خطوط الطول في القطب الشمالي وفي القطب الجنوبي لذلك لا يمكن الحديث عن خطوط متوازية[2].

وبما أن السطح كروي الانحناء به موجب، فإن مجموع زوايا المثلث أكبر من قائمتين.

ويمكن أن يلاحظ بسهولة في سطح كروي أن نسبة محيط إلى قطرها في المكان تقل دائما عنπ[3] .

ويمكن توضيح الفرق الكبير بين الهندسات الثلاثة السابقة على النحو التالي:

أولا: – بالنسبة لمجموع زوايا المثلث مساوي لقائمتين في هندسة اقليدس.

– أقل من قائمتين في هندسة لوباتشوفيسكي.

– أكبر من قائمتين في هندسة ريمان.

ثانيا: – بالنسبة لعدد المتوازيات التي يمكن رسمها من نقطة خارج مستقيم.

– في هندسة اقليدس خط موازي واحد فقط.

– في هندسة ريمان لا يمر أي متوازي.

ثالثا: – بالنسبة لدرجة انحناء المكان.

– يساوي الصفر في هندسة اقليدس.

– أقل من الصفر في هندسة لوباتشوفيسكي .

– أكبر من الصفر في هندسة ريمان .

2-Jean daniel voelke :renaissance de la géometrie non euclidienne entre 1860 et 1900 Ibid p45

[2]– رودولف كارناب ، المرجع السابق ، ص161.

[3]– المرجع نفسه ، ص 164.

رابعا: – أما فيما يتعلق بنسبة محيط الدائرة إلى قطرها .

– يساوي π في هندسة اقليدس .

– أكبر π من في هندسة لوباتشوفيسكي .

– أقل π من في هندسة ريمان .

وبأسلوب جد تعليمي، بوانكاريه يعرض كيف يكون بالإمكان إنشاء هندسات خالية من التناقض غير هندسة اقليدس، وانطلاقا من مقدمات منطقية مختلفة[1] (هندسة لوباتشوفيسكي وهندسة ريمان)، إذ أن هذه الهندسات أنشئت ولا تتضمن أي تناقض في سلاسل الاستنتاج الكثيرة التي أثبتت ، في حين يبقى هناك اعتراض وهو ما الذي يضمن عدم وجود تناقض في حالة استمرار الاستنتاج إلى حد غير منتهي؟.

بوانكاريه رد على هذا الاعتراض بتوضيح يفصل فيه بين هندسة ريمان و هندسة لوباتشوفيسكي.

بالنسبة للأولى: هذا الاعتراض ليس له أي دليل، إذا حصرنا هذه الهندسة في الهندسة ذات البعدين ، لأنه لا فرق بين الهندسة الكروية ، و فرع الهندسة العادية[2] « بعض المساحات في الفضاء الإقليدي ذات انحناء موجب و يمكنها أن تغير شكلها بصفة تجعلها تنطبق على الكرة»[3] ، وتبعا لذلك تعود هندسة هذه المساحات إلى الهندسة الكروية و هي هندسة ريمان[4].

أما بالنسبة للثانية: فإن رد الاعتراض كان بواسطة أعمال بلترامي في المساحات ذات الانحناء الثابت، بعد أن رد هندسة لوباتشوفيسكي إلى هندسة ذات بعد، أي جعلها فرعا من فروع الهندسة العادية، حيث يقول بوانكاريه: « والنوع الآخر انحناء سالب وقد بين السيد بلترامي* أن هندسة تلك المساحات هي هندسة لوباتشوفيسكي، وهكذا ترتبط

---

[1] _ Laurent Rollet : Henri Poincaré , des Mathématique a la philosophie , centre d'Etudes et de recherche Henri Poincaré , France ,1999 , p 44

[2]– هنري بوانكاريه: العلم والفرضية، ص 120.

[3]– هنري بوانكاريه: نقلا عن. Laurent Rollet : Henri Poincaré , des Mathématique a la philosophie p 44

[4]– هنري بوانكاريه: العلم والفرضية، ص 121.

*ــ يوجينيو بلترامي ، Eugenio Beltrami (1835، 1900) رياضي و فيزيائي ايطالي ،ارتبط اسمه بتاريخ الهندسة ، لعب دورا أساسيا في تعزيز أسس الهندسة اللااقليدية .

هندسة ريمان ولوباتشوفيسكي ثنائيتا البعد بهندسة اقليدس... ومن اليسير سحب استدلال السيد بلترامي على الهندسات ثلاثية البعد»[1].

بوانكاريه يكتفي بتعميم النتائج المؤكدة في الهندسة بواسطة أمثلة بسيطة وهذا في سياق تأويله للهندسات اللاإقليدية، أين يعمل على ترجمة نقل مصطلحات الهندسة الزائدية (لوباتشوفيسكي) إلى ما يقابلها في مصطلحات الهندسة العادية وذلك بواسطة معجم هندسي يشبه في وظيفته المعجم العادي.

«لنعتبر مستويا، أسميه مستويا أساسيا، ولننشئ ضربا من ضروب المعاجم نكتب فيه على عمودين سلسلتين تتقابل عناصرهما واحد واحد على الهيئة ذاتها التي تتقابل فيها كلمات ذات معنى واحد من لغتين مختلفتين في المعاجم العادية.

مكان..... نقطة من المكان واقعة فوق مستوى أساسي.

مستـــو..... كرة تقسم المستوى الأساسي عموديا.

مستقيم..... دائرة تقسم المستوى الأساسي عموديا.

كـــــــــرة..... كرة .

دائـــــرة..... دائرة .

زاوية..... زاوية .

مسافة بين نقطتين.... لوغاريتم العلاقة اللاتوافقية بين هاتين النقطتين وتقاطع المستوى الأساسي مع دائرة تمر منهما وتقسمه عموديا...الخ، ولنعتبر بعد ذلك مبرهنات لوباتشوفيسكي ولنترجمها بواسطة ذلك المعجم كما تترجم نصا ألمانيا بواسطة معجم فرنسي ألماني فنتحصل بهذه الطريقة على مبرهنات الهندسة العادية[2] .

بموجب هذا المعجم يمكن ترجمة هندسة لاإقليدية ونقلها إلى لغة هندسة إقليدية وهذا ما فعله بوانكاريه حيث أكد من خلال هذه الترجمة عدم تناقض هندسة لوباتشوفيسكي، فقد وضح بالأمثلة والشروح المعاني المشتركة بين الهندسة الزائدية والهندسة العادية، وكمثال على هذه الترجمة استطاع أن يترجم المبرهنة التي تنص على أن مجموع زوايا المثلث أقل من قائمتين إلى أصلها العادي دون أي تناقض.

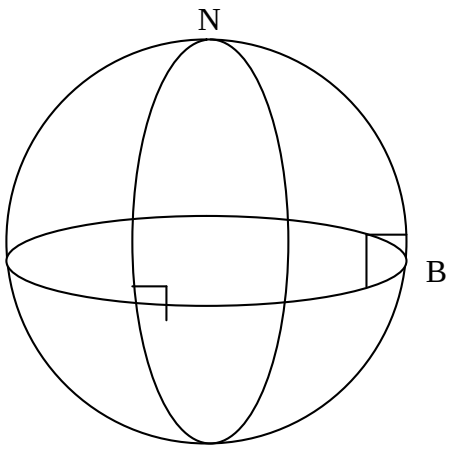
---

[1]– هنري بوانكاريه: العلم والفرضية ، المصدر نفسه، ص 121.

[2] ــ المصدر نفسه الصفحة نفسها

ونفس العمل قام به بلترامي أيضا من قبل في براهين الاتساق النسبية حين ترجم بديهيات هندسة "ريمان" وردها إلى الهندسة العادية وفي هذه الحالة يصبح سطح المستوي بالنسبة إلى "ريمان" سطح كرة ثلاثية الأبعاد لمكان إقليدي، وأي نقطة على مستوى ريمان تقابل نقطة على السطح الكروي من خلال الرسم المعبر عن الشكل الكروي الذي يمكن تصوره على أنه الكرة الأرضية، ثم رسم دائرتين مركزتين خلال قطبي الشمال.

والجنوب N وS تتقاطعان عند زوايا قائمة وهاتان الدائرتان تتقاطعان مع دائرة أخرى مركزية (خط الاستواء) في النقطتين A وB والزوايا $N\ .\ A\ .B$ و $N\ .\ B\ .A$ هما زاويتان قائمتان كما هو موضح في الشكل التالي:



في هذا النموذج لا توجد خطوط متوازية، حيث أن أي دائرتين مركزيتين تتقاطعان فضلا عن ذلك يتضح أن هناك حدا أقصى محددا لطول أي دائرة مركزية.

وتكون جميع الزوايا في المثلث $B.A.N$ زوايا قائمة لذلك فإن مجموعها هو: 90°+90°+90°=270°، وهو بالطبع مجموع يزيد عن 180°[1].

هذا المعجم الهندسي كان بمثابة رد قاطع على خصوم الهندسة اللاإقليدية بدءا من ساكيري إلى غاية إعلانها في القرن 19م ذلك أنهم كانوا يأملون في اكتشاف التناقض في الهندسات الجديدة وهذا ما يعني بالنسبة إليهم صحة هندسة اقليدس واقعيا ومنطقيا وهذا ما لم بتحقق. فمن حيث الصدق الواقعي فقد أثبتت الفيزياء الحديثة عدم تطابق المكان الفيزيائي مع هندسة اقليدس .

[1]– دونالد جيلز : فلسفة العلم في القرن العشرين ، ص264،265.

أما في الجانب المنطقي فالنتيجة التي تم التوصل إليها هي أن مسلمة التوازي مستقلة تماما عن باقي المسلمات منطقيا في الهندسة الإقليدية، الشيء الذي يسمح بإمكانية استبدال مسلمة أو أكثر بأخرى من أي نسق فتتحصل بذلك على هندسات جديدة خالية من التناقض وهذا تغيير هام في أسس الهندسة يؤدي غلى التساؤل عن ما إذا كان من الممكن أنشاء المزيد من الأنساق الهندسية دون أن تقع في تناقض، ومع تقدم البحث في أسس الهندسة كان الرد بالإيجاب[1].

جـ – الهندسات اللاقياسية: *Les géométries non_ métrique*

لكي تستوعب الهندسات السابقة لابد من الإشارة إلى أنها جميعا تفترض تصورا مسبقا للمكان فهو عند اقليدس سطح مستوي و ، وعند لوباتشوفيسكي سطح مقعر، وعند ريمان سطح كروي ، وهذا يعني أنهم ينظرون إلى الأشكال الهندسية بوصفها أشكال متحركة في المكان هذه الحركة لابد منها لكي تستوفي شرط القياس (قياس الزوايا والمسافات).

فعلى سبيل المثال مفهوم المساواة، وهو أحد صور القياس، يستلزم تطابق شكل ما في مكان ما ومن ثم يصح هذا التطابق ممكنا في أي مكان آخر وهذا التعريف صاغه هيرمان فون هيلموهلتز الذي سماه مبدأ الحركة الحرة، وبناءا على هذا المبدأ تلتقي الهندسات السابقة (الإقليدية، الزائدية، الناقصية) عند إسم واحد وهو هندسات قياسية أو مترية[2].

ومع استمرار الأبحاث في أسس الهندسة نشأ مبحث جديد يعرف بما وراء الرياضيات *métamathématique* ينصب على دراسة خواص الأنساق الاكسيوماتيكية باعتبارها أنساق صورية، ووفقا لذلك بدأ التخلي التدريجي عن شرط القياس فلو تم التخلي عن مفهوم التطابق مثلا لأدى ذلك إلى هندسة جديدة هي الهندسة الإسقاطية، حيث يقول بوانكاريه: «من بين البديهيات الضمنية ثمة بديهية جديرة بالاهتمام، ذلك انه إذا ما تخلينا عنها أمكننا بناء هندسة رابعة لا تقل اتساقا عن هندسات اقليدس، لوباتشوفيسكي،

[1] Lourent Rollet , Hénri Poincaré l'opportunisme :scientifique laboratoire de philosophie et d''histoire des sciences ,nancy ,France,2002 p25

[2] -Ibid p30

ريمان»[1]، والمقصود بالبديهية الضمنية التي تتخلى عنها هو تعريف تساوي الأشكال الذي ينص على أنه تطابق الأشكال في أي مكان.

في هذه الهندسة على عكس الهندسات السابقة تستبدل فكرة المساواة في قياس الأشكال بفكرة التكافؤ *Equivalence*، إذ يكفي أن ننتقل من شكل إلى آخر بالتحويل الإسقاطي *Transformation Projective*، أو أن يكون أحد الشكلين هو المنظر المسقط للآخر دون مساواة بينهما، وعلى هذا فإن شكلا ما يمكن أن يكافئ أو يناظر آخر في الهندسة الإسقاطية مهما اختلفا في الحجم و المساحة و الطول[2].

وما يجدر الإشارة إليه في هذه الهندسة هو أنها لا تلغي شرط القياس بشكل مطلق، إذ أن هذا الشرط يحتفظ به من أجل تمييز الخط المستقيم عن المنحني، لكن إذا ما تم التخلي عن مفهوم الخط وهو المفهوم القياسي الوحيد في الهندسة الإسقاطية نكون أمام هندسة جديدة أكثر صعوبة من الهندسات السابقة وهي هندسة الوضع أو التوبولوجيا *Topologie* .

" في هذا العلم نغض الطرف عن كل اعتبار للكم، وعلى سبيل المثال إذ لاحظنا أن النقطة (ب) توجد بين (أ) و(جـــ) من خط فإننا نكتفي بهذه الملاحظة، ولا يهتم بمعرفة ما إذا كان الخط (أ ،ب،جـــ) مستقيما أو منحنيا ولا بمعرفة ما إذا كانت المسافة (أ،ب) مساوية للمسافة (ب،جـــ) أو أكبر منها مرتين "[3].

فالتوبولوجيا هندسة تعني بالكيف فقط دون الكم، فلا حاجة إلى مفاهيم كالخط أو المسافة أو المساواة وما إلى ذالك ولكن يمكن القول فقط أن شكلان أو أكثر يتعادلان إذا كانت لهما نفس السمة التوبولوجية، وتعني السمة التوبولوجية لشكل ما تلك التي تبقى رغم إجراء تشويهات متصلة لهذا الشكل (كالشد، والالتواء، والضغط...الخ)

وعلى هذا فإن دائرة تكون معادلة لشكل بيضاوي أو أي شيء مغلق، كذلك السمة التوبولوجية لبالون من المطاط أنه سطح مغلق.

---

[1]– هنري بوانكاريه : العلم والفرضية، ص 125.

[2]– محمد ثابت الفندي : فلسفة الرياضة ، ص 60.

[3]– هنري بوانكاريه : قيمة العلم، ص 45.

إن هذه السمة تبقى كما هي رغم التشويهات التي قد نجربها عليه ما عدا قطعة أو تمزيقه و في هذا يمكن القول أن البالون يعادل الكرة أو البيضة ولكنه لا يعادل عجلة السيارة لأنها مفرغة من الوسط[1].

3 ــ فلسفــة بوانكاريــه فــي الهندســة:

فلسفة بوانكاريه تتجلى من خلال نزعته المواضعاتية، التي ينظر إليها على أنها دفاع عن الهندسات اللاإقليدية، وهذا ما فعله حين دافع عن الإمكانية المنطقية لهذه الهندسات الشيء الذي يجعل ظهور المزيد من الهندسات الجديدة أمر وارد. ونقطة البدء في الدفاع عن الهندسات اللاإقليدية كانت بوضع القاموس الهندسي، الذي أكد فيه بوانكاريه إمكانية ترجمة ونقل مصطلحات الهندسات اللاإقليدية إلى الهندسة العادية.

وهذا يدل على خلو هذه الهندسات من التناقض، لكن هذا ليس كل ما بحوزته من أدلة إثبات إمكانية الهندسات اللاإقليدية، إذ يواصل بوانكاريه دفاعه من خلال تقديم المزيد من الأدلة، فينتقل بعد ذلك ليؤكد أن التخلي عن البديهيات الصريحة التي ترد في بداية دراسة الهندسة لا يمس القضايا المشتركة بين الهندسات اللاإقليدية والهندسة العادية لأنها لا تمثل الأساس الوحيد الذي تستند عليه الهندسة هذا من جهة، ومن جهة أخرى فإن بعض التعاريف تتضمن بديهيات مثل تعريف تساوي شكلين *Congruentes* الذي ينص على أن: تساوي شكلين عندما ينطبق إحداهما على الآخر ويمكن تحقيق هذا التطابق في موضع آخر يقول بوانكاريه: «في الواقع هذا التعريف لا يعرف شيئا، ولن يكون له معنى عند كائن يسكن عالما لا وجود فيه إلا للسوائل، ولئن هو بدا لنا واضحا فلأننا ألفنا خاصيات الأجسام الصلبة الطبيعية التي لا تختلف كثيرا عن خاصيات الأجسام المثالية التي جميع أبعادها ثابتة»[(2)].

من الواضح هنا أن تعريف إمكانية الحركة لشكل ثابت، من بديهيات الهندسة المعلنة ضمنيا في بداية الدراسات الهندسية، بعد ذلك يجب تحديد طبيعة بديهيات الهندسة وفي هذا السياق تطرح مشكلة علاقة الهندسة بالتجربة، إذ أن الكثير من الفلاسفة وعلماء الرياضيات نظروا إلى الهندسات اللاإقليدية بوصفها فضول منطقي بسيط وفي المقابل

2-Laurent Rollet : Hénri Poincaré l’ opportunisme :scientifique laboratoire de philosophie et d''histoire des sciences Ibid , p 26

[2] ــ هنري بوانكاريه : العلم والفرضية ، ص ص 124.123

نظروا للهندسة الإقليدية على أنها الهندسة الوحيدة الصحيحة، وهي فقط التي تستطيع أن تبحث في الظواهر الفضائية، لكن بما أن الهندسات الأخرى صارت ممكنة على الأقل منطقيا فالمسألة المطروحة هي معرفة إذا ما كانت الهندسة الإقليدية فعلا صحيحة.

«التجربة تفيدنا بدون شك أن مجموع زوايا المثلث يساوي قائمتين فلأننا نعمل إلا على مثلثات صغيرة جدا. عند لوباتشوفيسكي الفرق بينهما يتناسب مع مساحة المثلث، فهل يصبح الفرق محسوسا إذا عملنا على مثلثات أكبر، أو إذا ما أصبحت قياساتنا أدق؟

عندئذ لن تكون الهندسة الإقليدية إلا هندسة انتقائية»[1]، يواصل بوانكاريه مناقشة هذا الرأي بالتساؤل عن طبيعة البديهيات الهندسية، إذا ما كانت أحكام تركيبية قبلية أم أنها حقائق تجريبية ؟

بوانكاريه رفض فكرة أن البديهيات أحكام تركيبية قبلية بالمعنى الكانطي، كما رفض أن تكون أحكاما تجريبية، وبهذا يكون قد تجاوز الموقفين ليؤسس لموقف ثالث جديد في فلسفة الهندسة، وهو المواضعاتية الهندسية: البديهيات الهندسية هي إذن مواضعات أو تعاريف مقنعة وهي ناتجة عن اختيار موجه بالتجربة[2].

بوانكاريه ليس هو الرياضي الوحيد الذي رفض موقف كانط، رسل أيضا كان من الرافضين له فما هو الفرق بين الرفضين؟.

في1897، نشر رسل كتابه بحث في أسس الهندسة. في هذا الكتاب حاول رسل أن يوفق بين الموقف الكانطي في المكان والهندسات اللااقليدية، بتحديده للقاسم المشترك بين الهندسة الإقليدية والهندسات اللااقليدية، وكذلك بتحديد الهندسة التي وصفها بأنها مطلقة؛ أي تلك التي تستثني منها المسلمة الخامسة لإقليدس، وهدفه من هذا هو أن يبين أن بديهيات الهندسة تنقسم إلى قسمين:

القسم الأول: يمثل البديهيات المشتركة بين المكان الإقليدي والأمكنة اللاإقليدية.

القسم الثاني: يمثل البديهيات التي تميز المكان الإقليدي عن الأمكنة القليدية.

موقف رسل يتمثل في أن البديهيات المشتركة للهندسات الثلاثة قبلية، في حين أن التي تميز الهندسة الإقليدية تجريبية. رسل اعتقد أن وجهة نظر كانط بأن هندسة إقليدس

---

[1]– هنري بوانكاريه : العلم والفرضية، ص 128.

[2]– المصدر نفسه ، ص 129.

قبلية ليس لها ما يبررها، لكن يمكن الحفاظ على موقف كانط بالنسبة لبعض البديهيات الإقليدية، كما يمكن الإبقاء على جانب من موقفه من الهندسة، لاسيما عندما استخدم حجة تتوافق مع ما جاء به كانط لكي يثبت صواب مفهوم القبلية كنسق فرعي أضيف لهندسة اقليدس، وهو النسق الفرعي الذي يتعامل مع علاقات النقط والخطوط والسطوح، لكن دون تقديم المفاهيم القياسية عن المسافة والزاوية، وهذا النسق هو الهندسة الإسقاطية. وهكذا فالهندسة الإسقاطية هي هندسة قبلية، حيث يقول: «أود أن أبين أن الهندسة الإسقاطية قبلية تماما يعني أنها تتعامل مع جسم يستدل على خصائصه منطقيا من خلال تعريفه، ولا يكتشف تجريبيا من المعطيات، أي أن تعريفه يتأسس مرة أخرى على إمكانية تجريب التنوع في العلاقة، أو التعدد في الوحدة، ولذلك فالعلم الذي لدينا بأكمله متضمن منطقيا ومستدل عليه من إمكانية وجود هذه التجربة»[1] .

بناءا على موقف رسل لا يمكن أن يقرر على نحو قبلي، بل على أسس تجريبية، وحسب الهندسة التي تنطبق على المكان الواقعي وفي هذا يقول: «أن الأماكن الإقليدية واللإقليدية تعطي النتائج المتنوعة التي يمكن أن تكون قبلية، فالبديهيات الخاصة بإقليدس، التي قد لا تكون بديهيات بالمعنى الدقيق لهذه الكلمات، بل نتائج تجريبية للقياس، هذه البديهيات تحدد في ظل أخطأ الملاحظة أي من هذه الإحتمالات القبلية يدرك في مكاننا الفعلي»[2]. يعبر رسل عن اعتقاده بأن نتائج القياس التجريبية تؤكد أن المكان الواقعي هو المكان الإقليدي، وهنا يخالف رسل موقف بوانكاريه، الذي رفض الكانطية والتجريبية، حيث جمع رسل بينهما، فقد استخدم حجة توافق ما جاء به كانط محاولا إثبات الطابع القبلي للهندسة الإسقاطية.

أما فيما يتعلق بالهندسة التي تنطبق على المكان الفيزيائي، فإنها تحدد بمعايير تجريبية بواسطة الملاحظة والتجربة.

هذا الموقف الذي عبر عنه رسل في كتابه "بحث في أسس لهندسة" وأثار جدلا بينه وبين بوانكاريه.

---

[1] –Bertrand Russell, An Essay on the foundations of Geometry , Cambridge at the university press warehouse Ave Maria LANE London , 1897 , p146 .

[2] - Ibid , P 43 .

نظرية راسل، تعتبر أن البديهيات الهندسة –بإستثناء البديهية الخامسة– شروط ضرورية للتجربة، وبالتالي حقائق قبلية، ومع ذلك عوض اعتبار هذه البديهيات كأحكام تركيبية قبلية، يؤكد أن هذه البديهيات يمكن أن تستخلص تحليليا، وبإمكانية التجربة، من جانب آخر بديهيات الهندسة المطلقة قبلية، أما المسلمة الخامسة هي حقيقة تجريبية، رسل يعتبر أيضا أن ظهور الهندسات اللإقليدية لم يدحض الموقف الكانطي في المكان والهندسة على الإطلاق، فلكي تكون الهندسات اللإقليدية مناقضة للموقف الكانطي يجب أن تكون الخطوط والسطوح والأجسام اللإقليدية قابلة لأن تمثل كناظراتها عند إقليدس[1].

موقف رسل موجه ضد نظريات هيلمو هلتز على تصوره للهندسات اللإقليدية، وضد نظريات بوانكاريه التي لا تثبت شيئا، وليست أكثر من ترجمة بين مختلف أنظمة الرموز، «لنأخذ الرموز الكبرى التي تمثل المكان الشبه كروي، ونعطيها معنى اقليدي جديد، كل الإقتراحات الرمزية تصبح قادرة على تقديم تأويلين: الأول يتعلق بالمكان الشبه كروي، والثاني للحجم الذي تحتويه الكرة. لكن يظهر أن هذه الطريقة تسمح بوصف المكان الجديد، لكنها لا تجعلنا قادرين على تصوره بمعنى لا نستطيع أن تتصوره بنفس الطريقة التي تشاهد بها الأشياء»[2].

رسل يرى أن الهندسات اللإقليدية مجرد اقتراحات عقلية لا يمكن التحقق منها عن طريق الملاحظة، أو التجربة. تخيل المكان الإقليدي لا يؤدي إلى الإعتقاد بوجوده، ويوضح ذلك من خلال مثال الأكمه (الأعمى منذ الولادة) الذي يتخيل أن الضوء شبيه بالحرارة، لكن ما يتخيله غير موجود في الواقع، هذا يعني أن تخيل الأمكنة الإقليدية لا يعني أنها موجودة بالفعل مثل وجود المكان الإقليدي، لأن هناك فرق بين الخيال والإدراك الحسي، فتخيل مكان لا يعني بالضرورة إمكانية إدراكه حسيا.

«إذا استبدلنا التخيل بالإدراك ، فهذا يعني أن المكان الحالي اقليدي، ومن العبث أن نأمل أن تكون لدينا ملكة إدراك مكان لاإقليدي»[3].

[1] - –Bertrand Russell, An Essay on the foundations of Geometry ,op.cit, P 35 .

[2]- Ibid , P 36 .

[3] –Ibid , P 37.

بوانكاريه يرد على رسل ببطلان مثال الأكمه، فالأكمه لا يمكن أن تتمثل له الألوان حتى ولو شبهها بالحرارة، بالمقابل شخص ما يعرف الألوان ومعتاد على رؤيتها متتابعة في ترتيب معين (أحمر، أصفر، أخضر على سبيل المثال)، يستطيع أن يتصور عالم حيث هذه الألوان سوف تتتابع في ترتيب مختلف (على سبيل المثال أخضر، أحمر، أصفر).

إذن فتصور الهندسات اللاإقليدية تستند على مفاهيم الترتيب والتعاقب، ومنه نجد أساسها.

إن أوصاف العوالم اللاإقليدية ممكنة،وهي لا تتطلب بالضرورة استخدام مصطلحات خيالية، للتعبير عن بناءات منطقية خالصة، فأوصاف العوالم اللاإقليدية تشكل صورة جديدة انطلاقا من عناصر معروفة سابقا. نقد بوانكاريه لا يهدف إلى الدفاع عن نظرية هيلمو هلتز فقط، بل أيضا إلى دحض تجريبية رسل، الذي يعتقد بإمكانية التجربة الحاسمة، التي من شأنها أن تسمح بالفصل بين الهندسات؛ أي تأكيد الهندسة الحقيقية للمكان. بالنسبة لبوانكاريه هذا الإعتقاد بالتجربة الحاسمة يتناقض كليا مع انتقادات رسل لهيلمو هلتز، الذي بدور حاول إثبات هندسة ريمان من خلال محاولة إجراء تجربة تؤكد تطابق هندسة ريمان مع المكان الواقعي (الكروي) .

إن عدم الإتساق المنطقي الذي ميز موقف رسل، زاد من شكوك بوانكاريه ورفضه للتجربة الحاسمة في الهندسة، «اعتقد أن رسل أخطأ، لما نسب الطابع التجريبي إلى بديهيات هندسة اقليدس، أكثر من هذا كلمة تجريبي تبدو لي في هذا الصدد ليس فيها معنى. التجربة لا يمكنها أن تصف لي خط مستقيم، أو دائرة مجردة، من هو الفيزيائي الذي يرى خط مستقيم بواسطة أي أداة، كل ما يمكن أن يراه شبه فرشاة رسم على شكل أشعة ضوئية وبالتالي تصبح التجربة بصرية و ليست هندسية»[1]؛ أي أن معرفة حركات الأجسام الصلبة التي تكتسب بالتجربة لا تشكل الأساس الحقيقي للهندسة.

بوانكاريه أنهى جدله مع رسل، بالإشارة إلى نقطة اختلاف رئيسية بينه وبين رسل تتعلق بمشكلة التجريبية، بالنسبة لبوانكاريه رسل حلل ثلاثة أطروحات وهي:

الأطروحة التي تؤكد أن الهندسة الإقليدية قبلية سابقة عن التجربة.

[1] - Henri Poincaré : science et méthode , Op-cit , P

الأطروحة تنص بأن إحدى الهندسات صحيحة والهندسات الأخرى خاطئة، على الرغم من عدم إمكانية تحديد ومعرفة أيهما صحيحة.

الأطروحة التي تؤكد أن أي هندسة ليست صحيحة وليست خاطئة.

رسل يعد تحليله للأطروحات الثلاثة رفضها جميعا، لأنه يعتقد بأن الهندسة الإقليدية صحيحة تجريبيا. أما بوانكاريه فقد تبنى موقفا أكثر اعتدالا، حيث رفض الأطروحتين الأولى والثانية وقبل الأطروحة الثالثة دون شرط[1]. النتيجة من هذا الجدال هي أن التصور البوانكاريه يرفض الموقف الكانطي في الهندسة، كما يرفض القول بالتجربة الحاسمة في الهندسة، و هذا يستلزم أن طبيعة البديهيات الهندسية لا هي قبلية ولا هي تجريبية، أنها مواضعات ينشئها العقل الموجه بالتجربة.

هذا التصور الجديد لطبيعة البديهيات الهندسية يستلزم أنه من غير المعقول منح أدنى تفوق انطولوجيا لأي هندسة على أخرى، أي أن جميع الهندسات تتساوى من الناحية الانطولوجية مهما كانت صحيحة أو خاطئة.

بهذا يصبح التساؤل عن صحة الهندسة الإقليدية ليس في محله، فأسبقية الهندسة الإقليدية من حيث الظهور أو النشأة عن الهندسات الأخرى، لا تعني صحتها المطلقة لذا فسرها بوانكاريه بسببين: الأول رياضي، والثاني فيزيائي.

بالنسبـــة للأول : الهندسة الإقليدية رياضيا بسيطة في حد ذاتها أي ، مثل بساطة المعادلات كثيرة الحدود من الدرجة الأولى بالنسبة للمعادلات كثيرة الحدود من الدرجة الثانية. أما **بالنسبـــة للثانـــي:** فإن الهندسة الإقليدية ستكون دائما الأكثر ملائمة، لأن بديهياتها تتوافق مع خصائص الأجسام الصلبة الطبيعية، هذه الأجسام التي تقترب منها حواسنا ومنها نضع أدوات القياس[2] .

ثمة جزآن في تفسير بوانكاريه المواضعاتي للهندسة:

الأول: هو الإدعاء بأن هندسة اقليدس هي مجموعة من الاصطلاحات متشابهة لحد ما لتلك التي تعرف بنظام القياس المتري .

[1] –Laurent Rollet : Henri Poincaré , des Mathématique a la philosophie, Ibid , p

[2] – هنري بوانكاريه : العلم والفرضية ، المصدرالسابق ، ص 131 .

الثانـــي: يذهب بوانكاريه رغم ذلك إلى أن هندسة اقليدس هي أبسط الاصطلاحات الممكنة، وحيث أنها تتوافق بما يكفي مع الملاحظة فإنه لن يتم التخلي عنها مطلقا[1].

هذا التفسير يعد بمثابة نقد موجه للرأي القائل بتجريبية الهندسة، إذ يتبنى بوانكاريه تصورا فلسفيا لهندسة مختلفة عما سبقها. فالبديهيات الهندسية بالنسبة إليه ليست فرضيات تجريبية، كما أنها ليست قضايا واقعية تعبر عن المفهوم الفيزيائي للأجسام الصلبة الطبيعية، وبذلك بوانكاريه لا يعطي إلا دورا محدودا للعنصر التجريبي في نشأة الهندسة، هذا العنصر يفيد في صورنة البديهيات، لكنه لا يجعل من الهندسة علما تجريبيا وحجته في اختلاف المنظر تؤكد ذلك حيث يقول: «إذا كانت هندسة لوباتشوفيسكي صحيحة فسيكون اختلاف المنظر بالنسبة إلى نجم غاية في البعد متناهيا، وإذا كانت هندسة ريمان صحيحة فإنه سيكون سالبا، تلك النتائج تبدو في متناول التجربة، وقد راود البعض الأمل في أن تمكن الأرصاد الفلكية من الحسم بين الهندسات الثلاثة. لكن ما يسميه "علم الفلك" خطا مستقيما هو مسار شعاع من الضوء، فلو توصلنا إلى الكشف عن اختلافات المنظر سالبة، أو إلى البرهنة على أن كل ضروب اختلاف المنظر أكبر من حد ما، لكان لنا أن نختار بين استنتاجين : فإما أن نتخلى عن الهندسة الإقليدية، وإما أن نغير قوانين البصريات ونسلم أن الضوء لا ينتشر تدقيقا على خط مستقيم، ولا تدعو الحاجة إلى اعتبار أن هذا الحل أفضل للجميع . فبالتالي ليس للهندسة ما تخشاه من التجارب الجديدة»[2].

هذه الحجة المطولة تستند إلى تجارب قياس اختلاف المنظر، التي قال بها بعض الرياضيين، وهي تلائم القول بتجريبية الهندسة. إذ أنه بالرغم من الاستعداد لقبول هندسات متعددة ومتماسكة منطقيا (غير متناقضة)، فإنه لا توجد إلا هندسة تنطبق على الواقع الفيزيائي وبالنسبة لهؤلاء الرياضيين هذه الهندسة يجب أن تكتشف تجريبيا بفضل إجراءات قياس اختلاف المنظر النجمي أو الكوكبي بتعبير آخر من بين هذه الهندسات الثلاثة لا بد أن هناك هندسة واحدة تتوافق مع المكان الفيزيائي، وهذه الهندسة تكتشف من

[1] ــ دونالد جيليز : فلسفة العلم في القرن العشرين ، ص 272 .

[2] ــ هنري بوانكاريه : العلم والفرضية ، ص 143 .

خلال تجربة حاسمة تفيدنا بها الملاحظات الفلكية التي يمكنها أن تثبت صلاحية هندسة واحدة فقط للمكان الفيزيائي .

بوانكاريه رفض هذا النوع من التجارب الهادفة إلى اختبار صلاحية الهندسات، كما نفى أي قيمة استدلالية لها (التجارب الحاسمة)، إذ أن القياسات الفلكية ما هي إلا تجارب تستعمل خواص الأشعة الضوئية التي تستخدم كخطوط جيوديسية. وانطلاقا منها تتم عملية حساب المسافات والأبعاد وتساوي الأشكال وكنتيجة لذلك تم التوصل عن طريق هذه التجارب إلى قياس اختلاف المنظر السلبي، وعليه لا يمكن التخلي عن الهندسة الإقليدية، والمطالبة بالطبيعة اللاإقليدية للفضاء، وإنما يجب تعديل قوانين البصريات كي تبقى الهندسة الإقليدية كما هي.

حجة بوانكاريه هذه التي تثبت اصطلاحية الهندسة، تندرج في سياق نسق يجمع الهندسة والفيزياء، بالنسبة إليه الهندسة ليست علما تجريبيا لكن من أجل إخضاعها للامتياز التجريبي يجب إدخال عناصر فيزيائية مثل قوانين البصريات، وفي هذا النسق هـــ+ف(هندسة+ فيزياء)، علينا أن ننتظر النتيجة ن إذا كنا متأكدين من الصفة الإقليدية للفضاء و النتيجة ن هي في اختلاف المنظر نهائي، أما إذا كانت النتيجة هي نَ فمعنى ذلك أن اختلاف المنظر السلبي، بين هاذين الإمكانيتين سيكون لنا الاختيار إما قبول الهندسة الريمانية والمحافظة على قوانين البصريات (هـَ+ف)، أو المحافظة على الهندسة الإقليدية وتكييف قوانين البصريات أي (هـــ+ فـَ)[1].

هكذا يؤكد بوانكاريه من وجهة نظر تفسيرية أن النظريتين تقدم وصفا متكافئا للظاهرة، أي أن الإمكانيتين تعطي نتائج متساوية للقياس، وفي نفس الوقت، ومن وجهة نظر إبستمولوجية الخياران ليسا متساويان، فالإبقاء على الهندسة الإقليدية سيكون أكثر فائدة من تغيير قوانين البصريات ، لذلك الهندسة الإقليدية هي الأكثر فائدة لأنها الأكثر بساطة، ولأنها تتناسب وخصائص الأجسام الطبيعية.

وقد نالت هذه الحجة إعجاب ألبرت أينشتاين وعبر عن ذلك بالطريقة التالية فلنفرض أن الملاحظات التجريبية تتماشى مع الوصفين الآتيين:

[1] ــ Laurent Rollet : Henri Poincaré , des Mathématique a la philosophie Ibid. p47 .

الفئـــة الأولـــى:

أ ــ الهندسة إقليدية، غير أن هناك قوى كونية تجعل الأشعة الضوئية تنحرف وتشوه قضايا القياس.

ب ــ الهندسة لاإقليدية ولا توجد قيمة كونية.

إن بوانكاريه على صواب حين يرى أنه من الممكن افتراض صحة كل من هذين الوصفين، وأن من الخطأ التمييز بينهما، فهما مجرد لغتين مختلفتين تصفان حالة واحدة[1].

وعلى فرض أنه أجريت ملاحظات تجريبية في عالم مختلف، أو في جزء مختلف من عالمنا تتماشى مع الوصفين الآتيان .

الفئـــة الثانيـــة:

أ ــ الهندسة إقليدية و لا توجد قوى كونية.

ب ــ الهندسة اللاإقليدية، ولكن هناك قوى كونية تجعل الأشعة الضوئية تنحرف وتشوه قضبان القياس.

جـــ ــ وفي هذه المرة أيضا فإن بوانكاريه على حق حين يقول أن: «كلا من هذين الوصفين صحيح ، فهما وصفان متكافئان»[2].

فلسفة بوانكاريه في الهندسة أثارت ردود كثيرة ليس فقط بين الفلاسفة وعلماء الرياضيات بل لدى جمهور المثقفين، بول فالري *P.valéri* كتب يرد على بوانكاريه: «مسلمة اقليدس هي في الواقع ظاهرة يمكن ملاحظتها، ولذلك أولا: يمكن التخلي عنها منطقيا، وثانيا يمكن أن تكون صحيحة في حدود إدراكنا العادي، وخاطئة على صعيد أكبر إذا كانت ملاحظاتنا يمكن أن تمتد في فضاء كبير نوعا ما، أين يكون الانحناء أكبر من الانحناء الذي نعرفه»[3] .

---

[1] ــ ألبرت أينشتاين ، نقلا عن هانز ريشنباخ ، نشأة الفلسفة العلمية ، ص 125 .

[2] ــ هانز ريشنباخ : نشأة الفلسفة العلمية ، ص 126 .

[3] ــ Laurent Rollet: Henri Poincaré , des Mathématique a la philosophie, op.cit , p 48 .

بالنسبة لفاليري مسلمات اقليدس صحيحة على الأقل واقعيا، والتجربة تثبت ذلك، وهنا يظهر الربط بين التجربة والهندسة وهذا ما يرفضه بوانكاريه حين نفى أن تكون بديهيات الهندسة وقائع تجريبية. إلا أن فالري وبالرغم من تأكيده على صحة الهندسة الإقليدية، فإنه لا ينفي صحة الهندسات اللاإقليدية عندما يؤكد خطأ الهندسة الإقليدية في فضاء يختلف عن الفضاء العادي المألوف لديه، لكن الرد الأكثر معارضة لفلسفة الهندسة البوانكارية كان من طرف المهندس موري *Pierre Mouret*، الذي رفض دفاع بوانكاريه عن الهندسات اللاإقليدية من جهة، ومن جهة أخرى تبنى موقفا شدد فيه على إمبيريقية الهندسة الإقليدية وهذا هو معيار صحتها في نظره. فهي أقدم و أحسن هندسة لأنها مؤسسة على معطيات الطبيعة أما الهندسات الأخرى فهي مبنية اصطناعيا وتعسفيا بواسطة الفكر.

إذن هناك فرق واضح بين الهندسة القديمة والهندسات الحديثة، الأولى صحيحة لأنها تتأسس على وقائع تجريبية، والثانية افتراضية لأنها تعتمد على تمثلات وبناءات عقلية، فإذا كانت الأطروحة المواضعاتية ترفض منح أي قيمة حقيقية لمختلف الهندسات، فإن موري حاول إبراز الفرق بين الهندسات أي بين هندسة حقيقية (إقليدية) وهندسة افتراضية[1].

حسب موري الهندسة الإقليدية إمبريقية لأنها تتضمن وقائع تجريبية، في الوقت الذي تكون فيه الهندسات الأخرى عبارة عن مواضعات، فإن الهندسة الإقليدية لا تحمل صفة المواضعة، هذا التأويل غير مقبول لأنه لا يوجد في فلسفة بوانكاريه الهندسية ما يبين أن الهندسة الإقليدية مبنية فقط على وقائع تجريبية، على العكس من ذلك بوانكاريه أكد أن بديهيات الهندسة هي مواضعات بدون أن يحدد عن أي هندسة يتحدث، وهذا يعني أنه يجمع كل الهندسات في هذا التأكيد بما فيها الهندسة الإقليدية. بالإضافة إلى ذلك أن الهندسة الإقليدية أكثر ملائمة من الهندسات اللاإقليدية، هذا لا يعني أنها ليست مواضعات، فتوافقها مع خصائص الأجسام الطبيعية الصلبة ما هي إلا مقاربة، وهذا ليس إلا مواضعة سوف يتم اختيارها كوحدة قياس أو كقاعدة منسجمة وملائمة.

[1]ـ Laurent Rollet: Henri Poincaré , des Mathématique a la philosophie, op.cit , p49 .

حسب بوانكاريه لا يمكن أن تكون الهندسة عبارة عن قوانين تجريبية مأخوذة من ملاحظة الأجسام الصلبة، رغم أن هذه الملاحظات ضرورية إلا أنها ليست مصدر إنشاء الهندسة[1].

بوانكاريه فند موقف موري بتحليله لمفهوم الاتصال، وذلك بالمقارنة بين الاتصال الفيزيائي والاتصال الرياضي، الفارق بين نوعي الاتصال موجود إذا طلب مقارنة وزن(ا) 10غ مع وزن (ب) 11غ مع وزن (ج) 12غ، لكن بالرغم من هذا يمكن القول أن الوزن ا أقل من الوزن ج صبغة الاتصال الفيزيائي ستكون:

ج > أ و ج = ب و ب = أ لكن هذه الصيغة تختلف عن الاتصال الرياضي، التي أ < ب و ب < ج هذه الصيغة مهمة لأنها تبرهن أن الاتصال الرياضي يحتوي على شيء ما لا يمكن للتجربة أن تعطيه له، التجربة مهمة في صياغة الاتصال الرياضي لكنها لا تشكل الدور المركزي الذي أراده لها "موري" إنها تساعد فقط على تبرير إمبريقي لمفهوم التساوي الرياضي[2]. بوانكاريه يقول :«إن للفكر ملكة إبداع الرموز وهي ملكة حين بني بفضلها المتصل الرياضي بما هو مجرد نظام من الرموز، وإن قدرته لا تحدها إلا ضرورة تحاشي كل ضروب التناقض، غير أن الفكر لا يستخدم تلك الملكة إلا إذا ما هيأت له التجربة سببا لذلك»[3].

ويقول أيضا: «نلمس أن التجربة تلعب دورا متأكدا في نشأة الهندسة ولكن من الخطأ أن نخلص من ذلك إلى أنها علم تجريبي ولو جزئيا، ولو كانت الهندسة تجريبية لما كانت إلا تقريبية ومؤقتة، ويا له من تقريب فج»[4] .

وفي بيان آخر يتعلق بمفهوم المكان بوانكاريه يدافع عن المشروعية المنطقية للهندسات اللاإقليدية، موضحا أن القاسم المشترك بين جميع الهندسات هو تلك المجموعة الاتصالية ذات الأبعاد الثلاثة.

---

[1] Laurent Rollet: Henri Poincaré , des Mathématique a la philosophie, op.cit , p 50 .

[2] ــ هنري بوانكاريه ، العلم والفرضية ، ص 101 .

[3] ــ المصدر نفسه ، ص 105 .

[4] ــ المصدر نفسه ، ص 149 .

"في هذه المجموعة الاتصالية التي هي أصلا عديمة الشكل يمكن أن تتخيل شبكة من الخطوط والمساحات، ويمكن بعد ذلك أن تتواضع على اعتبار حلقات تلك الشبكة متساوية فيما بينها، إنه فقط بعد هذه المواضعة، تصبح تلك المجموعة الاتصالية قابلة للقياس، المكان الإقليدي أو المكان اللاإقليدي"[1].

يتساءل بوانكاريه عن أي خط يمكن أن نطلق اسم مستقيم، هل المقصود هو الخط في المكان الإقليدي أم في المكان اللاإقليدي بعد مناقشة أصل تسمية المستقيم يصل بوانكاريه إلى أن التجربة لا تجيب عن هذا التساؤل، ذلك أن مفهوم الخط المستقيم هو فكرة أبدية مصدرها الحدس ومنه فإن هذه الفكرة تنطبق على الخط الإقليدي أو اللاإقليدي، وعندما يطلق على الأول فإنه حقيقي و عندما يطلق على الثاني فهو غير حقيقي، معناه أن الفكرة الحدسية بالنسبة للمستقيم الأول أكثر بروزا من الثاني، وهنا يؤكد دور التجربة لأن البروز يتعلق بالأجسام الطبيعية الصلبة ، التي لا تختلف عن المستقيم الإقليدي. بعد تحليله للحركة داخل المكان الإقليدي و المكان اللاإقليدي يصل بوانكاريه إلى إمكانية تصور المكان الإقليدي مثلما يتصور المكان الإقليدي، حيث يقول: «ماذا نعني ونحن نتساءل هل يمكن أن نتصور المكان اللاإقليدي؟ نعني هل يمكن تخيل عالم توجد به موضوعات طبيعية بارزة لها تقريبا شكل المستقيمات اللاإقليدية؟.... بينت في العلم والفرضية إنه يمكن أن نجيب بنعم»[2] .

هذه المقولة توضح أن المكان الهندسي افتراضي أكثر منه واقعي، ومنه لا مجال للحديث عن مكان حقيقي وأخر غير حقيقي. بوانكاريه في الأفكار الأخير يبين أن ظهور الهندسات اللاإقليدية ليس بالحدث الغريب، بل على العكس من ذلك ينبغي أن يفسر في سياق التطور الذي عرفته الرياضيات برمتها، وخاصة في الحساب والتحليل، إذ تم تحديد مفهوم العدد وعمم حتى وصل الأمر إلى العدد المركب، تغيرت أيضا فكرة الاتصال وانهارت وظهرت دوال منفصلة. كل هذا يعتبر كثورة في علم الحساب شبيهة بالثورة التي حدثت في علم الهندسة على يد لوباتشوفيسكي، فلا يمكن إذن فصل هذه الثورة عن التطورات التي عرفتها الرياضيات في القرن التاسع عشر يقول بوانكاريه: «يجب أن

[1] ــ هنري بوانكاريه : قيمة العلم ، ص 41 .

[2] ــ المصدر نفسه ، ص 43

نذكر كل هذا إذا أردنا أن نفهم التصورات التي أدت إلي ثورة لوباتشوفيسكي»[1]. فالاستغراب من ظهور الهندسات الجديدة ليس له ما يبرره حسب بوانكاريه لأنه يجب أن ينظر إليه في سياق رؤية ابستمولوجية للمفاهيم والنظريات الرياضية.

ثانيـــا- أزمـــة الأســـس وتـــحسيب التحليـــل:

حتى القرن التاسع عشر ميلادي كانت الرياضيات علما ينقسم إلى ثلاث فروع: أولا الهندسة التي تأسست على يد اقليدس من خلال كتابه الأصول، ثانيا الحساب، ثالثا الجبر الذي عرف تطورا نوعيا مع الخوارزمي، الذي اعتمد على طرق هندسية بحتة في حل مسائل هذا العلم[2]. ومع ديكارت عرف هذا النوع الثاني من أنواع العلم الرياضي استقلالا عن الهندسة[3]. إن الأفكار الجديدة التي تضمنها مؤلف الهندسة التي وضعها ديكارت كان إرهاصا لما يسمى التحليل؛ وهو الفرع الحديث من فروع العلم الرياضي.

لقد تطور علم التحليل بعد إسهامات ديكارت، ونشأ حساب التفاضل والتكامل "*Calcul intégral et différentiel*" وتقدمت نظرية الدوال طوال القرنين السابع والثامن عشر الميلاديين[4].

إن حساب التفاضل يحتل مكانة مركزية في دراسة الدوال ، تتجلى تلك المكانة في الدلالة الهندسية ، لأي دلالة كانت باعتبار أن كل دالة تدرس بيانا يمثلها ، إن التفاضل الذي يعني إيجاد مشتقة لدالة مثلا: $2س^2-س+1$ تشتق إلى $4 س-1$، هذه العبارة الأخيرة تمثل دالة تفاضلية للدالة الأولى، أما هندسيا فهي تمثل مماسا لبيان الدالة الأولى، أما التكامل فهو العملية العكسية التي تسمح بالانتقال من العبارة الثانية إلى العبارة الأولى، أي من $4 س-1$ إلى $2 س^2 - س+1$ حيث تسمى العبارة $2س^2-س+1$ الدالة الأصلية للعبارة $4 س-1$.

لقد احتلت فكرة الاتصال الهندسي *Continuité Géométrique* مكانة مركزية في الرياضيات، وكانت نقطة الاشتراك بين الهندسة والتحليل، إذ أن الحدس الرياضي إلى غاية بداية القرن التاسع عشر بين أن كل منحنى ممثل لدالة عبارة عن خط متصل، أي

---

[1] Henri Poincaré : dernières pensées , Ibid , p 109

[2] ــ قدري حافظ طوقان : تراث العرب العلمي في الرياضيات و الفلك ، دار الشروق ، بيروت ، ص 67 .

[3] ــ محمد ثابت الفندي : فلسفة الرياضة ، ص 89 .

[4] ــ المرجع نفسه ، الصفحة نفسها .

غير متقطع، إن هذا الحدس أدى إلى تقرير حقيقة رياضية تنص على عدم وجود أدنى فجوة أو انفصال *Dés continuité* في تتابع قيم دالة من الدوال ، كما تتابع نقاط المستقيم ما دون فجوة بينها[1].

فهل هذا التصور يصدق على كل الدوال ؟

1ــ انهيـــار فكـــرة الاتصـــال في التحليـــل:

إن الرياضي الفرنسي كوشي قد ارتاب بقيمة هذا الحدس الهندسي، الذي بواسطته يتم تصور الطبيعة الاتصالية لكل الدوال، حيث بين آنئذ أن هناك دوال منفصلة، أي غير متصلة[2]. وهنا فتح المجال لنقد مبادئ و أسس التفكير الرياضي بشأن هذا الميدان الجديد في علم الرياضيات ، فجاء الرياضي الألماني فيلستراس ليفصل بين فكرة الاتصال والتفاضل، اللتين كانتا ملتزمتين في التفكير الرياضي إلى ذلك الوقت، حيث اكتشف هذا العالم دالة متصلة لكنها لا تقبل التفاضل أي غير قابلة للاشتقاق كذلك نجح العالم الرياضي ريمان في تكوين دالة منفصلة في عدد لا ينتهي من الإنفصالات، بين نقطتين معلومتين، غير أن تلك الدالة تقبل التكامل[3]على عكس ما يشهد به الحدس.

أن هذه الاكتشافات التي تتعارض مع الحدس العادي للإنسان، أوضحت أن التفكير الرياضي يحتاج إلى تنظيم معين، وهو ما عبر عنه رياضي إنجليزي حديث هو ف.جوردن في بحث قدمه عن أسس الرياضة: "إنه إلى منتصف القرن التاسع عشر، لم يكن علم أضعف منطقا من العلم الرياضي"[4].

وإن كان هذا القول فيه شيء من المبالغة، إلا أنه يصف حالة الفوضى التي عاشها هذا العلم في تلك الفترة، وعليه فقد أصبح من الضروري نقد الأسس والمبادئ التي يقوم عليها هذا العلم، الذي وإن بلغ درجة عالية من التطور إلا أنه بحاجة ماسة إلى التسلح بمبادئ المنطق. إن التجديد الذي لحق أسس التفكير الرياضي في مجال التحليل يتمثل في استعمال أعداد جديدة، أي من نوع آخر، أعداد لا طبيعية لا صحيحة ولا حقيقية ولا

---

[1] ــ Henri Poincaré : Science et Méthode , p 48 .

[2] _,Op-Cit , P 48 .

[3] _ Op-Cit , P 49

[4] _ Rousseau Pierre , Histoire de la science , Artémie Fayard ,Paris , 1943 , P531 .

صماء إنها ما اصطلح عليه بالأعداد التخيلية *Nombres imaginaires* التي تساعد في تشكيل الأعداد المركبة *Nombres Complexes*.

كان كوشي أول من استخدم الأعداد التخيلية في التعبير الرياضي عن الدوال المنفصلة، وهذا ما فتح الباب للأسس الحسابية العددية في علم التحليل بدلا من الأسس الهندسية، التي أثبتت عدم نجاعتها في تفسير الدوال المنفصلة[1]. على أن الأمر لا يتعلق فقط باستعمال نوع جديد من الأعداد بل كان لهذا النوع من الأعداد دور في التخلي عن فكرة الاتصال في الهندسة وإحلال العدد الصحيح مكانها، وبالتالي بناء التحليل كله على فكرة العدد .

ومن هنا اتجه الرياضيون إلى دراسة أنواع الأعداد، ومحاولة ردها إلى العدد الصحيح والموجب وكان طبيعيا أن يهتموا بمفهوم العدد نفسه، أي بمشكلة الأساس الذي يراد أن تؤسس عليه الرياضيات كلها، فقد كانت في السابق مؤسسة على أساسين مفهوم العدد (لانفصال)، ومفهوم الخط (الاتصال). ولهذا عرف موضوع الرياضيات بالكم المتصل والكم المنفصل، ومع انهيار فكرة الاتصال في التحليل أصبح العدد أساس كل فروع الرياضيات .

وفي هذا يقول بوانكاريه: "الفكرة الغامضة عن الاتصال التي ندين بها للحدس، قد تم حلها بإرجاعها إلى منظومة معقدة لا متساويات المتعلقة بالأعداد الصحيحة. من هنا وجدت الصعوبات الناتجة عن المرور إلى النهاية أو من النظر في اللامتناهيات في الصغر توضيحها النهائي. لم يبقى اليوم في التحليل سوى أعداد صحيحة، أو منظومات متناهية، أو لا متناهية من الأعداد الصحيحة مرتبطة فيما بينها بشبكة من علاقات التساوي أو اللاتساوي فكما قيل، لقد تم تحسيب الرياضيات"[2].

في هذا النص يشير بوانكاريه إلى المكانة التي احتلها علم العدد في الرياضيات و كيف أن التحليل صار متحسبا *arithmétisé c'est l'analyse* ، بل صار علم الرياضيات كله قائم على فكرة العدد، ومنه فإن كل الأبحاث الآتية ستتركز على الأعداد، فكيف يمكن أن يتحقق هذا؟

[1] _ Rousseau Pierre , Histoire de la science, op.cit. , P 531 .

[2] ــ هنري بوانكاريه : قيمة العلم ، ص 17

إن مسألة تحسيب الرياضيات عموما و التحليل على وجه الخصوص، تنشأ عنه بالضرورة المسألة الآتية: كيف يمكن للأعداد الأخرى غير الطبيعية، كالأعداد السالبة الصماء والتخيلية أن ترد إلى الأعداد الطبيعية ؟

2 ــ تحــسيب التحليــل وتعميــم العــدد:

في منتصف القرن التاسع عشر كان لأزمة الأسس أن تمتد من الهندسة إلى التحليل، خاصة وأن الهندسة إلى ذلك الوقت هي الممثل الوحيد لمفهوم الاتصال، قد تخلت عن أي اعتبار للمكان الواقعي وتحولت بأنساقها من مرحلة الوصف العيني الذي يعتمد على الأشكال المرسومة إلى مرحلة الصياغة الصورية التي تستند إلى علاقات منطقية محضة. نتيجة لذلك تحول التحليليون عن الهندسة كأساس لعلمهم خاصة بعد اكتشاف الدوال المنفصلة، واتجهوا نحو العدد كبديل عن الأساس السابق.

وإذا كانت الأعداد الصحيحة واضحة ويقينية، وبمنأى عن أي غموض على حد قول الفيلسوف برونشفيخ *Bronchwig*، فإن هذا يعني ميلاد المذهب الحسابي *Doctrine arithmétisant* الذي يهدف إلى رد التحليل إلى الأعداد وتأسيسه على علم الحساب المعروف ليكتسب التحليل يقينا من تلك الأعداد[1].

ولبلوغ هذا الهدف كان على التحليليين أن يعودوا إلى أزمة الرياضيات الأولى حين اكتشف فيثاغورس وأتباعه الأعداد الصماء، التي وقفت كحجر عثر أمام تعميم الأعداد الصحيحة، فأدت إلى تبعية التحليل للهندسة واكتشاف مشكلات أخرى: كالتناقض في الأعداد اللامتناهية والأعداد التخيلية، والأعداد المركبة، فوجد التحليليون أنفسهم أمام أخطاء ميتودولوجية متوارثة تحتاج إلى تصحيح وحل نهائي يقيني ويمكن إيجاز هذه الأخطاء فيما يلي:

1 ــ لم يكن هناك تعريف دقيق للأعداد الصماء والتخيلية، ومن ثم لم يكن هناك أساس للافتراض القائل بأن موضع أي نقطة في مكان يمكن أن يحدد بثلاثة إحداثيات عددية.

[1] ــ محمد ثابت الفندي : فلسفة الرياضة ، ص 97 .

2 ــ لم يكن هناك تعريف للاتصال، ولا منهجا للتعامل مع مفارقات الأعداد اللامتناهية .

3 ــ لم يكن هناك أساس منطقي لمفهوم العدد ذاته[1].

من خلال عرض هذه الأخطاء يتضح أن المراحل التي مر بها التحليل بغية خروجه من أزمته، بدأت بترويض الأعداد الصماء والتخيلية وإخضاعها للأعداد الصحيحة وصولا إلى مرحلة تدليل الصعوبات الناجمة عن تخيل الأعداد اللامتناهية وردها إلى الأعداد الصحيحة. وبإنجاز هاتين المرحلتين يكون التحليل قد رد بأكمله للحساب[2].

إن أول من اكتشف الأعداد الصماء *Les racines* هم الفيثاغريون فقد لاحظوا أن النسب بين بعض الأبعاد خاصة بين الوتر وأضلع المربع نسب صماء، أي لا تقاس بالأعداد الصحيحة[3]، إلا أن اكتشافها كان انعكاسه سلبي على نظرية فيثاغورس، ذلك أن العدد الأصم لا يمكن تعريفه كعدد متناه من الأعداد الصحيحة، بل يحتاج دائما إلى سلسلة لا متناهية من هذه الأعداد، وهذه الأزمة التي وقع فيها فيثاغورس مردها إلى نظرته الشيئية للأعداد وعدم قدرته على التحول من الأساس الأنطولوجي إلى الأساس المنهجي للعدد.

وقد حاول الفيثاغوريون حل هذه الأزمة من خلال وضع جداول حسابية للأعداد الصماء تحتوي على علاقات ونسب بين أعداد طبيعية فحسب، فهي جداول تعطي مثلا أقرب سلسلتين من الأعداد الطبيعية لعدد أصم معين، إحداهما أقرب تسلسله إليه بالنقص والثانية أقرب إليه بالزيادة فيقع العدد الأصم بينهما وتلك هي البذرة الأولى لفكرة تعميم العدد[4] .

---

[1] ــ صلاح محمود محمد عثمان : الاتصال واللاتناهي بين الفلسفة والعلم ، ص 99 .

[2] ــ المرجع نفسه ، ص100 .

[3] ــ برتراند راسل : مقدمة لفلسفة الرياضة ، ترجمة : محمد مرسي أحمد ، مؤسسة سجل العرب ، القاهرة ، 1980 ، ص 18 .

[4] ــ محمد ثابت الفندي : فلسفة الرياضة ، ص 106 .

ومع انتقال أزمة الأسس إلى التحليل في العصر الحديث حاول الرياضيون مواصلة ما بدأه الفيثاغوريون، أي تحسب التحليل، وذلك انطلاقا من فكرة رئيسية هي أن الأعداد الطبيعية تكون متوالية وإلى هذه المتوالية يمكن أن ترد الأعداد بأنواعها المختلفة شيئا فشيئا وفق قواعد صورية متناسقة تخضع لها تلك الأعداد[1].

والبداية أولا بالأعداد الطبيعية *les nombres entiers* (0، 2، 3، ....+∞) وهي متسلسلة أكثر ألفة في الرياضيات، وفيها نجد مجموعة الأعداد الصحيحة وهي: (−∞،... −2 ، −1، 0، 1).

ويتضح هنا أن هناك أعداد موجبة *nombre positif*، وأعداد سالبة *nombre négatif*، وهي متسلسلة الأعداد الصحيحة. ولو مثلت الأعداد لكانت الأعداد الموجبة على يمين الصفر والسالبة على يسار.

ومن متسلسلة الأعداد الصحيحة ، يمكن المرور إلى الأعداد الناطقة أو الكسرية *Les nombres fractionnaires* فيمكن القول الكسر $\frac{أ}{ب}$ حيث أن العلاقة التي تقوم بين زوج من الأعداد الصحيحة، بحيث ب≠ [2]، ويرمز لمجموعة الأعداد الكسرية بالرمز ك. وبذلك تصبح مجموعة الأعداد الصحيحة جزء من مجموعة الأعداد الناطقة (الكسرية)، فالعدد الكسري $\frac{أ}{ب}$ يمكن إرجاعه إلى عدد صحيح موجب أو عدد صحيح سالب مثال: $\frac{8}{2} = 4$ ، $\frac{10}{2} = 5$ ، $\frac{15-}{3} = -5$ .... الخ .

وعليه هناك أعداد كسرية موجبة و أعداد كسرية سالبة، ومن الأعداد الناطقة توجد الأعداد الحقيقة التي تشمل الأعداد الصماء ، بالإضافة إلى الأنواع السابقة من الأعداد. وفي تعريف الأعداد الصماء توجد نظريتين هما: نظرية الحد ونظرية القطع.

أ ــ نظريـــة الحـــد: هذه الفكرة أدخلها كوشي، وتعني أن هناك قيم متعاقبة، عندما تقترب هذه القيم من متغير ما اقترابا شديدا من قيمة ذاتية معطاة مسبقا، بحيث لا تفترق عن هذه القيمة الثابتة إلا بأقل ما تشاء من القيم، فإن هذه القيم تسمى حدا لكل تلك القيم. والعدد الأصم عند كوشي هو حد بهذا المعنى، فهو حد لكسور مختلفة التي تمد بقيم

[1] ــ برتراند راسل : أصول الرياضيات ، ص 108 .

[2] ــ صلاح محمود محمد عثمان : الاتصال واللاتناهي بين الفلسفة والعلم ص 105 .

تقترب شيئا فشيئا من هذا الحد[1]، مثال ذلك: $\sqrt{3}$ =1,732050808، $\sqrt{2}$=1,41421356

ب ــ نظريـــة القطـــع: قال بها جورج كانتور وديديكند وتنص على أنه يمكن أن تقطع بطرق مختلفة مجموعة من الأعداد الناطقة إلى مجموعتين أ و ب، ويكون كل عدد من المجموعة (أ) أقل من كل عدد في مجموعة (ب)[2]. مثال: $\sqrt{1}$، $\sqrt{2}$، $\sqrt{3}$، $\sqrt{4}$، $\sqrt{5}$، $\sqrt{6}$، $\sqrt{7}$، $\sqrt{8}$، $\sqrt{9}$. توضع المجموعة عند العدد الأصم $\sqrt{5}$، أ={$\sqrt{1}$، $\sqrt{2}$، $\sqrt{3}$، $\sqrt{4}$}، ب ={$\sqrt{6}$، $\sqrt{7}$، $\sqrt{8}$، $\sqrt{9}$} وهكذا أصبحت كل من النظريتين الحد والقطع، منذ ذلك الوقت جبر يمكن من خلالها الانتقال من الأعداد الطبيعية إلى الأعداد الصماء المتمثلة بالأبعاد الهندسية. وبذلك ربطت الهندسة بالأعداد نهائيا عن طريق الأعداد الصماء، التي ترد بدورها عن طريق الحد أو القطع إلى الأعداد الموجبة .

جـــ ــ الأعـــداد التخيليـــة: *Les nombres imaginatives*

إن الأعداد التخيلية قد حلت الكثير من المشاكل في ميدان التحليل، فحسب برانشفيك أن القرن التاسع عشر يعتبر قرن الأعداد التخيلية، وتسمى أيضا بالأعداد الخيالية لأنها جزء من العدد المركب وبرأي راسل، العدد المركب يعني عددا يدخل فيه الجذر ألتربيعي لعدد سالب، لذلك وجب أن يكون العدد الذي مربعه سالبا عددا من نوع جديد. فإذا استخدمت «ي» للجذر ألتربيعي «−1» أي عدد يدخل فيه الجذر التربيعي لعدد سالب يمكن أن يعبر عنه في صورة س+ي ص، حيث س وص عددان حقيقيان ويسمى ي ص بالجزء التخيلي للعدد ، أما س فهو الجزء الحقيقي[3]. لكن في الوقت الحاضر استبدلت "ي" بـــ "ت" وتكتب بذلك:

ص= س+ت ع

س: الجزء الحقيقي

ت ع: الجزء التخيلي

لكن كيف يمكن رد الأعداد التخيلية إلى الأعداد الطبيعية؟

---

[1] ــ محمد ثابت الفندي : فلسفة الرياضة ، ص 108 .

[2] ــ برتراند راسل : مقدمة لفلسفة الرياضة ، ص 77 .

[3] ــ محمد ثابت الفندي : فلسفة الرياضة ، ص 104 .

يرى علماء التحليل أن الأعداد التخيلية ما هي إلا انعكاسا لأعداد الحقيقية أو الاعتيادية على مرآة خيالية.

كما يمكن تركيب الأعداد الحقيقية بداية من الواحد الصحيح، ويمكن أيضا نركب الأعداد التخيلية مبتدئين بالوحدة الأولى منها وهي $\sqrt{-1}$ والتي يرمز لها بحرف "ت"، وعليه فإن $\sqrt{-9} = \sqrt{9} \times \sqrt{-1}$ = 3 ت

وأن $\sqrt{-7} = \sqrt{7} \times \sqrt{-1}$ = 2,646 ت

وهكذا يكون لكل عدد اعتيادي ما يناظره في الأعداد التخيلية، يمكن أيضا أن الجمع بين الأعداد الاعتيادية والتخيلية في صيغة واحدة مثل:

$\sqrt{+5} + \sqrt{-15}$ = 5+15ت وتعرف هذه الأرقام المهجنة بالأعداد المركبة *les nombre complexes*، وتأخذ الصورة الرمزية (س+ص ت)، حيث س، ص حقيقيين.

من خلال تعريف العدد المركب س + ص ت يتضح أنه لو كانت:

س= 0 فإن (س+ص ت) = [س+ (0 × ت] = س

أما لو كانت ص=1، س=0

فإن (س + ص ت) = [0 + (1 × ت)] = ت

ومن ثم (س+ ص ت)^2 = ت^2 = −1.

وهكذا يمكن أن يكون العدد التخيلي امتدادا لفكرة العدد الصحيح، وهذا يعني رد التحليل برمته إلى العدد الذي أصبح هو الأساس الوحيد للرياضيات.

لقد بذل في ذلك مجهودات معتبرة، وقدمت نظريات إضافية جديدة معقدة واقترحت تعريفات للمصطلحات الأساسية لعلم الرياضيات، كذلك تم تجاوز مسألة لا تناهي الأعداد باعتبار أن كل عدد طبيعي يتبعه عدد طبيعي آخر[1].

وهكذا انصرفت الجهود إلى ميدان العدد، الأمر الذي أدى إلى توسيع هذا الميدان، ومن ثمة القيام بإرساء دعائم نظرية جديدة هي: نظريات المجموعات *théorie des ensembles* والتي أصبحت لها مكانة هامة في التفكير الرياضي[2]، لكن الرياضيين لم

[1] _ Henri Poincaré : Science et Méthode ,Op- Cit , P 159 .
[2] _ Ibid , P 160 .

يتفقوا على المبادئ الأساسية التي اتخذت كمنطلقات لتشييد نظرياتهم، الأمر الذي نجم عنه ما اصطلح عليه: أزمة مبادئ الرياضيات .

3 ــ أزمــة مبــادئ الــرياضيــات:

في سياق التطور الحاصل في علم الرياضيات مع نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين، ومع ظهور الهندسات اللاإقليدية، وانهيار فكرة الاتصال في التحليل، بدأ النقاش بين فلاسفة الرياضيات حول مشكلة أسس التفكير الرياضي، ما هي طبيعتها؟ وكيف يمكن أن تبرر اليقين المطلق الذي يتصف به علم الرياضيات؟ لقد كانت محاولات التصدي لهذه المشكلة كما يلي:

أ ــ النــزعــة المنطقيــة:

كان "ليبنيتز" أول من أبرز التشابه بين المنطق والرياضيات، فالتفكير الرياضي كله عبارة عن عمليات استنتاج، تتم انطلاقا من مبادئ منطقية، كذلك بواسطة مبادئ منطقية، كما أن البديهيات: "*Axiomes*" في الرياضيات يمكن أن ترد بالتحليل إلى معان منطقية[1].

وهكذا فإن "ليبنيتز" قد عمل على رد التفكير الرياضي كله إلى التفكير المنطقي، وهذا هو جوهر النزعة المنطقية.

إن معالم هذه النزعة تتضح خصوصا مع "فريجه" ثم "راسل"، فالرياضيات عند هذا الأخير ما هي إلا امتداد للمنطق، حيث يقول: «فنحن إذا بدأنا من مقدمات قد نسلم كليا أنها تنتمي إلى المنطق، وانتهيت إلى نتائج من الواضح أنها تنتمي إلى الرياضيات، رأينا أنه ليس هناك خط فاصل يمكن رسمه، بحيث يوضع المنطق على يساره والرياضيات على يمينه »[2].

لقد عمل "راسل" على تحليل الرياضيات تحليلا منطقيا، بردها إلى أصولها المنطقية ثم تحليل تلك الأصول نفسها تحليلا ينتهي إلى عدد قليل من الفروض، التي من خلالها يمكن استنباط جميع قواعد المنطق والرياضيات معا، فالرياضيات –كما سبق بيانه– يمكن

[1] ــ برتراند راسل : أصول الرياضيات ، ص 33 .

[2] ــ نقلا عن زكي نجيب محمود : المنطق الوضعي ، مكتبة أنجلو المصرية ، ج2 ، ط4 ،1966 ، ص 113

ردها كلها إلى فكرة العدد الطبيعي، وهذا الأخير الذي يعرف برده إلى مفاهيم و حدود منطقية، ومنه فإن الرياضيات كلها يمكن ردها إلى المنطق.

ويعرف "راسل" الرياضيات بقوله: «هي جميع القضايا التي صورتها "ق" يلزم عنها "ك"، حيث ق، ك قضيتان تشتملان على متغير واحد أو جملة متغيرات هي بذاتها في القضيتين، علما بأن كلا من ق، ك لا تشتمل على ثوابت غير الثوابت المنطقية»[1].

فلا ينبغي أن يدخل في علم الرياضيات كائن لا يمكن تعريفه ماعدا الثوابت المنطقية وعليه يجب أن لا يدخل في الرياضيات من المقدمات أو القضايا التي يمكن إثباتها غير تلك التي تعالج فقط بالثوابت والمتغيرات.

وهكذا فإن فلسفة الرياضيات أو بالأحرى ابستيمولوجيا الرياضيات –حسب هذه النزعة– تتخلص في عملية تحليلات منطقية للمدركات الرياضية، التي ترتد كلها إلى فكرة العدد الطبيعي، لكنها لم تلق الإجماع من قبل الرياضيين ذوي النزعة الأكسيوماتيكية.

ب – النزعـــة الأكسيوماتيكيـــة:

من أهم ممثلي هذه النزعة –التي تسمى أيضا النزعة الصورية الصرفة– "هلبرت" *David Hilbert* (1862ـــ1943)، حيث تم تعميق فكرة المسلمات في الرياضيات والمنطق، فلم يعد هناك فرق بين المسلمة والبديهية، إنهما مسميان لمعنى واحد، فكلاهما أوليات يعتمد عليها في تشييد أنساق رياضية أو منطقية[2].

إن "هلبرت" في محاولته لتجاوز أزمة الأسس التي بدأت في الانتشار خصوصا بعد ظهور الهندسات اللاإقليدية، وانهيار فكرة الاتصال في التحليل، لا يرى أن أساس التفكير يرتد إلى المنطق كما اعتقد أصحاب النزعة المنطقية بل إن كليهما –الرياضيات والمنطق–، نبعان متوازيين من أصل واحد أبعد منهما يتمثل في الطريقة الأكسيوماتيكية، أي الصورية الصرفة، التي هي الأساس الأول والغير مباشر لكل من الرياضيات والمنطق.

ويؤكد ممثلو هذه النزعة أنه لكي تستقيم الرياضة والمنطق كعلمين استنباطيين يقينيين، يجب الذهاب إلى أبعد من حدودهما الابتدائية، التي تعتبر منطقية، ويجب تجريد

[1] ـــ برتراند راسل ، أصول الرياضيات ، المرجع السابق ، ص 31 .

[2] _ Henri Poincaré : Science et Méthode ,Op- Cit , P 144

تلك الحدود عن كل ما يتعلق بها من المنطق أو الحدس الحسي حتى الحصول على مسلمات أو حدود أولية مجردة، لا هي إلى المنطق، ولا هي إلى الرياضيات، إنها مجرد رموز اسمية، "*Nominal*" توضع وضعا، ولهذا تسمى أكسيوماتيكية أو صورية[1].

إن اختيار المسلمات أو البديهيات أي الأوليات عموما، كمجرد فرض يتم قبوله على أساس اختيار واع ، لا على أساس طبيعته الخاصة، وهنا يمكن أن يطرح التساؤل الآتي:

ما هو الأساس الذي يشكل مصدرا لليقين في البرهان الرياضي ؟

يجيب ممثلي هذه النزعة بأن المهم في أي قضية من القضايا، التي تتخذ أساسا يشيد عليه البرهان، يتمثل في الدور الذي تلعبه القضية في هذا البناء، لا مقدار ما تتمتع به من الوضوح أو البداهة ، فالصورة في البرهان الرياضي لم تعد متعلقة بالقضايا الأولية نفسها، أي لا يهم صدقها الواقعي، وهذا بالابتعاد عن أي نوع من أنواع الحدس الحسي[2].

إن الضرورة هنا تتعلق فقط بالرابطة المنطقية، التي تجمع بين القضايا المختلفة في النسق الاستدلالي الواحد.

فمثلا الهندسة الإقليدية التي وضعت على أساس حدسي واقعي، تعرضت لمحاولة تجريدها عن أساسها الحسي، وهذا على يد "هلبرت"، الذي حاول تقديم صياغة للهندسة الإقليدية أكسيومية، تمتاز بالتماسك المنطقي.

بنى "هلبرت" نظامه الأكسيومي للهندسة الإقليدية على واحد وعشرين حدا أوليا، موضحا أن تلك الحدود الأولية ضرورية وكافية للبرهنة بدقة وصرامة على جميع القضايا المعروفة في الهندسة الإقليدية، المستوية منها والفراغية. لقد تم النص صراحة على جميع الأوليات التي تقوم عليها الهندسة الإقليدية؛ بذلك أمكن الكشف عن أوليات كانت تستعمل في هذه الهندسة، ولكن بشكل ضمني فقط ، أي دون التصريح بها، لقد تم تصنيف تلك الأوليات كما يلي:

[1] _ Henri Poincaré : Science et Méthode , Op- Cit P145 .
[2] _ Op- Cit , P 147 .

1 ــ أوليـــات الترابـــط :"*Axiomes d'association*

هي تلك التي تقيم رابطة معينة بين الكائنات موضوع الدراسة، وهي النقطة، المستقيم، المستوي ومن هذه الأوليات يتم وضع قضايا مثل:

«النقطتان المتمايزتان تحددان مستقيما واحد يمر عبرهما»

«النقط الثلاث المتمايزة، التي لا تقع على استقامة واحدة تحدد مستويا يشملها»

2 ــ **أوليـــات التوزيـــع:** "*Axiomes de distribution*"

هي التي تحدد العلاقة المعبر عنها بكلمة "بين" *Entre* " ، وتسمح انطلاقا من هذه العلاقة بتوزيع النقط على مستقيم، المستوي، الفضاء.

3 ــ أوليـــات التـــوازي: " *Axiomes de parallèles* "

هي التي تحدد العلاقة المعبر عنها: «إذا وقع خط مستقيم على خطين مستقيمين فتصير الزاويتين الداخلتين في جهة واحدة اقل من قائمتين ، فالخطان يلتقيان إن أخرجا إلى غير حد في تلك الجهة بعينها».

هذه العبارة الأصلية لمسلمة "اقليدس" الشهيرة، التي تقدم للتلاميذ بصيغة أخرى ابسط: «لا يمر من النقطة الواحدة إلا مستقيم واحد، يوازي مستقيما معلوما».

4 ــ أوليـــات التطابـــق: " *Axiomes de convergences*"

تتعلق بالتساوي الهندسي.

5 ــ أوليـــة الاتصـــال:" *Axiomes de continuité*"

تتعلق بما يعرف: «بديهية أرخميدس» التي تنص على: «انه إذا أضفنا بالتتابع جزء المستقيم إلى نفسه مرات متتالية، انطلاقا من نقطة على مستقيم، فإنه يمكن دوما تجاوز أو تعدي أية نقطة في هذا المستقيم، مهما بعدت هذه النقطة»[1].

انطلاقا من الأوليات السابقة، قام "هلبرت" بالبرهنة على جميع النظريات المعروفة في الهندسة الإقليدية، و قد حرص في ذلك على تحقيق شروط البناء الأكسيومي كما يلي:

[1] ــ برتراند راسل : أصول الرياضيات ، ص ص : 56 ، 57 .

ــ يجب النص صراحة على القضايا الأولية، التي تعرف بها جميع الحدود الأخرى.

ــ يجب أن تكون العلاقات القائمة بين الحدود الأولية، علاقات منطقية محضة، ويجب بقاء هذه العلاقات مستقلة عن المعنى المشخص، الذي يمكن إعطاؤه لتلك الحدود.

ــ يجب أن تكون العلاقات القائمة بين الحدود الأولية، وبين الحدود الأولية والقضايا الأخرى، هي وحدها التي تتدخل في البرهان، وذلك بالاستقلال التام عن معاني الحدود، أي الإمتناع عن الاستعانة بالأشكال الهندسية[1].

إضافة إلى هذه الشروط الثلاثة، هناك خاصيتان أساسيتان، لابد منهما في كل بناء أكسيومي، هما استقلال أولياته بعضها عن بعض، وعدم تناقضها فيما بينها[2].

وعلى غرار الصياغة الأكسيومية لهندسة "اقليدس"، يمكن إعطاء مثال آخر عن صياغة أكسيومية للأعداد الطبيعية، وهي صياغة من وضع الرياضي "بيانو أسسها على ثلاثة حدود أولية[3] هي: الصفر، العدد، "التالي لـــ..." "*Successeur de ...* " وعلى خمس قضايا أولية هي:

- الصفر عدد طبيعي.
- التالي لعدد عدد.
- لا يمكن أن يكون لعددين ما، أو أكثر، نفس التالي.
- ليس الصفر تاليا لأي عدد.
- إذا كانت خاصية ما تصدق على الصفر، وإذا كانت هذه الخاصية عندما تصدق على عدد ما، تصدق أيضا على العدد التالي، فإنها تصدق على جميع الأعداد .

إن ما يعنيه هذا البناء الذي قدمه "بيانو" ليس فقط الأعداد الحسابية، بل إنه يحدد بنية أعم تتمثل في "المتتاليات" " *Les suites* " على العموم.

---

[1] _ Blanche Robert :L'axiomatique ,P.U.F , 1972 , P 29 .

[2] _ Ibid. , P 30 .

[3] ــ برتراند راسل : أصول الرياضيات ، ص66

وهكذا يتبين أن هذه النزعة قد حاولت جعل الرياضيات كلها نظاما فرضيا، استنتاجيا، مبتعدة عن التصنيف التقليدي للرياضيات حسب موضوعها إلى حساب، جبر تحليل وهندسة، لقد دعت إلى تصنيف أخر يقوم على أساس علاقات وبنيات في أعلى مستويات التجريد، وعلى الرغم من أن هذه النزعة قد بقيت متداخلة في أبحاثها وتحليلاتها مع النزعة المنطقية إلا أنها بقيت عاجزة عن تفسير مصدر الإبداع في التفكير الرياضي، إن لعنصر الإبداع دورا خلاقا في التفكير الرياضي، و هو الرأي الذي قدمه "بوانكاريه" في محاولة للتوفيق بين النزعتين المتعارضتين.

4 ــ وظيفة الحدس في الرياضيات عند بوانكاريه:

يمثل هذا الموقف نزعة في التفكير الرياضي، تمتد إلى جذورها في الفكر القديم، إذ نجد كل من أرسطو، أقليدس، فيثاغورس، قد شيدوا أنساقهم الرياضية بوحي من الحدس، الذي يعتبر رؤية عقلية ضرورية مباشرة لحقائق الأشياء. وفي العصر الحديث يعتبر ديكارت من أبرز ممثلي هذه النزعة، كما أن ليبنيتز على الرغم من أنه صنف ضمن المنطقيين، يشيد بأهمية الحدس –على غرار مؤسسها كانط– وبسهولة براهينه يقول: «إن علماء الهندسة يستطيعون البرهنة بكلمات قليلة على قضايا يصعب إثباتها عن طريق الحساب إلى حد بعيد، فالطريق الجبري يؤدي دائما إلى الهدف، ولكنه ليس على الدوام أفضل الطرق»[1].

وفي الفكر المعاصر يعتبر بوانكاريه أحد الأقطاب البارزين لهذه النزعة، وعلى العموم يرى الحدسيون خاصة بوانكاريه أن الرياضيات لا تشتق من المنطق، كما ذهب إلى ذلك راسل، بل تحتاج إلى تجربة من نوع خاص هي الحدس التجريبي بالمفهوم الكانطي[2]. فالحدس ضروري لكل علم، بل هو أساس العلوم الطبيعية والرياضية، إذ قرر المفكرون أنه لا إدراك إلا بالحدس ولا علم إلا بالإدراك .

[1] ــ ليبنيتز نقلا عن موي بول :المنطق و فلسفة العلوم ، ترجمة : فؤاد حسن زكريا ، دار النهضة مصر ، القاهرة ، ص 226 .

[2] ــ محمد عابد الجابري : مدخل إلى فلسفة العلوم ، ص 112 .

وعلى الرغم من اختلاف هؤلاء العلماء حول وجود البنى الرياضية المجردة، ما بين قائل بأنها أفكار من صنع العقل، وقائل على أنها كائنات مستقلة يكتشفها العقل ولا يؤلفها، إلا أنه لديهم شبه إجماع على أن الحدس –أو الرؤية الكلية المباشرة– هو السبيل الأوحد للمعرفة الرياضية، و إن كان ذلك لا يعني استبعادهم للاستدلال المنطقي كدرجة من درجات المعرفة تأتي سابقة أو لاحقة أو ملازمة للحدس.

لكن الصعوبة التي تعترض أنصار الحدس هي تحديد معنى الحدس ذاته، فليس المقصود حدس الأشياء الحسية، بل هو رؤية مباشرة وكلية لا تقبل التعريف بأكثر من هذا، فهو كما يقول بوانكاريه: «لغة لا تتعلم»[1]، وقد عارض بوانكاريه وأتباعه من أمثال هيتينغ *Heyting Arnold* وبرووير *Bruare Claude* وغيرهم المذهب اللوجستيكي، والمذهب الأكسيوماتيكي ورفعوا من منزلة الهندسة باعتبارها أساس العلم الرياضي تطبيقا لفكرة كانط عن الأحكام القبلية، أو المسبقة للمكان، والحدس المكاني كشرط لإقامة الرياضيات، فابتعدوا بذلك عن الصورية، كما ابتعدوا عن فكرة البداهة الديكارتية، وركزوا على فكرة الحدس الرياضي كتجربة مباشرة . فديكارت قد أقام منهجه على أساس من الحدس والاستنتاج، فالحدس عنده رؤية عقلية مباشرة لحقائق بسيطة، ومن هذه الحقائق البسيطة نستنتج حقائق أخرى، فأساس المعرفة عنده أي قاعدتها الأساسية هو الحدس ولذلك يصنف ضمن الحدسيين رغم تحويله الهندسة إلى الجبر[2].

وخصوبة الاستدلال الرياضي ترجع إلى الحدس، وهذا ما ذهب إليه بوانكاريه في قوله: «إذن فمن الواجب التسليم بأن الاستدلال الرياضي يمتلك بالذات ضربا من القوة الإبداعية، وبأنه بالتالي متميز عن القياس المنطقي»[3]. معنى هذا أن الإبداع الذي يتوفر عليه الاستدلال الرياضي مرده إلى الحدس، إذ لهذا الأخير عظيم الأثر في مجال الاختراع أو الكشف، أنه إشراق مفاجئ تكشف فيه النفس عن فكرة أو صورة جديدة، لهذا فإن بوانكاريه ينظر إلى طبيعة الاستدلال الرياضي من وجهة نظره الحدسية، فهو يرى أن الحدس هو مصدر المعرفة الرياضية الخالصة . فالرياضيات تتوفر على أداة فريدة في

[1] _ Henri Poincaré : Science et Méthode ,Op- Cit , P 31 .

[2] ــ توفيق الطويل : أسس الفلسفة ، دار النهضة العربية ، القاهرة ، ط7 ، 1979 ، ص 148 .

[3] ــ هنري بوانكاريه : العلم والفرضية ، المصدر السابق، ص 80 .

الاستدلال بالاستقراء التام، تمكنها من الإمساك المباشر بعدد لانهائي من الأحكام الرياضية الخاصة بواسطة مبدأ عام، كما تمكنها في نفس الوقت من إنتاج حقائق جديدة لا تتضمنها المقدمات التي ينطلق منها البرهان .

وبوانكاريه هنا يقترب من الموقف الكانطي خصوصا عندما يساوي بين الأساس الذي يقوم عليه هذا النوع من الاستقراء، وبين الأحكام التركيبية القبلية التي قال بها كانط.

لذلك يأخذ بوانكاريه على عاتقه أن يثبت أن الاستدلال الرياضي لا يمكن إرجاعه إلى القياس الذي لا يأتي بجديد، وإنما هو في أساسه تعميمي ، مما يفسر طابع الخصوبة الذي لا سبيل لإنكاره في العلوم الرياضية[1].

ويؤكد بوانكاريه على دور كل من الحدس والمنطق في الرياضيات، ويبني تحليله لهذا الدور على أساس المقارنة بين الفكر التحليلي (المنطق) والفكر الهندسي (الحدس)، إذ أن لكل من المنطق والحدس دورا ضروريا وكلاهما لا غنى عنه، فالمنطق هو الذي يستطيع وحده أن يقدم اليقين، فهو إذن أداة للبرهنة، أما الحدس فهو أداة للاختراع.

بقول بوانكاريه في شأن المنطق والحدس: «من غير الممكن أن ندرس أعمال كبار الرياضيين، وحتى الصغار منهم من غير أن نميز فيها بين اتجاهين متقابلين، أو على الأصح نوعين من الفكر متباينين كليا، الصنف الأول من هؤلاء الرياضيين منطقي بالدرجة الأولى... أما الصنف الثاني من أولئك الرياضيين منطقي فيسترشد بالحدس ويحقق أصحابه من المحاولة الأولى فتوحات سريعة »[2].

لقد حاول بوانكاريه تقريب عمل الحدس في الفكر الرياضي إلى الأذهان، عن طريق إعطاء أمثلة إجرائية لبديهيات تستعمل أساسا في الاستدلالات الرياضية، وهي من عمل الحدس وحده لا غير و يحدد بوانكاريه تلك البديهيات فيما يلي:

1 ــ المقداران المساويان لثالث متساويان .

[1] ــ موي بول :المنطق و فلسفة العلوم ، ص 129

[2] ــ هنري بوانكاريه : قيمة العلم ، المصدر السابق، ص 13 .

2 ــ إذا كانت نظرية صحيحة بالنسبة للعدد1، وإذا برهنا على صحتها بالنسبة لــ (ن+1) شريطة أن تكون صحيحة بالنسبة لــ(ن)، فإنها صحيحة لجميع الأعداد الصحيحة. يعلق بوانكاريه على هذه البديعية واصفا إياها بأنها حكم تركيبي قبلي حقيقي وهي أساس الاستقراء الرياضي.

3 ــ إذا كانت النقطة (ج) توجد بين (أ) و(ب) على مستقيم، وإذا كانت النقطة توجد بين (أ) و(ب). وهذه البديهية تقتضي الاستعانة بالمخيلة.

من نقطة خارج مستقيم لا يمر إلا مواز واحد لذلك المستقيم، وهذه البديهية تعتبر تعريف مقنع *Définition déguisée*[1]

ومن خلال هذه البديهيات الأربع يستنتج بوانكاريه أن الحدس لا يكون قائما دوما على شهادة الحواس، إنه يتعدى هذه الشهادة، باعتبار أن الحواس سرعان ما تعجز، ومنه يقرر وجود أنواع مختلفة من الحدس:

1 ــ الحــدس العــادي: الذي يرتكز على الحواس والمخيلة، إنه الحدس الذي اعتمد عليه اقليدس في تشييد نسقه الهندسي.

2 ــ الحــدس الاستقرائــي: وهو المستخلص من طرق البحث في العلوم التجريبية، ويتصف بعم اليقين.

3 ــ حــدس العــدد المحــض: الذي ترجع إليه البديهية الثانية، إنه الحدس الذي يتأسس عليه الاستدلال الرياضي عموما.

أن هذا النوع الأخير من الحدس هو الذي يمكن أن يعول عليه في إقامة بناء رياضي يتصف بالصرامة واليقين، إنه يضمن الإبداع في التفكير الرياضي هذا إن دل عن شيء فإنما يدل عن أهمية الحدس من جهة ومن جهة أخرى فإن المنطق لا يكفي، وأن علم البرهان ليس هو كل علم، وأن الحدس يجب أن يحتفظ بدوره المكمل بل يمكن القول أن الحدس هو الثقل الذي يحفظ التوازن ، أنه الترياق الذي يقضي على السم، إنه كذلك بالنسبة للمنطق.

[1] ــ هنري بوانكاريه : قيمة العلم ، ص 18

ومن هنا فإن بوانكاريه يؤكد على أهمية و ضرورة الحدس، ويعطي لذلك أمثلة من الواقع، إذ يرى أن الحدس له أهمية كبيرة خاصة في تعليم الرياضيات، إذ بدونه لا يمكن للطلاب تعلم الفكر الرياضي حيث يقول: «ولقد أتيحت لي الفرصة من قبل لكي أؤكد علي المكانة التي ينبغي أن يحتفظ بها الحدس في تعليم العلوم الرياضية، فبدون الحدس لن تعرف العقول الشابة كيف تفهم أصول الرياضيات... وعلى الخصوص فإنها بدون الحدس لن تصبح قادرة على تطبيقها»[1]. فبالحدس وحده يتمكن الدارسون من تطبيق الرياضيات فهو أكثر جدوى للعالم المبدع في الرياضيات.

مما تقدم يظهر أن بوانكاريه لما قال بأهمية الحدس فأنه بذلك أكد على أهمية الفرض، إذ آن العنصر السيكولوجي المتضمن في الفرض عادة ما يشير إلى أن الفروض تأتي من الحدس الذي يتمتع به العالم فالحدس.

وهو الذي يزيل الحواجز الزمنية والمكانية بين المبدع والموضوع، ويجعله ينفذ إليه بنوع من التعاطف، ويعرف برغسون (1859-1941) هذا الحدس الخلاق، بأنه الغريزة وقد صارت غير مبالية أو مكترثة، بل شاعرة بنفسها فقط وقادرة على تأمل موضوعها[2].

إن دراسة أعمال العلماء واكتشافاتهم العلمية تكشف الصلات الوثيقة بين الفرض والحدس، فأعظم الاكتشافات التي أنجزها العلماء للبشرية جاءت وليدة إما الخيال أو الحدس.

ولا تقل أهمية الحدس في الكشف العلمي عن الخيال، فأنشتاين مثلا *Albert Einstein*(1879-1955) يجعل له الصدارة في الكشف العلمي، ولكن بعض المناطقة ينظرون إلى عامل الحدس على أنه قفزة لا عقلية، أو لا منطقية من المجهول إلى المجهول، و يشيرون بهذه القفزة إلى الفرض[3].

---

[1] – هنري بوانكاريه : قيمة العلم ، ص 20.

[2] ــ كامل محمد محمد عويضة : كارل بوبر فيلسوف العقلانية النقدية ، مراجعة : محمد رجب البيومي ، دار الكتب العلمية ، بيروت ،ط1 ، 1995 ، ص102 .

[3] ــ ماهر عبد القادر : فلسفة العلوم المنطق الاستقرائي ، ص 64 .

وانطلاقا من هذا، يمكن القول أن الحدس معرفة مباشرة بالأشياء تختلف صورته باختلاف موضوعاته، فهناك "**الحدس العقلي**" مثل المبادئ الرياضية، التي تعد حدسا عقليا مباشرا ، وهناك "**الحدس الحسي**" مثل الموضوعات الخارجية، وهناك "**الحدس الكشفي**" ويتمثل في الأفكار التي تأتي على غير انتظار وتوصف بأنها وليدة "**الوحي** أو "**الإلهام**".

فالحدس الحسي هو الإطلاع المباشر على ما تعرضه الحواس من لون، وصوت ورائحة، وغير ذلك، وهذا الحدس يلعب دورا كبيرا في تكوين المعرفة. فبقول أرسطو: «إن الإحساس ليس معرفة، ولكن من يفقد الإحساس يفقد القدرة على التعلم »[1].

أما الحدس العقلي فيشمل الأوليات العقلية والبديهيات الرياضية، ومن الأمور التي يقدمها الحدس العقلي: المعاني الرياضية *Notion Mathématiques* كمعنى النقطة التي لا عرض ولا عمق ولا طول لها.

وأما الحدس الكشفي أو حدس الاختراع فله عظيم الأثر في التفكير لأنه يساعد على تجاوز التجربة والاستدلال[2].

فالعالم كثيرا ما تأتيه أفكار وهولا يفكر في شيء، فتزوده بفكرة جديدة وأصيلة تكشف عن نظرية جديدة كما عند بوانكاريه إذ يقول: «وذات يوم بينما كنت أسير فوق هضبة جاءتني فكرة متميزة مرة أخرى بنفس سمات التركيز والمفاجئة واليقين الفوري، بأن التحويلات العددية الخاصة بالمعادلات التربيعية المحدودة ذات المتغيرات الثلاثة هي نفس التحويلات الخاصة بالهندسة اللاإقليدية»[3].

فالفكرة التي طرأت على ذهن بوانكاريه إنما هي من قبيل "**الحدس الكشفي**" لأنها طرأت عليه المفاجأة وهو متوقف عن بحث الموضوع الذي كان منشغلا به. وأهم الصفات التي يضيفها عليها بوانكاريه طابع التركيز والمفاجأة واليقين في مجال علم الهندسة[4].

---

[1] ــ أرسطو نقلا عن جميل صليبا : المنطق ، المرجع السابق، ص 71 .

[2] ــ جميل صليبا : المنطق ، المرجع السابق ، ص ص 71 ، 72 .

[3] ــ ماهر عبد القادر : فلسفة العلوم المنطق الاستقرائي، ص 72 .

[4] ــ المرجع نفسه، ص 62 .

وتاريخ العلوم مفعم بالأمثلة التي تدل على أثر هذا الحدس في الاختراع العلمي والفني، فلما انكشفت الحقيقة لأرخميدس *Archimède* (287- 212 ق.م) خرج من الحمام صائحا: وجدتها! وجدتها! *EUREKA*، وقال باسكال *Pascal* (1623-1662) في مثل هذه الحالة: «أن المجهول يدرك إدراكا مباشرا، لا ببرهان ونظم ودليل»[1] أما بوانكاريه ففي نظره أن: «الحدس أو الشعور بالنظام الرياضي يكشف لنا النسب والعلاقات الخفية»[2]. وكما للحدس الكشفي أثر في العلوم الرياضية فكذلك له أثر في العلوم التجريبية والتطبيقية العملية، لأن الطبيب الحاذق يعرف طبيعة المرض قبل أن يدرس أعراضه، والقاضي البارع يدرك حقيقة المجرم قبل أن يجمع دلائله، وقد يكون الحدس الكشفي عقليا كما في الرياضيات، وقد يكون تجريبيا كما في العلوم الطبيعية[3].

ومن المؤكد أن الإلحاح على الهندسة الراهنة كان شديدا باعتبارها نظاما منطقيا، فالهندسة فخورة بما لها من "**يقين مطلق**" وتلك دعوى لا يمكن أن تكون قائمة على البحث التجريبي، وقد ذكر لويس روجر *Rougier louis* (1889-1982) في كتابه: "الفلسفة الهندسية عند هنري بوانكاريه" *The Geometrical philosophiy of Henri Poincaré*: «يبدو أن النظريات الهندسية تتمتع بيقين مزدوج الضرورة الأكيدة المنبثقة عن البرهان العملي، والدليل الحسي الذي نشأ في الحدس الفراغي، ويبدو أن النظريات مزدوجة في صحتها صحة شكلية نشأت في المنطق المتلاحم للمناقشات، وصحة مادية نشأت في اتفاق الأشياء مع أهدافها»[4].

وإذا كان الحدس يكتسي كل هذه الأهمية في التفكير الرياضي، فهل سيكون كافيا في عملية تأسيس كل المجالات والمسائل الرياضية؟ ومنه كيف يمكن التصدي لمشكلة الأسس في التفكير الرياضي؟

يجيب بوانكاريه بالنفي، فهو على الرغم من اعترافه بأهمية الحدس في عمليات الاستدلال الرياضي، إلا أنه يقرر بكل موضوعية عجز الحدس عن أن يمنحنا الصواب

---

[1] ــ جميل صليبا : المنطق ، ص 75 .

[2] _ Henri Poincaré : Science et Méthode ,Op- Cit , P 47 .

[3] ــ جميل صليبا : المنطق ، ص 75 .

[4] ــ لويس روجير نقلا عن فليب فرانك : الصلة بين العلم والفلسفة ، المرجع السابق ، ص 114 .

والتمسك بشأن مسائل عديدة طرحت في تاريخ الفكر الرياضي[1]، فمثلا بشأن العلاقة الرياضية بين الاتصال والتفاضل، وانهيار فكرة الاتصال في التحليل لم يكن الحدس قادرا على الخوض في هذه المسائل، فكل ما يقره الحدس هنا أن لكل دالة متصلة مشتقا، لأن لكل منحنى يمثلها مماسا.

لكن الحدس قد أخطأ هنا، لأنه تم اكتشاف دوال منفصلة، حيث تم الاعتماد على الأعداد التخيلية، لقد انحلت فيما بعد تلك الفكرة الغامضة التي يقدمها لنا الحدس عن الاتصال، وصار التفسير قائما على الأعداد، وهنا تم اللجوء إلى عملية تحسيب الرياضيات، ومنه التخلي عن حدس الأشكال الهندسية كضرورة ابستمولوجية.

وهكذا فإن الانتقال من الطبيعة الحدسية إلى الطبيعة المنطقية، كان استجابة لحتمية الصيرورة الفكرية، وهو في محاولة التوفيق بين النزعتين الحدسية والمنطقية، يقصد بالنزعة المنطقية الاتجاهين المنطقي (اللوجيستيقي) والأكسيوماتيكي (الصوري) يقول "بوانكاريه": «وليس هذا الاختلاف بين الفريقين راجعا إلى المادة التي يشتغلون بها، فليست هذه هي التي تفرض عليهم هذه الطريقة أو تلك، فعلى الرغم من أننا نقول غالبا عن رجال الفريق الأول إنهم تحليليون "*Analystes*"، وعن أصحاب الفريق الثاني إنهم هندسيون "*Géomètres* "، فإن هذا لا يمنع ذوي النزعة التحليلية من أن يظلوا تحليليين، حتى عندما يشتغلون بالهندسة، ولا ذوي النزعة الهندسية من أن يظلوا هندسيين حتى عندما يشتغلون بالتحليل المحض»[2].

إن طبيعة تفكير أولئك الرياضيين هي التي تجعل منهم منطقيين أو حدسيين، إنهم لا يستطيعون التخلص من نزعاتهم حين يعالجون المسائل الرياضية، وهذا ما يفسر اختلاف طرق حل المسائل، فهناك من يلجأ بحكم نزعة تركيبة إلى الطرق الهندسية، وهناك من يلجأ بحكم نزعة التحليلية إلى طريقة حسابية تحليلية، ومع ذلك فإنهم يصلون في نهاية المطاف إلى نتائج موحدة، يمكن إعطاء مثال عن هذا من تاريخ الرياضيات عند المسلمين في العصور الوسطى، حيث تم التصدي لحل العديد من المعادلات المعقدة بطرق هندسية بحتة، في حين أصبحت تلك المعادلات المعقدة في ظل تطور علم التحليل في

[1] ــ هنري بوانكاريه : قيمة العلم ، ص17

[2] ــ المصدر نفسه ، ص 13

العصر الحديث تحل بطرق تحليلية حسابية، وكلتا الطريقتين تؤديان إلى نفس النتائج، وهذا ما يضمن موضوعية العلم الرياضي: «إن هذين النوعين من الفكر ضروريان لتقدم العلم الرياضي، لقد أنجز المنطقيون أشياء كثيرة يعجز الحدسيون عن الإتيان بمثلها، وأنجز الحدسيون كذلك أشياء كثيرة لا يستطيع المنطقيون الاضطلاع بها، فمن يستطيع الادعاء أنه يفضل لو أن "ويرستراس" لم يكتب شيئا، أو أن "ريمان" لم يكن موجودا؟ إن لكل من التحليل و التركيب دوره المشروع»[1].

إن الإتجاهيين الحدسي والمنطقي، وعلى الرغم من التعارض العرضي الذي يبدو بينهما، إلا أنه تعارضا ظاهريا فقط، فهما متكاملان في تأسيس موضوعات علم الرياضيات.

مما سبق يمكن أن نستنتج الموقف التوفيقي الذي صاغه "بوانكاريه" بين النزعتين المنطقية والحدسية، معتبرا ممثلي الاتجاه الأكسيوماتيكي منطقيين، وبين إيجابيات كل نزعة، حيث وقف على الدور الإيجابي الذي لعبته في سبيل تطوير علم الرياضيات انطلاقا من التأسيس الصارم لموضوعاته.

وبهذا كان أحد الأقطاب البارزين و الممثلين لفلسفة الرياضيات في الفكر المعاصر

وهذه المكانة التي احتلها بوانكاريه في مجال الرياضيات لا تعود فقط إلى ما قدمه في تفسير طبيعة بديهيات الهندسة وأسسها، كما لا تعود أيضا إلى ما قدمه في إطار محاولة إيجاد حل لهذه الأزمة، بل تعود أيضا للبحث الذي قدمه حول طبيعة الاستدلال الرياضي، إذ يعتبر بوانكاريه من الأوائل الذين ميزوا البرهان الرياضي أو الإستدلال الرياضي عن غيره من أنواع البرهنة الأخرى ، فما هي طبيعة هذا الأخير عند بوانكاريه؟

ثالثـــا– طبيعـــة الاستـــدلال الـــريـــاضـــي: *raisonnement mathématique*

يعرف الاستدلال لغة بأنه الدليل.

أما اصطلاحا فأنه فعل الذهن الذي يلمح «علاقة مبدأ أو نتيجة» بين قضية وأخرى أو بين عدة قضايا، وينتهي بالحكم بالصدق أو الكذب أو إلى الحكم بالضرورة أو

[1] ــ هنري بوانكاريه : قيمة العلم ، ص 15 .

الاحتمال، هو استنباطي واستقرائي مباشر أو غير مباشر[1]. وهو أيضا عملية فكرية تتشكل من خلال الانتقال بين مجموعة من القضايا المقدمات التي تعطينا قضية واحدة كنتيجة[2].

والاستدلال هو البرهان الذي يبدأ من قضايا يسلم بها ويسير إلى قضايا أخرى تنتج عنها بالضرورة، دون اللجوء إلى التجربة، وهذا السير إما بواسطة القول وإما بواسطة الحساب، فالرياضي الذي يجري عمليات حسابية، دون إجراء تجارب يقوم بعملية استدلال[3]. فقد يكون موضوع المعرفة غير حاضر في الذهن، فيحتاج العقل في الحصول عليه إلى عمليات ذهنية مختلفة، كأن يستخرج قانونا عاما من جملة من الملاحظات أو التجارب المنظمة، أو يستنتج من بعض المبادئ الأولية العامة نتيجة خاصة. و يستند العقل في انتقاله من قضية إلى أخرى ، أو من حكم إلى آخر إلى عمليات ذهنية مختلفة، وحدود كلامية متباينة، لذلك سميت هذه المعرفة بالمعرفة الاستدلالية *connaissance discursive* [4] وعكسها المعرفة الحدسية *connaissance cursive*

وإذا كانت طبيعة المنهج تتوقف على طبيعة الموضوع الذي ينصب عليه التفكير في كل علم من العلوم، فمن البديهي أن يكون للعلوم الرياضية منهج خاص بها يختلف عن منهج العلوم التجريبية، ويعرف هذا المنهج باسم المنهج الاستنباطي البحث[5].

فالفارق بين العلوم التجريبية والعلوم الرياضية هو الفارق بين علوم تدرس الظاهر وتحاول الكشف عن قوانينها و أسبابها، وبين علوم مستقلة عن الأشياء المادية، بحيث يمثل فيها العقل أكبر دور في حين أن نصيب الحس فيها ضئيل جدا، ذلك أن الرياضي ليس في حاجة إلى العمليات الحسية التي لا غنى لعالم الطبيعة عنها.

لذلك فإن الاتجاه الحديث للتعبير عن طبيعة الرياضة ينحو نحو تعريفها تعريفا يتماشى مع فروعها كما يتماشى معها ككل منسق تتوقف فيه نظرية رياضية على نظرية

---

[1] ــ إبراهيم مذكور : المعجم الفلسفي ، المرجع السابق ، ص 11 .

[2] _ Nicolas Perrier : Grand dictionnaire de la philosophie Ibid , P 895 .

[3] ــ عبد الرحمن بدوي : مناهج البحث العلمي ، وكالة المطبوعات ، الكويت، 1977، ص 82 .

[4] ــ جميل صليبا : المنطق ، المرجع السابق ، ص 70.

[5] ــ محمد محمود قاسم : المنطق الحديث و مناهج البحث العلمي ، ص 62

أم نظريات أخرى، وهذا التعريف إنما هو تعريف لها بطريقتها أو منهجها لا بموضوعاتها التي تتناولها[1] .

فوفقا لهذا التصور الحديث تصنف الرياضيات ضمن العلوم الصورية الاستنباطية، إذ أن الاستدلال الرياضي يتكون من استنباطات دقيقة وأنه هو الاستدلال الاستنباطي على الحقيقة. وصحة النظرية تتوقف على صحة الفروض على أن تكون قواعد الاستنباط قد طبقت تطبيقا صحيحا، و لكي تصدق هذه الفروض يجب أن يكون قد سبق البرهنة عليها إذ ليس ثمة استدلال بدون معطيات أولية، ونقطة البداية قضايا ليست نتائج لأي برهان، وتسمى هذه القضايا الأولية بالمبادئ وهي تستخدم أساسا لبراهين النظريات الرياضية[2].

ولهذا ينظر إلى الرياضيات بوصفها تركيبات استنباطية، يؤدي فيها الاستنباط دورا رئيسيا، وكثيرا ما يوصف الاستنباط بأنه عملية تحليلية تنتقل من العام إلى الخاص، ويتخذ القياس أوضح نموذج للاستدلال الاستنباطي، فإذا ما تم قبول أوجه النقد التي وجهت إلى الاستدلال القياس يمكن القول بأن نتيجة البرهان في الاستنباط إذ هي إلا نتيجة سبق أن انطوت عليها المقدمات[3]، وذلك إنما يكون عن طريق الاستنباط العقلي من هذه المقدمات فيصل متدرجا إلى نتائج هذه النظريات، وتكون النظريات في العلوم الصورية (الرياضة، المنطق) صادقة بالقياس إلى مقدماتها المقترضة، وليس بالقياس إلى الواقع كما هو الشأن في قوانين العلم التجريبي الواقعي، ومن أجل هذا كله قيل أن العلوم الرياضية علوم فرضية استنباطية[4]، لأن منهجها افتراضي استنباطي الذي هو عنصر هام في منهج البحث العلمي، وهو وسيلة منهجية توضع بها عدة قضايا، على أنها قضايا فرضية يتم إخضاعها للتحقق عن طريق استدلال النتائج استنادا إلى المعارف الصحيحة المتاحة أو مقارنتها بالواقع[5].

---

[1] ــ محمد ثابت الفندي : فلسفة الرياضة ، المرجع السابق ، ص 42

[2] ــ بول موي : المنطق و فلسفة العلم ، المرجع السابق ، ص 115 .

[3] ــ المرجع نفسه ، ص 128

[4] ــ توفيق الطويل : أسس الفلسفة ، المرجع السابق ، ص 148 .

[5] ــ م .روزنتال ، ب ، يودين : الموسوعة الفلسفية ، ترجمة : سمير كرم ، دار الطليعة للطباعة و النشر ، بيروت ، ط7 ، 1997 ، ص 566 .

وهذا تغير في نظرة العلماء إلى طبيعة الاستدلال الرياضي الذي كان ينظر إليه على أنه استنباطي محض، أي من مجموعة مبادئ تنتج عنها نتائج يقينية، وهذا ما عرفته الرياضيات الكلاسيكية عند أقليدس الذي وضع مبادئ جعلها كمنطلقات أساسية للبرهنة (بديهيات، مسلمات، تعريفات) –قد سبق الإشارة إليها في بداية الفصل– لكن مع التطورات التي عرفتها الرياضيات في العصر الحديث، تم نقد هذه المبادئ، وانتهى هذا النقد بإرجاعها كلها إلى إحدى هذه المبادئ وهي المصادرات بوصفها قضايا يصادر عليها مصادرة ويتم التحقق من نتائجها ، فإذا كانت لا تؤدي إلى تناقض فهي صحيحة، وما المبادئ إلا فروض غير محددة وغير قابلة للبرهنة منها يبدأ الرياضي بعد أن يصادر عليها، وبذلك تحول المنهج الاستدلالي الخالص إلى المنهج فرضي استدلالي[1].

وهكذا أصبح الفرق شاسعا بين الاستنباط الرياضي و القياس المنطقي، وهذا ما أوضحه بوانكاريه برفض إرجاع الاستدلال الرياضي إلى نظرية القياس الأرسطية، لأن القياس لا يأتي بالجديد فنتائجه تحصيل حاصل ولو كان الاستدلال الرياضي المؤلف من أقيسه لانقلبت الرياضيات كلها إلى تحصيل حاصل يقول بوانكاريه: «لا يمكن للقياس أن يعلمنا شيئا جديدا بحق، إذ لزم أن يستمد إلى كل شيء من مبدأ الهوية، لزم كذلك أن يرد إليه كل شيء وهل لنا أن نسلم إذا بأن صياغة كل هذه المبرهنات التي تملأ الكثير من المجلدات ليست إلا أسلوبا ملتويا القول أن أ هو أ؟»[2].

وبناء على ذلك لا يمكن أن يكون الاستدلال الرياضي سلسلة من الأقيسة التي ترتب حينا إلى حين، بل هو أقيسه يرتبها الرياضي تبعا لنظام محدد هذا النظام أهم من العناصر المرتبة، ولذا فإذا حدس الرياضي هذا النظام كان ذلك على نحو يدرك معه الاستدلال في جملته بنظرة واحدة وحينئذ ليس وجود الأقيسة الأرسطية كافيا في نشأة البرهان الرياضي بل لا بد من وجود عنصر هام وهو عنصر الابتكار الرياضي[3].

فالقياس يظل عاجزا عن إضافة أي شيء للمعطيات التي تقدم له، وهذه المعطيات تنحل إلى بعض البديهيات وليس للمرء أن يجد شيئا أخر غيرها في النتائج، في حين أن

---

[1] ــ عبد الرحمن بدوي : مناهج البحث العلمي ، المرجع السابق ، ص 103 .

[2] ــ هنري بوانكاريه : العلم والفرضية ، المصدر السابق ، ص 79 .

[3] ــ محمد محمود قاسم : المنطق الحديث و مناهج البحث ، ص 250 .

الرياضي يقول بأنه: يعمم قضية معلومة من قبل، وهنا يتساءل بوانكاريه: هل المنهج الرياضي يسير من الخاص إلى العام؟ وإذا كان كذلك فكيف يمكن أن يسمى استنباطيا؟

وفضلا عن هذا فإنه إذا كان علم العدد تحليليا خالصا لكان بمقدور فكر يمتاز بقوة إبداعية خاصة أن يدرك كل حقائقه... إذا لم يكن بالإمكان التسليم بهذه النتائج، فيجب التسليم بأن الاستدلال الرياضي يمتلك نوعا من القوة الإبداعية وأنه بالتالي يختلف عن القياس[1].

فإذا كان القياس لا يؤدي إلى معرفة جديدة فلأنه يفسر للآخرين ما يعرفونه ولا يكشف لهم عن معرفة يجهلونها، أما الاستدلال الرياضي فيتفادى عند الذين يصطنعونه هذا النقص، انه يتميز عن القياس بعنصر الابتكار الذي ينشأ عن الخيال الرياضي وتبدو نتائجه أشبه بما يكون إشراق أو إلهام مفاجئ[2].

غير أن الإلهام المنتج لا بد أن تسبقه مرحلة التفكير المنظم، فالرياضي إذا استعصت عليه مسألة ما ولم يجد لها حلا دفعة واحدة قد ينتابه اليأس فينصرف عنها مؤقتا ليعود إليه بعد أن يفاجئه الحل ، فهل يمكن الحديث هنا عن الأقيسة الأرسطية؟ كلا لأن الحل لا يأتيه مفصلا وإنما يأتيه في شكل فرض يجب التحقق من صحته[3].

بوانكاريه لا ينظر إلى الاستدلال الرياضي على أنه عملية آلية، فالرياضي لا يكتفي بتطبيق قواعد معينه، ووضع فروض أو حلول ممكنة لأن الإبداع الرياضي المنتج يتمثل في اختيار أحد الفروض أو أحد الحلول الممكنة، فالإبداع موهبة فردية وليس نتاجا لقواعد أو قوانين ثابتة، يقول بوانكاريه: «القواعد التي يجب أن تقود هذا الاختيار غاية في الدقة والسهولة ومن المستحيل تقريبا أن يعبر عنها بلغة محددة فهي تشير لها أكثر من أن تصيغها»[4].

يعقب غوبلو على موقف بوانكاريه من الفرق بين الاستدلال الرياضي والقياس؛ بأن بين أن المسالة المقصودة في هذا الإطار، ليست تلك التي عبر عنها كانط في كتابه نقد العقل الخالص حين تساءل عن إمكانية قيام أحكام تركيبية قبلية، ذلك أن كانط كان لا

---

[1] هنري بوانكاريه : العلم والفرضية ، ص 80 .

[2] ــ توفيق الطويل : أسس الفلسفة ، ص 145 .

[3] ــ محمد محمود قاسم : المنطق الحديث و مناهج البحث العلمي ، ص 251 .

[4] _ Henri Poincaré : Science et Méthode ,Op- Cit , P 56 .

يزال على ثقة مطلقة بتقاليد المناطقة، وهو يرى أنه إذا كانت الرياضة ليست مجرد تحصيل حاصل فما ذلك إلا لأن مبادئها أحكام تركيبية تحتوي ضمنيا كل ما على البرهان أن يقوم بعرضه صراحة، ويحل هذه المسألة التي أثارها بأن يبين كيف يمكن أن تكون هذه الإحكام قبلية وليست تجريبية ، على أساس أنها ناتجة عن تطبيق المقولات على العيينات الخالصة، وكل العلم الرياضي إذن ما كان منه وما سيكون متضمن على سبيل الإمكان في قبلية الأحكام التركيبية القبلية و مهمة البرهنة أن تستخرجه بواسطة القياس. أما المسألة التي يؤكد عليها فهي البرهان الرياضي الذي يأتي بحقيقة جديدة لم تكن متضمنة لا ضمنيا ولا صراحة في المبادئ، وإنه خصب مبدع خالق فعلا، فهذه خاصية البرهان الرياضي، يقول غوبلو: "فالمسألة هنا ليست اندراج تصور في آخر، ولا اندراج حكم في آخر؛ وإنما هي مسألة توقف حكم على حكم آخر، و خطأ المنطق الصوري في أنه خلط بين صلة الإنتاج والاندراج[1].

لكن بوانكاريه لا يميز بين البرهان الرياضي والقياس الأرسطي فقط بل ويميز أيضا بين البرهان الرياضي والتحقق بالإشارة إلى مثال ليبنتز الذي كان يعتقد أنه يبرهن على قضية 2+ 2 يساوي 4 فـــ "بوانكاريه" وانطلاقا من هذا المثال يؤكد أن هذا ليس برهانا رياضيا وإنما هو تحقق أولا لأنه تحليلي محض، وثانيا لأنه عقيم كون النتيجة فيه لا تأتي بجديد، وإنما هي تأكيد لما هو معروف من قبل، والنقطة الأهم في هذا المثال هو أن 2+2=4 هي معادلة جزئية وبالتالي فهي حالة للتحقق، والعلم لا يكون علما إلا بالتعميم[2] بمعنى آخر أن التحقق ينصب على حالة خاصة، أما البرهنة فتنحصر في القول بأن ما يتحقق في حالة خاصة يمتد إلى عدد لانهائي من الحالات الأخرى.

وهذه العملية هي التعميم « فلا فتح علميا بدون تعميم»[3].

بوانكاريه ينتقل بعد ذلك إلى ما يعتقد انه نموذج البرهان الرياضي الحقيقي وذلك بالمرور على تعريف الجمع و ذكر خواصه (التجميعية والإبدالية) ثم تعريف الضرب والإشارة إلى خواصه (التوزيعية والتبادلية) لكي يبني أسلوب البرهنة على خواص كل

---

[1] ــ E. Goblot : traité de la logique, A. colin , paris, P 162 .

[2] ــ هنري بوانكاريه : العلم والفرضية ، ص ص : 51 ، 52 .

[3] ــ هنري بوانكاريه: قيمة العلم ، ص 22 .

منها «هذا الأسلوب هو البرهان التراجعي، حيث نبني بادئ الأمر مبرهنة بالنسبة إلى 1–ن ثم نبين لاحقا أنها إذا كانت صحيحة بالنسبة إلى 1– ن فهي صحيحة بالنسبة إلى ن ونخلص من ذلك إلى أنها صحيحة بالنسبة إلى جميع الأعداد الصحيحة»[1].

وهنا صورة أخرى لاستقراء كامل وهو الاستقراء الرياضي في حال قيام علاقة مع حد من حدود صنف ما، يكمن الاستقراء الرياضي في توسيع هذه العلاقة، وجعلها شاملة أكثر فأكثر، وبموجب تضمين متبادل لكل حدود هذا الصنف الأخرى سواء كان عدد الحدود محدد أو غير محدد[2].

وفي السياق التاريخي للبرهان بالتراجع ينظر كانتور *George Ferdinand Ludning Philipp Contor* إلى أن كلمة البرهنة التي استعملها باسكال *Blaise pascal* في تأسيسه للنتيجة الثانية لمثلثه الحسابي، على أنها من بدايات استعمال الاستدلال بالتراجع لأن نهاية الحالات تتعلق بالقضية التي نبحث عن برهنتها[3].

فباسكال يرى أنه يكفى في هذه البرهنة و باختصار شديد بشرط افتراض قضيتين تمهيديتين، الثانية تعبر عن افتراض موجود في أي قاعدة، وسوف نجده بالضرورة موجود في القاعدة الأخرى»[4].

ومع بوانكاريه أصبح البرهان بالتراجع هو الاستدلال الرياضي بامتياز وهو النموذج الحقيقي للأحكام التركيبية القبلية، فهو يتضمن عدد لامتناهي من الأقيسة المنطقية الشرطية.

مثال: البرهنة صحيحة بالنسبة للعدد 1

وإذا كانت صحيحة بالنسبة للعدد 1 فهي صحيحة بالنسبة للعدد 2

وإذا كانت صحيحة بالنسبة للعدد 2 فهي صحيحة بالنسبة للعدد 3

وبالتالي فإن نتيجة كل قياس، هي مقدمة صغرى للقياس الموالي، وباختصار يمكن القول إذا كانت المبرهنة صحيحة إلى 1– ن فهي صحيحة بالنسبة إلى ن.

---

[1] ــ هنري بوانكاريه: العلم والفرضية ، ص 87 .

[2] أندريه لالاند ، الموسوعة الفلسفية ، المرجع السابق ، ص 667

[3] _ Nathalie Chouchan : Les mathématiques , GF Flammarion , Paris , P 1999 ,P 99 .

[4] ــ Ibid ,P99 .

ولإثبات المبرهنة بالنسبة للعدد 6 لا بد من وضع القياسات الخمسة الأولى من السلسلة، ولا بد من وضع أكثر إذا كان العدد أكبر.

لكن مهما استمرت سلسلة القياس فإنها لن تصل إلى البرهنة العامة التي يمكن أن تطبق على كل الأعداد، وهذا يؤكده مرة أخرى عجز المنطق الصوري في تعميم نتائج الأقيسة[1].

وبهذا يتجلى وبوضوح دور الاستدلال بالتراجع يقول بوانكاريه: «لا يمكن الاستغناء عن الاستدلال بالتراجع لفهم أدنى المبرهنات، لأن هذا الاستدلال أداة تمكن من الانتقال من المتناهي إلى اللامتناهي »[2].

فالبرهان بالتراجع ينحصر فيما يلي: إذا كان من ناحية على افتراض أن خاصة ما صادقة بالنسبة إلى م+1 أيا كانت م ، و إذا كان من ناحية أخرى أنه تمت البرهنة على أنها صادقة بالنسبة لعدد معلوم ع فإنها صادقة بالنسبة إلى كل الأعداد إبتداءا من ع. إذ يمكن أن تمتد بها إلى ما لانهاية[3].

وقاعدة البرهان بالتراجع ليست مستمدة من التجربة لأن كل ما يمكن أن تعطيه التجربة هو القاعدة الصالحة فقط لمجموعة من الأعداد المحدودة (عشرة أو مئة ...الخ) ولكنها لا تستطيع أن تؤكد صلاحية القاعدة على ما لانهاية من الأعداد[4].

كما لا يمكن إرجاع قاعدة البرهان بالتراجع إلى المواضعة مثلما هو الحال بالنسبة لبديهيات الهندسة، فهي تعبير عن حكم تركيبي قبلي يفرض نفسه على العقل ببداهة لا يمكن دحضها، والسبب في ذلك يعود إلى أنه «تأكيد لقوة الفكر حين يدرك ذاته ، قادرا على تصور معاودة الفعل الواحد معاودة غير محدودة»، أي أن يتصور أنه قادر على التكرار إلى ما لانهاية لفعل واحد مادام هذا الفعل كان ممكنا مرة، فالفعل يدرك ذلك بحدس مباشر ولا يمكن أن تكون التجربة بالنسبة إليه مناسبة لاستخدامها.

---

[1] ــ هنري بوانكاريه : العلم والفرضية ، ص ص : 87 ، 88 .

[2] ــ المصدر نفسه ، ص 89 ،

[3] ــ عبد الرحمن بدوي : مناهج البحث العلمي ، ص 108 .

[4] ــ هنري بوانكاريه: العلم والفرضية ، ص 90 .

ورغم التشابه الموجود بين البرهان بالتراجع و الإستقراء المطبق في العلوم التجريبية، من حيث أن كلاهما ينتقل من الخاص إلى العام إلا أن بوانكاريه يميز بينهما، فالاستقراء عند تطبيقه لا يكون يقينيا فهو يبدأ من الوقائع الملاحظة إلى القوانين، وليست به دقة بل فيه عنصر المجازفة و عدم الإحكام، أما البرهان بالتراجع فإنه يفرض نفسه لأنه ليس إلا تأكيدا لخاصية من خصائص الفكر[1].

فالبرهان بالتراجع هو استقراء رياضي دقيق يبدأ من خاصية أساسية للسلسلة اللامتناهية من الأعداد الصحيحة القائمة على أساس أن كل عدد مكون بإضافة الوحدة إلى العدد السابق إلى مالا نهاية، منتقلا إلى تطبيق هذه الخاصية على بقية سلسلة الأعداد اللامتناهية[2]، يقول بوانكاريه عن فائدة: «نحن لا نستطيع الارتقاء إلا بتوسط الاستقراء الرياضي المقتدر وحده على تعليمنا شيئا جديد، ومن غير ذلك الاستقراء المختلف في بعض الوجوه عن الاستقراء الفيزيائي، ولكنه خصب، فإن البناء سيكون عاجزا عن إبداع العلم »[3]، وهنا يلاحظ بوانكاريه أن الإستقراء الرياضي لا يكون ممكنا إلا إذا كانت العملية الواحدة قابلة للتكرار إلى ما لانهاية. هذا التفسير لطبيعة الإستدلال الرياضي؛ لم يلقى قبول لدى بعض علماء الرياضيات.غوبلو اعترض على موقف بوانكاريه، ورفض القول بأن البرهان بالتراجع كصورة حقيقية للإستدلال الرياضي التام؛ لأن البرهان بالتراجع نوع من الإستدلال خاص جدا. ويعتبره غوبلو النموذج الوحيد للبرهنة المعممة لسببين؛ السبب الأول: أنه لا ينطبق إلا على سلبية الأعداد الصحيحة؛ وهذا معناه أن الرياضيات تتجه دوما إلى تعميم العدد، وجعله الأساس الوحيد لكل الرياضيات، في حين أن البراهين القائمة على العيان في الهندسة، قيمتها التي يجب أن يهتم بها المناطقة؛ بمعنى آخر يبقى البرهان كما هو في الهندسة الإقليدية، فهو مازال ساري المفعول في الرياضيات، لأنه ناتج عن قواعد؛ أي سابقة تجعل من نتائج الإستدلال ضرورية.

أما السبب الثاني الذي يقدمه غوبلو في اعتراضه على موقف بوانكاريه؛ هو أن الإستدلال بالتراجع يتم من خلال الإنتقال بالبرهنة على أن الخاصة الصادقة بالنسبة ن هي

---

[1] ــ هنري بوانكاريه: العلم والفرضية ، ص 91

[2] ــ عبد الرحمن بدوي : مناهج البحث العلمي ، المرجع السابق ، ص 106 .

[3] ــ المصدر السابق ، ص 95 .

صادقة إلى ن+1، فهو يبرهن على مشروعية هذا الإنتقال من الخاص إلى العام، بل يسير من اللامتجانس إلى اللامتجانس، الخاصة الصادقة بالنسبة إلى ن+1 ليست جزء من الخاصة المفترضة أنها صادقة بالنسبة إلى ن[1] .

يمكن القول بالنسبة للسبب الأول؛ أن موقف غوبلو قديم تجاوزته الرياضيات الحديثة، التي جعلت العدد الأساس لكل ما هو رياضي –وهذا ما تم الإشارة إليه في الفصل في تحسيب التحليل و تعميم العدد– رغم أن موقف بوانكاريه يساير للتطور الذي عرفته الرياضيات في ميدان التحليل، إلا أن اللافت الانتباه ما قدمه رسل من نقد له؛ يتمثل في أن الإستقراء الرياضي ليس مبدءا وإنما تعريف؛ هناك أعداد ينطبق عليها وأخرى لا يمكن أن ينطبق عليها (الأعداد اللانهائية)[2].

أما فما يخص السبب الثاني الذي قدمه غوبلو؛ القائل بأن الرياضي يقوم البرهان بالتراجع على أساس أنه الخاصية الصادقة بالنسبة إلى ن صادقة أيضا بالنسبة إلى ن+1، ولكن في هذا الموضع من الممكن أن يقال أن البرهان خاصة بإثبات صحة مبدأ البرهان بالتراجع، وليست داخلة في المبدأ نفسه كمبدأ للبرهان الرياضي، لأن البرهنة على وجود الشيء ليست داخلة في هذا الشيء[3].

خاتمة الفصل

من خلال عرض التطورات التي عرفها الرياضيات في القرن التاسع عشر؛ وبالتحديد بعد ظهور الهندسات اللاقليدية، وكذا موقف بوانكاريه من هذه التطورات. نخلص إلى ثلاث نقاط رئيسية:

ــ أن بوانكاريه في فلسفة الهندسة رفض الموقف الكانطي، كما رفض القول بتجريبية الهندسة؛ ليفسح المجال لموقفه الإصطلاحي في تفسير الهندسة، وبذلك أصبحت الهندسة عبارة عن اصطلاحات نابعة من العقل الموجه بالتجربة. ومنه لم يعد التطبيق الواقعي معيار صحة هندسة ما؛ وإنما مدى بساطتها وملائمتها، وهنا يظهر الطابع البراغماتي في فلسفة الهندسة لبوانكاريه.

---

[1] – E. Goblot : traité de la logique , Ibid , PP 93- 94 .

[2] ــ برتراند راسل : مقدمة لفلسفة الرياضة ، المرجع السابق ، ص 30 .

[3] ــ E. Goblot : traité de la logique, Ibid , P 162 .

بوانكاريه في تحليله ابتعد عن موقفه الإصطلاحي مقتربا من الموقف الحدسي وقبوله الموقف الكانطي، الذي رفضه في الهندسة وتبناه في التحليل.

أما بالنسبة لطبيعة الاستدلال الرياضي، فله موقف مغاير عن موقفه في الهندسة والتحليل؛ إذ يعتبر أن الإستدلال بالتراجع النموذج الأمثل للإستدلال الرياضي، وهو يشبه الاستقراء التجريبي ولكن يختلف عنه من حيث التعميم واليقين.

إن النزعة المواضعاتية في العلوم الصورية تنحصر في فلسفة الهندسة فقط، أما بالنسبة للفروع الأخرى للرياضيات فإنه يتبنى مواقف متباينة. فإذا كانت فلسفة بوانكاريه في الرياضيات متباينة، فهل هذا التباين والاختلاف موجودا أيضا في العلوم التجريبية؟ وما مدى حضور النزعة المواضعاتية في العلوم التجريبية؟ هذا ما سيتعرض له موضوع الفصل الثالث.

الفصل الثالث

النزعة المواضعاتية في فلسفة العلوم التجريبية

أولا - نقد الميكانيكا الكلاسيكية

1. الزمان والمكان

2. العطالة و قانون التسارع

3. المفاهيم الأساسية و المفاهيم الثانوية

ثانيا. دور الفرضية في العلوم الفيزيائية

أ. أهمية الفرضية عند بوانكارية بين التجريبيين و العقلانيين

2. صياغة الفرضية ودورها في الفيزياء

ثالثا. النظريات الفيزيائية الحديثة

رابعا. المقاربة الكلية الابستيمولوجية

النزعـــة المواضعاتيـــة فـــي فلسفـــة العلـــوم التجريبيـــة:

أولا – نقـــد الميكانيكـــا الكـــلاسيكيـــة:

لقد تطورت الميكانيكا الكلاسيكية بفضل أعمال "كبلر"، "كوبرنيك" و"غاليلي"، وتوجت من خلال أعمال نيوتن الذي تمكن من إعطاء صياغة محكمة للقوانين التي وضعها سلفه مع تلك التي اكتشفها هو، و منه أسس نظريته التي كانت حجر الزاوية في بناء الفيزياء الكلاسيكية، وتعرف كذلك بالاصطلاح **الميكانيكا الكلاسيكية**.

أقام نيوتن نظريته على ثلاث قوانين هي: 1- قانون الفعل، 2- قانون تناسب القوة مع الزيادة في السرعة، 3 – قانون القصور الذاتي (مبدأ العطالة). وبهذه القوانين أو المبادئ –كما فضل "بوانكاريه" تسميتها- أعطى صاحبها تصورا علميا عاما للكون وأرجعه إلى شبكة من العلاقات المنسجمة.

ومن خلال المؤلف الشهير الذي وضعه نيوتن بعنوان " **المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية** " سنة 1687؛ أعطى تصورا شاملا للحركة في الكون بناء" على نظرية الجذب العام التي صاغها في المعادلة التالية: ق=ج(ك$_1$×ك$_2$) / (ب$_1$ ب$_2$)^2 اعتمادا على القوانين السابقة، حيث ق: القوة التي تتجاذب بها الأجسام في الكون.

ج: الجاذبية الكونية

ك$_1$، ك2 كتلتا الجسمين المتجاذبين

ب$_1$، ب$_2$ العد بين الجسمين المتجاذبين

إن كلا من حركات الأجسام السماوية وحركات الأجسام على سطح الأرض أو بالقرب منها، يمكن أن تفسر بالقوانين التي صاغها " نيوتن"[1]، وكان هذا هو الإطار الفكري للميكانيكا الكلاسيكية التي ظلت صالحة لمدة ثلاث قرون .

يعبر "بوانكاريه" عن ضرورة تجاوز مفاهيم الميكانيكا الكلاسيكية، وذلك من خلال تساؤله عن مصدر أسس ومفاهيم الفيزياء الكلاسيكية، هل هي تجريبية أم عقلية، فإن

[1]– جورج جاموف : قصة الفيزياء ، ترجمة : محمد جمال الدين الفندي ، دار المعارف ، مصر ، 1964 ، ص 100.

كانت تجريبية فهذا يعني أنها غير مطلقة، أما إذا كانت عقلية فإن الأمر سيتطلب استدلالات رياضية صارمة لنقدها و تجاوزها. تلك هي الأسئلة التي تطرح نفسها بشكل طبيعي، وتأتي صعوبة حلها من أن متون العلم الميكانيكي لا تفرق جيدا بين التجربة والاستدلال الرياضي، ولا بين الاصطلاح والفرضية[1].

وقد أشار هنا بوانكاريه إلى التداخل القائم بين مصدري المعرفة (التجربة والعقل) وهذا ما يشكل عائقا ابستيمولوجيا في العملية النقدية، الأمر الذي يتطلب فصل مصدري المعرفة، قصد القبض على كل ما هو تجريبي لعرضه على العقل قصد التأكد منه.

فنيوتن في كتابه "المبادئ" أكد على ضرورة التجريب، وذكر أن كل القوانين التي توصل إليها مصدرها التجربة ، إلا أنه استعمل الاستدلال الرياضي ؛ بمعنى أن مبادئ ميكانيكا نيوتن لا تميز بين التجربة والاستدلال الرياضي. لعل بوانكاريه في هذه النقطة يتفق مع دوهايم في نقده لميكانيكا نيوتن، حين بين التناقض بين أقوال نيوتن في كتاب المبادئ وأعماله التي صاغ من خلالها قوانين الميكانيكا وقد تمت الإشارة إلى هذا في الفصل الأول عندما تم التطرق إلى الانتقادات التي وجهها دوهايم للنزعة الاستقرائية. يبدأ بوانكاريه عمله النقدي بشأن مفاهيم الميكانيكا الكلاسيكية بمبدأين اعتبرهما كانط من قبل إطارين قبليين للمعرفة هما: المكان المطلق والزمان المطلق.

1 ــ الزمـــان والمكـــان:

أ – المكـــان المطلـــق:

لقد كان هذا المفهوم موضوع بحث الفلسفات القديمة، إنه من المفاهيم التي كانت ولا تزال نقطة اشتراك بين الأبحاث العلمية والأبحاث الفلسفية، اعتبره أفلاطون بمثابة وعاء كبير يحوي جميع الأشياء بداخله دون أن تؤثر عليه، إنه لا يتغير بتغير ما يحويه من أشياء، فهو يقبل حدوثها و صيرورتها[2].

---

[1]– هنري بوانكاريه العلم والفرضية ، ص169 .

[2]– أفلاطون : طيماوس ، ترجمة : جرجي بربارة ، منشورات وزارة الثقافة والإرشاد القومي ، دمشق ، 1968 ، ص 229 .

أما أرسطو، فكان يعتقد أن ظاهرة الحركة في الطبيعة لا تتم إلا في مكان مكون من مجموعة من المواضع المتصلة مع بعضها، وهي مشغولة بالأجسام وهو ينفي وجود خلاء أو مكان فارغ، إن المكان في نظره مرادف للمحل أو الموضع[1].

أما بوادر التفكير العلمي بشأن مفهوم المكان يمكن القول أنها بدأت مع إقليدس، حيث كانت الهندسة التي شيدها مرتبطة بنواح تجريبية، تتمثل في مسح أراضي وعمليات البناء وغيرها. إن اقليدس كان من الأوائل الذي نبهوا إلى التحديد العلمي للأجسام في المكان، وذلك بواسطة الأبعاد الثلاثة: الطول، العرض، الإرتفاع.

وفيما يتعلق بالفكر العربي الإسلامي فيمكن الإشارة إلى موقف الحسن بن الهيثم الذي ألف رسالة عن المكان، ومن خلالها ناقش الآراء الفلسفية المختلفة حول المكان وصنفها إلى صنفين[2]:

الأول: المكان هو السطح المحيط بالجسم.

الثانتي: هو الخلاء المتخيل الذي يشغله الجسم.

إنه يفصل المكان عن الجسم، وبالتالي فهو يرفض التصور الأول في تحديد مفهوم المكان ، إنه يحدد المكان كمفهوم قائم بذاته، ومنه فالتصور الثاني هو الذي يحدد المفهوم الدقيق للمكان.

أما في العصر الحديث، فإن نيوتن هو الذي تحدث عن نوعين من المكان[3]:

الأول: يستخدم كمفهوم شائع عند عامة الناس في الحياة اليومية .

الثانـــي: يستخدم كمفهوم رياضي، و هو –يتميز بحكم طبيعته، و دون أن تكون له علاقة بأي شيء خارجي– بأنه يبقى دائما متجانسا وساكنا.

وهذا ما جعل الميكانيكا الكلاسيكية تنظر للمكان على أنه مطلق لا يختلف من مراقب لآخر مهما اختلفت أحوالهم من حيث الحركة والسكون[1].

---

[1]– أرسطو طاليس: الطبيعة ، ترجمة : اسحاق بن حنين ، الدار القومية للطباعة والنشر ، القاهرة ، ص 42 .

[2]– قدري حافظ طوقان : تراث العرب العلمي في الرياضيات و الفلك ، ص 90.

[3] _ Meyerson Emile : Identité et réalité , J.Vrin , 5eme ed , Paris , 1951 P 138 .

لكن بوانكاريه يعتبر المفهوم الثاني وهو المفهوم الرياضي أو العلمي للمكان، تلخيصا لوجهة نظر فلسفية، فكيف تمت مناقشة وجهة النظر هذه؟

في إطار عملية نقد مفاهيم وأسس الميكانيكا الكلاسيكية من طرف بوانكاريه، فإنه يرفض بذلك تصور وجود مكان مطلق؛ «فلا يوجد للمكان المطلق، ونحن لا نتصور إلا حركات نسبية. ومع ذلك فكثيرا ما نصوغ الوقائع الميكانيكية وكأنما ثمة مكان مطلق نسندها إليه»[2].

إن المكان حسب بوانكاريه يتعلق بالحركة، فإذا كانت الحركة ظاهرة نسبية أو مؤقتة، فهذا يعني أن كل ما هو مرتبط بها يخضع حتما لهذه الصفة، ومنه فالمكان المرتبط بها يعتبر نسبيا أي غير مطلق.

إن قول بعض الفلاسفة مثل كانط أو نيوتن بالمكان المطلق يبرره بوانكاريه، بإرجاعه إلى مجرد عادات ذهنية كثيرا ما تمسك بها الفلاسفة دون وعي منهم وقد حان الوقت الإقلاع عنها.

ب _ الزمـــان المطلـــق:

على غرار المكان كان الزمان محل تأمل الفلاسفة منذ القدم، وقد اختلفت آراؤهم بشأن هذا المفهوم، ولأن الطابع التجريدي للزمان كانت النظرة إليه يشوبها الكثير من الأفكار الميتافيزيقية.

فبدءا من الفكر اليوناني القديم، فإن أول من يذكر في هذا الصدد هو "أفلاطون" الذي يؤسس تصوره للزمان من منظور رياضي، فالمعروف أن للكائنات الرياضية عند "أفلاطون" عالما خالصا توجد فيه، وهي مترفعة عن المحسوسات التي تفتقر إلى الدقة والضبط، كما يترفع عالم المثل عن عالم الصور والظلال، ومفهوم الزمان حسب أفلاطون يرتبط بعالم المثل، إنه يتعلق بحركات الأفلاك الدائرية[3].

---

[1] محمد عابد الجابري مدخل إلى فلسفة العلوم ،ص 336 .

[2] – هنري بوانكاريه : العلم والفرضية ، ص ص170/165 .

[3] ــ الألوسي حسام الدين : الزمان في الفكر الديني و الفلسفي القديم ، المؤسسة العربية للدراسات و النشر ، جامعة بغداد ، ط1 ، 1980 ، ص 70 .

أما أرسطو فقد انطلق من التجارب البسيطة لتحديد هذا المفهوم –كما يتماشى مع نزعته الواقعية– وهو ملاحظة ظاهرة التغير المصاحبة للحركة، ومنه حدد العلاقة الوثيقة بين الحركة والزمان، لقد تصور الزمان منقسما إلى ماض وحاضر ومستقبل بواسطته نستطيع قياس الحركة، وعليه فقد عرفه بأنه: «عدد الحركة من قبل المتقدم والمتأخر»[1].

ومن جانب آخر نجد نيوتن فهو يفرق بين نوعين من الزمان[2]: زمان نسبي، وزمان مطلق. الزمان النسبي يتميز بأنه ظاهري عامي، وهو مقياس حسي خارجي لأية مدة بواسطة الحركة، وهو الزمان المستعمل في الحياة العادية على هيئة ساعات وأيام وشهور وأعوام.

أما الزمان المطلق فهو الذي يسمح بقياس الحوادث المترافقة؛ أي تلك التي تجري في وقت واحد بأماكن متباعدة، وهي التي لا يمكن قياسها ما لم يكن الزمان منبثا في جميع أرجاء الكون، ومستقلا عن جميع الحوادث والأشياء الخارجية، وبالتالي يكون الزمان غير متأثر بها. وبعبارة أخرى مأخوذة من كلمات نيوتن: «الزمن هو في ذاته. ومن طبيعته الخاصة، يتدفق أو يجري دون ارتباط ما (أو بلا علاقة مع) أي شيء خارجي»[3].

إن قول نيوتن بالزمان المطلق يرفضه بوانكاريه، على إعتبار أنه يؤدي إلى القول بالتزامن أو التواقت، وهو الأمر الذي تفنده الشواهد الفيزيائية. يقول بوانكاريه: «لا وجود للزمان المطلق، والقول بمدتين متساويتين لا معنى له في ذاته ولا يمكن أن يكون له من معنى إلا على جهة الاصطلاح»[4]، وكما يفند القول بالتزامن أو بالتواقت يقول في ذلك: «لا يمتنع علينا حدس تساوي مدتين فحسب، بل حتى الحدس تزامن حدثين يجريان على مسرحين مختلفين»[5]. إن التزامن ليس فكرة قبلية كما ادعى نيوتن قصد معرفة شروط تواقت حوادث معينة، فالأمر يجب أن يخضع لإجراءات تجريبية، وهذه الإجراءات التي

---

[1] ــ الألوسي حسام الدين : الزمان في الفكر الديني و الفلسفي القديم ، ص 92

[2] ــ جاهوف جورج : قصة الفيزياء ، المرجع السابق ، ص 205 .

[3] ــ نيوتن نقلا عن :اميل توفيق : الزمن بين العلم و الفلسفة و الادب دار الشروق القاهرة ، ط1 ،1982،ص42

[4] ــ– هنري بوانكاريه العلم والفرضية ، ص170

[5] ــ المصدر نفسه ، الصفحة نفسها

تحدث عنها بوانكاريه موجودة في التجربة التصورية[1] الشهيرة التي قدمها أنشتاين: بافتراض إشارتين انطلقتا في آن واحد من مكانين مختلفين: "أ" و"ب" يمثلان مسافة بين رصيف مواز لسكة حديد، فما المقصود من القول في آن واحد؟ للإجابة على هذا السؤال، يفترض "انشتاين" وجود شخص يجلس في نقطة "م"، التي تشكل منتصف المسافة أب، وقد زود هذا الشخص بوسيلة تتمثل في مرآتين متعامدتين، حيث يتمكن من رؤية كل من "أ" و"ب" في الوقت نفسه فإذا انعكست الإشارتان على الجهاز في اللحظة نفسها، بحيث يراهما الشخص الجالس في المكان "م"؛ فهذا يعني أن الإشارتين قد وصلتا في الوقت ذاته، وعليه فهما متواقتتان، وهذا هو معنى التزامن الحقيقي ، فكيف يتحقق؟

ب م أ

إتجاه القطار ⟵

بَ مَ أَ

ثم يفترض مرور قطار على سكة الحديد، كما يوضحه الرسم أعلاه، ويكون اتجاهه من "أ" إلى "ب"، ويسير بسرعة سر، وبافتراض شخص يجلس فوق سطح إحدى عرباته، حيث يكون مزودا بمرآتين متشابهتين للمرآتين اللتين زود بهما الشخص الجالس على الرصيف في النقطة "م".

إن الشخص الجالس فوق عربة القطار، إذا وصل إلى النقطة " م "المقابلة للنقطة" م "وكان ثابتا لا يتحرك، فإن إشارتي الضوء الصادرتين "أ" و"ب" ستصلان إليه في وقت واحد ولكنه في الحقيقة، بالنسبة إلى موقعه بالقطار، فهو يتحرك بإتجاه الإشارة الضوئية الصادرة من "ب" ومبتعد عن الإشارة الضوئية الصادرة من "أ". ومنه نستنتج أن الشخص الجالس فوق عربة القطار يرى الإشارة الضوئية الصادرة من "ب"، ويسجل زمن وصولها قبل الإشارة الضوئية الصادرة من أ، ولو بالجزء من الثانية، حيث تبدو الإشارة الصادرة من أ متأخرة عن تلك التي صدرت من ب وعلى هذا الأساس يمكن أن نخلص إلى نتيجة هي أن الإشارتين ليستا متزامنتين بالنسبة لشخص المتحرك، وإذا كانتا

[1]– أينشتاين ألبرت: النسبية ، النظرية الخاصة والعامة ، ترجمة : رمسيس شحاتة ، دار النهضة ، مصر، ص26 .

متزامنتين بالنسبة لشخص الثابت، فكل من الشخصين يسجل زمنه الخاص أي حسب الوضعية التي يكون عليها. ومن هنا الوصول إلى نتيجة مفادها أن النظرة إلى الزمن المطلق لم يعد لها وجود في العلم الفيزيائي.

فكيف يفسر هذا التحول؟

إنه انطلاقا من مسلمة التي تقرر أن سرعة الضوء محدودة (*300000* كم/سا)، فإن الإشارات التي تنتقل عبر الفضاء لا بد وأن تستغرق وقتا معينا لتنتقل من نقطة لأخرى، وأبسط مثال عن ذلك هو أن أشعة الضوء التي ترسلها الشمس يوميا لا تصل إلى الأرض دفعة واحدة، وإنما تستغرق وقتا معينا، يتعلق هذا الوقت بسرعة الضوء في الفراغ، وكذا المسافة التي تفصل الشمس عن الأرض.

ومنه يمكن تصور الزمان بأنه عملية تسلسل للحوادث[1]، استنادا إلى مرجع معين، وإن تسلسل الحوادث ليس واحدا عند جميع المراقبين، وهذا معناه أن فكرة وجود زمان يناسب في الكون كله، وتترتب بموجبه الحوادث ما هو إلا فرض وهمي لا أساس له.

إن الزمان كالمكان، ليس كيانا مثاليا أو فكريا، له وجود أفلاطوني، يدرك بنوع من التبصر، وليس نوعا ذاتيا من الترتيب، يفرضه الملاحظ البشري، بل إن بإمكان الذهن البشري أن يدرك نظاما مختلفا للترتيب الزمني، فالمسألة هنا تجريبية بحتة وليست عقلية تفرض الإطلاق[2]، و منه فالزمن مفهوم نسبي.

وبشأن مسألة قياس الزمن يقرر بوانكاريه: «ليس هناك طريقة لقياس الزمن أكثر صحة من غيرها، ولكن الطريقة الأكثر ملائمة؛ هي التي يتم تبنيها عادة»[3]، أي تلك التي تكون أكثر بساطة، وذات فائدة عملية أكثر من غيرها. وعليه فإن تقسيم الزمن المعروف ليس تقسيما طبيعيا، بل هو تقسيم نحتاجه لفهم التغيرات التي تحدث في الطبيعة.

---

[1] ــ إنشتاين ألبرت: النسبية النظرية الخاصة والعامة ، المرجع السابق ،ص 27

[2] ــ رايشتباخ: نشأة الفلسفة العلمية ، ص 140

[3] ــ هنري بوانكاريه: قيمة العلم ، ص 88

2 ــ العطالـــة وقـــانون التســـارع:

أ ــ مفهوم مبدأ العطالة (القصور الذاتي) : *Principe d'inertie*

يذهب بوانكاريه في معرض مناقشته لقوانين الميكانيكا عند نيوتن إلى نفس الرأي الذي تبناه ، فيما يخص هندسة اقليدس التي وصفها بأنها مواضعات، فهو يرى أيضا أن قوانين الميكانيكا ليست حقائق قبلية، ولا وقائع تجريبية بالرغم من أنها وليدة التجربة، إلا أن المزيد من التجارب والملاحظات لم تبطلها، فهي إذن تعارف مقنع أو مواضعات. ينص مبدأ العطالة على أن الجسم الذي لا يخضع لأية قوة لا يمكن أن يتحرك إلا حركة مستقيمة منتظمة.

ويتساءل بوانكاريه، هل نحن إزاء حقيقة تفرض نفسها قبليا على الفكر؟ لو كان الأمر كذلك، فكيف تجاهلها فلاسفة الإغريق؟ كيف تأتى لهم أن الحركة تنتهي بمجرد أن تتعطل على الفعل العلة التي أوجدتها؟ وكيف كان لهم أيضا أن يظنوا أن كل جسم يتحرك –إذا لم يقسوه قاس– حركة دائرية وهي عندهم أشرف الحركات؟[1].

وفي هذا الصدد يذهب دونالد جليز إلى أن عبارة بوانكاريه عن اعتقادات الإغريق قد تكون مضللة بعض الشيء، فحسب ما يذهب إليه أرسطو فإن الأجسام السماوية وحدها، ومن ثمة تلك التي تتكون من العنصر السماوي الخاص (الأثير) هي التي تتحرك على نحو طبيعي في شكل دائري، ومع ذلك فإن ما يثيره بوانكاريه من جدل مقنع بصفة عامة. كما أن ميكانيكا أرسطو مختلفة تمام الاختلاف عن ميكانيكا نيوتن[2].

بعد رفض بوانكاريه لمبدأ العطالة كحقيقة قبلية، ينطلق مباشرة لكي ينفي أنه حقيقة تجريبية.

فإذا لم يعبر مبدأ العطالة عن حقيقة قبلية، فلا بد أنه نتيجة عمل تجريبي. يتساءل بوانكاريه ما إذا كانت هناك تجارب أجريت للتأكد من صحة هذا المبدأ، وهنا يعطي مثالا عن تجربة لحركة كرية على طاولة مصنوعة من مادة الرخام (سطح أمامي)، إن مدرسي الميكانيكا عندما يحاولون شرح هذا المبدأ لتلاميذهم فهم يتجاوزون بسرعة هذا المثال[3].

---

[1] ــ هنري بوانكاريه: قيمة العلم : العلم والفرضية ، ص 177 .

[2] ــ دونالد جليز: فلسفة العلم في القرن العشرين ، المرجع السابق ، ص 275 .

[3] ــ المرجع نفسه، ص 172 .

إن الوضعية وصلت إلى طريق مسدود، فإذا كان مبدأ العطالة غير قابل للتحقق تجريبيا، من الممكن التحقق من نتائج المبدأ الأكثر عمومية التي يشملها هذا المبدأ، وعليه لا يجب اعتبار مبدأ العطالة مبدأ قائما بذاته، و إنما يجب إدراجه ضمن مبدأ أعم. إن عطالة جسم ما لا تتعلق إلا بوضعيته تجاه الأجسام المجاورة له، وتتعلق بسرعتها، وعليه فإن فهم العطالة لا بد أن يكون في إطار فهم التسارع الذي يعبر عن مقدار تغير سرعة المتحرك في وحدة الزمن.

ومنه يمكن الاستغناء عن مفهوم نيوتن للعطالة؛ بسبب عدم وجود تعريف إجرائي له، زيادة على ما يمكن أن يؤدي إليه من ضلالات ميتافيزيقية.

وعليه فإن فهم القصور الذاتي أو العطالة يرتبط بفهم التسارع الذي يتعلق بمفهومين آخرين هما: الكتلة والقوة.

فما هي القوة؟ وما هي الكتلة؟ وكيف يحددان التسارع؟

الكتلة –حسب "نيوتن"– ناتجة عن كثافة المادة وحجمها معا[1]، ومنه أعطى بوانكاريه جملة من المفاهيم الأخرى التي تتعلق بالقوة.

إن مفهوم الأول للقوة يتجلى في مفهوم القصور الذاتي أو بالأحرى في مبدأ القصور الذاتي، فهنا تكمن قوة مستترة، تتميز بأنها قدرة على المقاومة، بموجبها فإن كل جسم قادر على الاستمرار على حالته الحاضرة، سواء كانت سكونا أو حركة منتظمة إلى الأمام، في خط مستقيم، وهذه القوة الكامنة لا تظهر، إلا إذا حاولت قوة أخرى أن تؤثر على الجسم، وتغير حالته، وهنا يأخذ تأثير هذه القوة شكلين[2]:

الأول: شكل مقاومة لهذه القوة المؤثرة، لكي يبقى الجسم محتفظا بحالته الحاضرة وهي السكون.

الثانـــي: شكل دفع بالأجسام المتحركة ، عندما تحاول القوة المؤثرة أن تغير حالة الجسم الحركية.

---

[1] ــ اميل توفيق : الزمن بين العلم و الفلسفة و الادب دار الشروق القاهرة ، ط1 1967 ، ص 287 .

[2] ــ فليب فرانك : فلسفة العلم ، المرجع السابق ، ص 143

هناك مفهوم آخر يعطيه نيوتن للقوة؛ إنها: «فعل يؤثر على الجسم كي يغير من حالته، سواء كانت سكونا أو حركة منتظمة في خط مستقيم»[1]. هذه القوة المؤثرة تتكون من الفعل فقط، لذلك لا تبقى في الجسم بعد انتهاء الفعل، لأن الجسم يحافظ على كل حالة جديدة، بواسطة قصوره الذاتي، ويحاول نيوتن تحديد مصادر هذه القوة التي تتمثل في: التصادم، الضغط أو القوة الجاذبية المركزية.

أما إذا تأملنا القانون الثاني للحركة –عند نيوتن– فسنجد مفهوما آخر للقوة يبين أن بإمكانها أن تكون باتجاهين متعاكسين.

وهناك أيضا مفهوم لنوع آخر من القوة؛ إنها القوة الجاذبية المركزية بوصفها «القوة التي تتجاذب أو تتنافر بها الأجسام، والتي تنحرف بفعلها عن أي طريق نحو نقطة مركزية»[2].

مما سبق يمكن ملاحظة أن للقوة مفاهيم متعددة –حسب نيوتن– إنها مرتبطة بمبدأ القصور الذاتي، وكذا بمبدأ أشمل، إنه مبدأ السببية الذي ينص على أن لكل تغير علة، والقوة هي علة كل حركة، أو توقف عنها، ومرة أخرى اعتبرت بوصفها قوة دافعة تؤثر على الجسم فتكسبه تسارعا معينا، وتارة أعتبرت شيئا يوجد في الجسم المتحرك فتكون هنا شبيهة بطاقة ناتجة عن الجسم في حالته الحركية، وتسمى الطاقة الحركية[3].

هذا الغموض والتشويش في مفهوم القوة ، ينتقده بوانكاريه؛ لأنه يؤثر على البنية المنطقية لعلم الفيزياء، إذ لا يمكن أن يشكل أساسا في بناء أية نظرية فيزيائية. ويذهب إلى مناقشة هذا المفهوم عن طريق إعطاء المثال التالي:

إذا أخذنا حجرا مربوطا بخيط، وحركناه بشكل دائري، فإن القوة المبذولة من قبلنا والمؤثرة على الحجر، ستحاول أن تحرفه عن طريقه أو عن خط حركته، فإذا غيرنا القوة وكتلة الحجر وطول الخيط، فإننا سنجد أن الحركة الفعلية للحجر ستكون مطابقة لقانون نيوتن الثاني، لكن الثالث يفترض قوة مضادة للقوة الأولى المبذولة على الحجر بواسطة

---

[1] ــ فورين ر.ج ــ ديكسترهوزاج ، تاريخ العلم والتكنولوجيا ، ترجمة : أسامة أمين الخولي ، محمد مرسي أحمد ، مؤسسة سجل العرب ، القاهرة ، (دط) ، 1967 ، ص 287 .

[2] ــ المرجع نفسه، ص 287 .

[3] ــ هنري بوانكاريه : العلم والفرضية ، ص 177

اليد، حيث لو ترك الخيط لخرج الحجر عن مساره الدائري، وانطلق نحو إحدى الجهات[1].

فما هو تفسير هذه الظاهرة ؟

إن تفسير ذلك يرجع إلى الحجر الذي يؤثر على حركة اليد؛ نتيجة القوة الطاردة عن المركز، وإن هذه القوة الطاردة مساوية بالضبط ومعارضة للقوة المبذولة من قبلنا في تحريك الحجر حركة دائرية، وهذا يعني انطباقها على القانون الثالث للحركة.

وهنا يطرح السؤال الآتي بشأن ما يسمى قوة طاردة: هل هو شيء آخر غير القصور الذاتي للحجر؟ وهل يمكن أخذ تأثير القصور الذاتي مرتين في الحسبان دون التشوه تصور الظاهرة؟

هنا يتبين استحالة الخروج بتصور واضح عن القوة، ومنه عدم إمكان إعطاء مفهوم علمي لها. إن القوة لن تدخل بالتالي في صياغة أي تفسير علمي يتوق إلى تشكيل نظرية علمية.

إن الصيغة: ق=ك×تع، ما هي إلا اصطلاح كما يقول بوانكاريه، إن هذا القانون لا يقرر أن حاصل ضرب الكتلة في التسارع يعتبر تعريفا للقوة ، فالقوة هي مجرد اسم لحاصل الضرب ك× تع، وعليه فإن هذا القانون يكون اصطلاحا بحتا على وجه التأكيد، ويكون بذلك حاصل الضرب ك×تع مفهوما ثانويا وليس مفهوما أساسيا في صياغة النظرية العلمية.

إن مبدأ العطالة العام موضوع يتجاوز حدود التجربة رغم أن أصله تجريبي، ولذلك فهو تعميم للتجربة يحمل طابعا قبليا يجعل منه مواضعة، وفضلا عن ذلك يذهب بوانكاريه إلى أنه لو كان مبدأ العطالة قانونا تجريبيا لربما كان بالإضافة إلى ذلك عرضة للتعديل على ضوء الملاحظة والتجربة، ولربما تم استبداله بقانون أكثر دقة، لكن بوانكاريه يعتقد أن مراجعة قوانين الميكانيكا عند نيوتن مثلها مثل مراجعة بديهيات الهندسة الإقليدية ليست احتمالا واردا يقول في ذلك: «فالقانون التجريبي يخضع دائما للمراجعة، وعلينا دائما أن نتوقع استبداله بقانون آخر يكون أدق منه. و مع ذلك فما من

[1] هنري بوانكاريه : العلم والفرضية ، المصدر السابق، ،ص 182

أحد يخشى حقا أن يقتضي الأمر يوما ما التخلي عن القانون الذي نتحدث عنه أو يقضي بتحويره، فلماذا كان الأمر كذلك؟ لأنه لن يمكننا البتة إخضاعه لاختبار حاسم»[1].

وعلى الافتراض مثلا : أنه لوحظ ما يبدو و كأنه انحراف عن مبدأ العطالة، فإن هذا الانحراف الواضح الذي يقول به بوانكاريه ليس في حاجة مطلقا لإرغام العلماء على التخلي عن مبدأ العطالة، إذ بالإمكان التغلب على هذه الصعوبة من خلال الافتراض بأن هذا الانحراف مصدره جزئيات غير مرئية، «فإذا ما ظهر لنا أن تسارع جسم ما من الأجسام التي نبصرها، يرتبط بشيء آخر غير مواقع الأجسام الأخرى المرئية، أو سرعاتها، أو غير مواقع الجزئيات اللامرئية التي نكون قد سلمنا من قبل بوجودها، أو سرعاتها؛ فليس ثمة ما يمنعنا من افتراض أن الشيء الآخر هو موقع آخر وسرعاتها، وهي جزيئات ما خطر ببالنا وجودها حتى الساعة، وعندها يبقى القانون ساري المفعول»[2].

أـ قـــانـــون التســـارع:

بوانكاريه يدرس بعد ذلك قانون التسارع، ومبدأ الحركة النسبية، وفي كلتا الحالتين يقرر الطابع المواضعاتي قائلا: «فهل لا يعدو إذا قانون التسارع، وقاعدة التركيب القوى أن يكونا إلا اصطلاحين تحكمين؟ أم أنهما اصطلاحان؟ فنعم، أم أنهما تحكميان؟ فلا، وقد يكونان كذلك إذا أمهلنا التجارب التي قادت مؤسسي العلم إلى الأخذ بهما وهي تجارب كافية –على ما فيها من النقص– لتبريرهما»[3].

ويقول عن الحركة النسبية: «وبالفعل فإن مبدأ الحركة النسبية يصبح أشبه ما يكون بما سميته سابقا مبدأ العطالة المعمم»[4]؛ أي إذا كان مبدأ العطالة تعريفا مقنعا أو اصطلاحا بسيطا، فإن هذا يصدق أيضا على مبدأ الحركة النسبية.

---

[1] ـــ هنري بونكاريه : العلم والفرضية ، ص 175 .

[2] ـــ المصدر نفسه ، ص 175

[3] ـــ المصدر نفسه ، ص 187

[4] ـــ المصدر نفسه ، ص 190 .

في الواقع كل شيء يحدث و كأنه في الميكانيكا العالم ، الذي يكون في وضعية المهندس نفسها ، يضع عدة مبادئ ممكنة تتوقع الظواهر ، هذه المبادئ كلها متشابهة ولا تختلف إلا من حيث بساطتها و سهولتها[1] .

مبادئ الميكانيكا هي تعريفات موضوعة بحرية من طرف فيزيائيين ، و موجهة لجعل النظريات أكثر بساطة و سهولة ، حيث يمكن على سبيل المثال تبني مبدأ آخر للعطالة الذي اقترحه غاليلي ، فالنظريات التي استعملها حتما ليست خاطئة و لكن تعقدها يجعلها ليست سهلة[2].

فمبادئ الميكانيكا تظهر تحت طابع مزدوج؛ من جهة هي حقائق مؤسسة على التجربة، حيث أن صلاحيتها لا تكون إلا تقريبية ما دام التحقق ممكنا، ويبقي دائما غير كامل، ومن جهة أخرى فإنها مسلمات قابلة للتطبيق على مجمل الكون باعتبارها صحيحة صحة صارمة. بوانكاريه في تفسيره هذا لمبادئ الميكانيكا يذكر بمواضعاتية الهندسة، وهذا لا يعني أن الهندسة والميكانيكا يتدخلان أو يختلطان، فالفرق بينهما واضح بالنسبة للهندسة؛ التجارب التي تتضمن بعض المواضعات الأساسية لا تنطبق على الأشياء التي تدرسها الهندسة، إن الإدراك الحسي للجسم و لعلاقته مع الواقع هو الذي يعطي البديهيات الأكثر سهولة، وفي هذه الحالة المسألة تتعلق بالفيزيولوجيا والبيولوجيا ولا تتعلق بالهندسة.

أما في الفيزياء فبعكس هندسته؛ المواضعات الأساسية للميكانيكا والتجارب التي تؤكد لنا أنها ملائمة تتعلق بالموضوعات ذاتها. ومن هذا الفارق لا يمكن وضع الهندسة والميكانيكا في نفس المستوى بالرغم من أنهما يعرفان بطابعهما المواضعاتي، الأولى تجد أساسها في الظواهر الفيزيولوجية الخالصة، والثانية تختصر في تعميمات النتائج التجريبية[3].

[1] ــ هنري بونكاريه : العلم والفرضية، ص 206 .

[2] _ Laurent Rollet : Henri Poincaré , des mathématique à la philosophie , Ibid. , P 57.

[3] ــ هنري بونكاريه : العلم والفرضية ، ص ص 211 ، 212 .

يمكن القول أن بوانكاريه يلخص موقفه من مبادئ الميكانيكا في قوله: «إن المبادئ اصطلاحات وتعريفات مقنعة، ومع ذلك فهي مستخرجة من قوانين تجريبية، وقع الارتقاء بها إلى مصاف مبادئ يضفي فكرنا عليها قيمة مطلقة»[1].

3 ــ المفاهيـــم الأساسيـــة والمفاهيـــم الثانويـــة:

إن اعتبار الفيزياء الكلاسيكية القوة كمفهوم أساسي في نظريتها كان سبب إحداث الغموض والارتباك في بنائها ألمفاهيمي، ولهذا عمل بوانكاريه على جعله مجرد مفهوم ثانوي أو اصطلاح بحت في التفكير العلمي.

إن المفاهيم والأفكار هي التي تشكل أساس كل بناء علمي، ولا يمكن لأي نسق فكري أن يكون كذلك إلا إذا بنى على جهاز مفاهيمي محدد، وبما أن المعرفة تتراكم بشكل غزير ومستمر، كان على كل علم أن تخضع مبادئه لشرط جوهري؛ إنه شرط الاقتصاد والكفاية، حتى يكون التعليم في متناول العقول الناشئة، أن تتصف بهذا الطابع الاقتصادي المتطور، هي تلك التي لا تهتم إلا بالظواهر القابلة لتجزئة إلى عدد قليل من العناصر، وتقبل أن يعبر عنها بلغة الأعداد مثل علم الفيزياء الذي يهتم بالمكانو الزمان والكتلة، والعلوم التي من هذا النوع تستفيد مما يتحقق مسبقا من الاقتصاد في الرياضيات.

هنا يلاحظ أن "ماخ" قد لفت الأنظار إلى أنه إذا استخدمنا التناسب الآتي[2]: ك$_1$/ ك $_2$= تع$_2$/تع$_1$، فهنا يتم التأكد بطرق رياضية تجريبية أن الكتلة عبارة عن مفهوم ثابت، وبالتالي تستعمل كمفهوم أساسي في الفيزياء.

وهنا يطرح السؤال: ما هي المعايير التي تجعل مفاهيم معينة أساسية؟ وما هي الآليات التي تشتق وفقها المفاهيم الثانوية؟ المفاهيم الأساسية ينطلق منها العالم في بناء نسقه الفكري، وهي مفاهيم عادة ما تكون قريبة من الواقع؛ لأنها من التجربة الحسية، وقد حددها "ماخ" بـــ: الكتلة، الزمان، والمكان[3].

---

[1] ــ هنري بونكاريه : العلم والفرضية، ص 213 .

[2] _ Meyerson Emile : Identité et réalité , Ibid. , p 200 .

[3] Ibid. , P 200 .

وبعد صياغة المفاهيم الأساسية، فإن اللغة العلمية تقتضي اشتقاق مفاهيم أعم وأكثر تجريدا، أين لا يشترط التطابق مع الخبرة، وهي تتطلب إجراءات عقلية تكون في مستوى آخر، مستوى التجارب الذهنية، حيث يتم استخدام لغة رمزية دقيقة شرطها يتمثل في المتانة وعدم التناقض، وفي الأخير قابليتها لوصف وتفسير الظواهر، أي يتم التحقق منها فيما بعد بواسطة التجارب.

من بين المفاهيم الثانوية، يمكن أن نذكر "عالم الأبعاد الأربعة" في النظرية النسبية، "الحادثة" في نظرية الكوانتم، " والأنطروبيا في الفيزياء الحرارية"[1].

إن تقسيم المفاهيم إلى أساسية وثانوية تقسيم ذو علاقة وثيقة باللغة التي تستخدم لصياغة هذه المفاهيم بمختلف مستوياتها، وهو على الأخص ذو علاقة أقوى بمسألة التعريف، وذلك يرجع إلى أهمية التعريفات، والدور الذي تلعبه في عملية بناء المفاهيم، فالتعريف هو الذي يسمح لنا بتمييز مفهوم عن آخر.

والتعريف نوعان: صوري وسيمانطيقي، والتعريف السيمانطيقي بدوره نوعان معرفي وتكويني[2].

التعـــريف الصـــوري: يمثل قاعدة تسمح باستبدال رمز بآخر، بينما التعريف السيمانطيقي فإنه يقدم قاعدة تسمح بتعيين معنى الرمز الذي نريد تعريفه أو توضيح معناه بدقة، هذا الأخير يضم نوعين آخرين من التعريفات، هما:

- **التعـــريف المعرفـــي:** يسمح بتعريف الكتلة من خلال إجراءات معينة.
- **التعـــرف التكـــويـنـــي:** يسمح بتعريف الكتلة من خلال علاقات معينة: ق÷تع

إن لكل نوع من التعريفات السابقة أهمية في بناء التفكير العلمي، فبدون التعريفات الإجرائية ينحل العلم إلى تأمل، وفي غياب التعريفات التكوينية فإن العلم يصبح تسجيلا عقيما لوقائع الملاحظة.

[1] _ Ulmo Jaune : la pensée scientifique moderne , Ibid. , P 75 .

[2] ــ مشهد سعدي علاف : بناء المفاهيم بين العلم والمنطق ، دار الجيل بيروت ، (د.ط) ، 1992 ، ص 92 .

والتمييز الذي سبقت الإشارة إليه بين مفاهيم أساسية، ومفاهيم مشتقة، يعني التمييز بين مفاهيم أولية غير معروفة، ومفاهيم ثانوية نعرفها بواسطة هذه المفاهيم الأولية، حيث توجد علاقات معينة تربطها، ومنها يمكن اشتقاق وبناء جميع المفاهيم بالاعتماد على تلك المفاهيم الأولية؛ أي بالاعتماد على أقل عدد ممكن من المفاهيم؛ يختارها الباحث لتكون أساس النسق البنائي، على غرار النسق الأكسيومي في الرياضيات مثلا نجد "ماخ" قد حدد أساس بناء النسق الفيزيائي: المكان، الزمان، والكتلة. ولقد لقي هذا التحديد قبولا لدى رواد الفيزياء المعاصرة، أمثال "هرتز"، "بوانكاريه". ولا يمكن إعطاء مثال آخر عن كيفية استعمال المفاهيم في الفيزياء الكلاسيكية وكيفية تكييفها مع الفيزياء المعاصرة من خلال فيلسوف العلم "برجمان"* الذي انطلق في بناء نسقه من خلال مفهومين أساسيين هما: المكان والزمان اللتين يتخذهما أساسا لتعريف بقية المفاهيم الفيزيائية[1]، مثل: السرعة، التسارع، الكتلة....

إنه يعطي لكل جسم ثلاثة إحداثيات، باعتبار أن المكان المسلم به ذو ثلاثة أبعاد، وهو على نوعين[2]:

1- مكان ملموس، وهو المكان الاعتيادي الذي نقيسه.

2- مكان شعاعي، وهو المكان الفلكي، الذي نقيسه بواسطة الأشعة الضوئية أو الموجات الضوئية.

كذلك يميز "برجمان" بين نوعين من الزمان[3] -حسب إجراءات قياسه-

1 ــ الزمــان المحلــي: وهو زمن الحوادث التي تقع متقاربة في المكان.

2 ــ الزمــان الممتــد: وهو زمن الحوادث التي تقع في نقاط متباعدة في المكان، على نحو يمكن أن يؤخذ بعين الاعتبار.

إن هذا المفهوم الأخير هو الذي يرتبط بالأبعاد المكانية الثلاثة، ويشكل البعد الرابع لها، والإجراءات الفيزيائية التي تستخدم في قياس الزمن هي: الساعة والأشعة الضوئية،

---

* Bridgman Pery Williams : (1882ــ 1961) فيلسوف أمريكي ، حاصل على جائزة نوبل عام 1946 .

[1] المرجع السابق ، ص 93 .

[2] ــ مشهد سعدي علاف : بناء المفاهيم بين العلم والمنطق ، المرجع السابق ، ص 94

[3] ــ المرجع نفسه ، ص 95 .

ومع الأخذ بعين الاعتبار أن الساعة أو أي جهاز توقيت سوف يغير من معدل توقيته أثناء الحركة في نظام معين[1]، وهذا يؤدي إلى القول بنسبية الزمان. انطلاقا من المفاهيم المحددة للزمان والمكان، يشرع "برجمان" في تعريف بقية المفاهيم بطريقته الإجرائية.

فالسرعة: تعتبر مفهوما ثانويا أو مشتقا، وتحديده يتوقف على المفهومين الأساسين المتمثلين في الزمان و المكان[2]، حيث أن الجسم يحتل موضعا ما $م_1$ في زمن ما $ز_1$ ثم موضعا آخر $م_2$ في زمن آخر $ز_2$ إلى $م_ن$ في زمن $ز_ن$.

ومنه فإن السرعة سر، تنتج عن حاصل قسمة المسافة على الزمن:

سر= م/ز حيث: م المسافة، ز الزمن.

أما التسارع (العجلة)، فيعرف بواسطة السرعة والزمن[3].

حيث سر= تع ز ومنه تع= سر/ز حيث تع: التسارع.

نفس الشيء بالنسبة للكتلة، من خلال تناسب كتلتين تسارعين معينين:

$ك_1/ك_2$ = $تع_2/تع_1$ حيث ك: الكتلة، تع: التسارع.

من خلال هذه المحاولة لتصنيف المفاهيم، يمكن أن نفهم موقف "بوانكاريه" من نقده لاستعمال "نيوتن" "القوة" كمفهوم أساسي في نظريته الفيزيائية، طالما أن القوة تتعلق بمفاهيم أخرى وهي تتحدد بالعلاقة: ق= ك×تع .

فالمهم بالنسبة للكثير من مفاهيم الفيزياء ليس الوقوف عند تعريفات محددة لها، بل المهم هو معرفة الكيفية أو الإجراء الذي من خلاله يمكن قياس كل مفهوم أو تحديده .

و منه يمكن القول أن الموقف الإجرائي لـــ: برجمان يشبه إلى حد كبير الموقف الاصطلاحي لـــ: بوانكاريه؛ حيث يؤكد كلاهما على عدم ثبات المفاهيم، فليس على عالم الفيزياء البحث عن ما هي الحرارة أو المغناطيس أو الكهرباء، إن المهمة الأساسية له تتمثل في إعطاء العلاقات الموضوعية التي تربط بين مختلف المفاهيم المعبرة عن ظواهر الطبيعة، الأمر الذي نجم عنه إلغاء صفة الجوهرية عن بعض المفاهيم، مثل الحرارة والطاقة...

---

[1] ـــ مشهد سعدي علاف : بناء المفاهيم بين العلم والمنطق ، المرجع السابق ، ص 96 .

[2] ـــ المرجع نفسه ، ص 97 .

[3] ـــ فليب فرانك : فلسفة العلم الصلة بين الفلسفة و العلم ، المرجع السابق ، ص 146 .

حيث أن معرفتها لا تتحدد إلا بعلاقاتها بالمفاهيم الأساسية، من هنا صار الطريق معبدا أمام الفيزيائيين، لتشييد نظرياتهم على أسس منطقية، وإن اختلفت الطرق والمناهج.

فأي المناهج بإمكانه تحقيق صياغة منطقية محكمة، قادرة على فهم وتفسير الظواهر الطبيعة؟

ثانيـــا ــ دور الفرضيـــة فـــي العلـــوم الفيزيائيـــة:

إذا أردنا التعرف على أصل كلمة "**فرض**" *Hypothesis* في اللغة الإنجليزية، سنجدها تتكون من مقطعين "*Hypo*" ومعناه "شيء أقل من" أو أقل ثقة من الأطروحة[1] *thesis* أما "*Hypothesis* " تعني الأساس المنطقي أو المبدأ، (أي ما يوضع تحت "*Supposé* " أو ما يفترض)[2].

وتدل كلمة الفرض "*Hypothese*" حسب أصلها في اللغة الإغريقية على المبادئ الأولية التي يسلم العقل بصحتها، ولا يستطيع البرهنة عليها بطريقة مباشرة لشدة عمومها[3]، إن الفرض يشكل نقطة بدء للبرهنة أو الإثبات، أما في العلوم التجريبية فهو توضيح ظاهري أو المعقول للوقائع أو الحوادث الذي نقبله مؤقتا بهدف واضح خاضعة لمراقبة منهجية للتجربة[4].

ويعرف الفرض بأنه تخمين أو استنتاج ذكي يصوغه ويتبناه الباحث مؤقتا لشرح ما يلاحظه من الحقائق والظواهر، وليكون هذا الفرض كمرشد له في البحث والدراسة التي يقوم بها، ويمكن أن يشبه الفرض الذي يصفه الباحث بالرأي الذي يعتنقه الشخص العادي في حياته اليومية.

فالباحث غالبا ما يضع عدة فروض أثناء دراسته، حتى يستقر آخر الأمر على واحد من الفروض التي يراها مناسبة لشرح جميع البيانات والمعلومات، وهذا الفرض

---

[1] ــ أحمد بدر : أصول البحث العلمي و مناهجه ، دار المعارف ، مصر ، ط5 ، 1989 ، ص 71 .

[2] ــ بول موي : المنطق وفلسفة العلوم ، المرجع السابق ، ص 189 .

[3] ــ محمود قاسم : المنطق الحديث ، المرجع السابق ، ص 142 .

[4] _ Nicolas Perrier : Grand dictionnaire de la philosophie , Ibid , P 498 .

النهائي يصبح فيما بعد النتيجة الرئيسية التي تنتهي إليها الدراسة[1]. كما يعطي الباحث للفرض عدة معاني منها:

أ – المعنـــى الأول: يشير إلى المبادئ المعترف بها (كالتعريفات والمصادرات)، كما في المنطق والرياضيات[2]. إذ يعتبر الفرض قضية نسلم بها بصرف النظر عن صحتها أو عدم صحتها ، فيترتب عليها نتائج معينة[3].

ب– المعنـــى الثانـــي: ويقترب من المعنى الأول، معنى يستخدم بدوره في الرياضة وفيه يكون الفرض هو الحالة المعطاة لشكل أو العلاقة المعطاة (كالفرض في النظريات الهندسية).

جـــ – المعنـــى الثالـــث: الفرض في علم الطبيعة الرياضية وفي العلوم التجريبية بوجه عام هو : القانون الذي يخترع، والذي سوف يتحقق المرء من صدقه، والملاحظ أن الفرض هنا كما في المعنيين السابقين نقطة بدء لتقدم تال.

د – المعنى الرابع: فيه يكون الفرض هو النظرية أي أنه تفسير للظواهر، يتصف بأنه أكثر عمقا وتخمينا، وفي الوقت نفسه يكون التخمين أشد وضوحا غير أن المعقولية بدورها تصبح فيه هي الأعظم[4].

وكلمة "فرض" استخدمت قديما مع أفلاطون وأرسطو، إلا أنها كمصطلح لم يتم تحديده إلا في العصر الحديث.

ومع أن العلماء والدارسين للعلم يذهبون إلى أن الفرض "اقتراح مؤقت" يضعه العالم لتفسير طائفة الظواهر التي يدرسها، إلا أنهم يختلفون في تحديد المعنى الذي ينطوي عليه مصطلح الفرض، خاصة لدى التجريبيين والرياضيين.

1 ــ أهميـــة الفرضيـــة عنـــد بوانكاريـــه بين التجريبييـــن والعقـــلانيين:

الفرضية هي آراء وضعية تصورها العلماء على سبيل الحرز والتخمين لتفسير الظواهر الطبيعية[1]. والمقصود بالفرض في الطبيعة؛ ذلك القانون المبكر الذي يتحقق

---

[1] ــ أحمد بدر : أصول البحث العلمي و مناهجه ، المرجع السابق ، ص 71 .

[2] ــ بول موي : المرجع السابق ، ص 189 .

[3] ــ عبد الحلو : معجم المصطلحات الفلسفية ، المركز اتربوي للبحوث و الانماء ، لبنان ،(دط) ،(دت) ،ص77 .

[4] ــ بول موي : المرجع السابق ، ص 189 .

العالم من صدقه بحجج التجربة المعملية، فهي تقود المجرب وتطلعه على التغيرات التي يجب إضافتها على شروط الظواهر الطبيعية للوصول إلى تفسيرها وتعليلها، ولولاها لسار المجرب على غير هدى. فهي إذن أساس الابتكار التجريبي وهي التي تعين حدود التجربة.

الفـــرض عنـــد التجريبيين: يرى بيكون **أن** الفرض بمعناه الحديث ليس مجرد قضية عامة تستخدم في الاستدلال القياسي، بصرف النظر عن صدقها أو كذبها كما كان يفعل المدرسيون، بل هو حدس وتكهن بالقانون الذي يوجد بحسب الواقع، ويعتبر بيكون أول من حدس بهذا المعنى، غير أنه لم يتوسع في تفسيره إلى درجة أن عده بعضهم من أعداء الفروض، على الرغم من أنه كان أول من حاول القيام بتحديد المنهج التجريبي، ورسم خطوطه الرئيسية التي لم تتقدم تقدما ملموسا إلا في القرن التاسع عشر، بعد الكشوف العظيمة التي تمت في العلوم الطبيعية. وإذا كان بيكون قصر في شرح الفرض وتعريفه وبيان أهميته في المنهج، فذلك راجع إلى أنه كان يحذر من جموح الخيال، ويوصي بكبح جماحه وعدم الغلو في وضع الفروض على طريقة القدماء[2].

أما الفرضية عند العقلانيين تتعلق بالرياضيات وتعني المبادئ المعترف بها، أو التصديقات كالبديهيات والمسلمات والتعريفات[3]، وهي منهج ضروري للمعرفة في علم الطبيعة (الفيزياء) الحديث، فقد جاء تطور تلك الفروع من الفيزياء التي تدرس العلم الأصغر ضد فقد الأشياء الفيزيقية للبصرية الحسية (التقريبية)، وتبعا لذلك فإن الوسيلة الأمثل لوصف نتائج التجارب في الفيزياء ووضع تعميمات كاشفة تنبيئية، أصبحت ممكنة في الشكل الرياضي فوق كل شيء. و بقا لذلك بدأت الفرضية الرياضية تلعب دورا رئيسيا في تقدم النظرية الفيزيقية في شكل الاستكمال الاستقرائي، والمخططات الرياضية المعممة، ومقارنة النظريات الرياضية مع الواقع الجديد، بواسطة الفرضية الرياضية عن طريق مقارنة المعطيات التجريبية[4]. و لتحديد مفهوم الفرضية عند الرياضيين نجد

---

[1] ــ جميل صليبا : المنطق ، ص 254 .

[2] ــ محمود قاسم : المنطق الحديث ، المرجع السابق ، ص 145 .

[3] محمد عزيز نظمي سالم : المنطق الحديث و فلسفة العلوم ، ص 128 .

[4] ــ م . روزنتال ب . بيودين : الموسوعة الفلسفية ، ص 330 .

ديكارت يقول في هذا الصدد: «إني أرغب في أن ينظر المرء إلى ما سأكتبه على أنه فرض، وذلك لكي تكون له الحرية في أن يفكر فيما أكتب كما يحلو له وربما كان هذا الفرض بعيدا جدا عن الحقيقة، وإذا كان الأمر كذلك فإنني أعتقد أني قمت بعمل كبير إذا كانت كل الأشياء التي تستنبط منه مطابقة تمام المطابقة للتجارب»[1]. وهنا يتبين موقفه الصريح منها، و يرى أنها لا تؤدي بالضرورة إلى نتائج خاطئة، رغم أن ديكارت ظل متأثرا بسابقيه فإنه شرع في استخدام الفرض للدلالة على الحدس بالقانون؛ أي على الفكرة التي يحاول الباحث التحقق من صدقها عن طريق الملاحظة والتجربة حتى يتخذها سبيلا لتفسير الظواهر[2].

أما بوانكاريه فيعرف الفرضية بأنها تعميم، يقول: «كل فرضية تعميم»[3]، فهو يؤكد على ضرورة التعميم وافتراض الفروض في العلم[4]، حيث يرى أن البحث عن الحقيقة في العلم، هو البحث عن الفرضيات المتعلقة بالوقائع[5]، مبينا عدم كفاية الملاحظة والتجربة، لأنه من سوء الخطأ فهم حقيقة العلم عند الاكتفاء بالتجربة المجردة. كما يقول في هذا أيضا: «يقال في معظم الأحيان بأنه يجب الخوض في التجارب دون فكرة مسبقة، هذا أمر مستحيل فهو لا يجعل فقط التجربة عقيمة لكن وحتى ولو أردنا ذلك فلن يستطيع كل واحد منا أن يجعل في داخله تصوره للعالم، والذي لا يستطيع أن يتخلى عنه بسهولة. علينا أن نستعمل اللغة مشكلة من الأفكار المسبقة وليس من شيء آخر، لكنها أفكار مسبقة غير مدركة وبالتالي أخطر ألف مرة من غيرها»[6].

ويرى بوانكاريه هنا أنه من العسير أن نجري تجارب دون أفكار مسبقة، فهو يرى بأنه لا علم بغير فرض؛ لأن قيمة العلم و لحقيقة بوجه عام تتوقف على اصطلاح، ونحن في اختبار للفرض نسترشد باعتبارات اليسر، وبوانكاريه يفكر هنا خصوصا وقبل كل

---

1 ــ نقلا عن محمود قاسم : المنطق الحديث و مناهج البحث ، ص 145 .

2 ــ المرجع نفسه ، ص 145 .

3 ــ هنري بوانكاريه : العلم والفرضية ، ص 226 .

4 ــ ج بنروبي : مصادرات و تيارات الفلسفة المعاصرة في فرنسا ، ص 294 .

5 _ René Bouveresse : Karle Popper ou rationalisme critique , Bibliothèque d'histoire de la philosophie , Paris , 1986 , P 291 .

6 ــ هنري بوانكاريه : العلم والفرضية ، ص 159 .

شيء في الرياضيات وأن البديهيات ليست أحكاما تركيبية قبلية، ولا وقائع تجريبية، بل إنها اصطلاحات، ورغم كل هذا فإن بوانكاريه لا يرفض التجربة، إذ يؤكد أنها تمكننا من القيام بعدد من التنبؤات ذات الدرجة العالية من الاحتمال، فكما تختلف الملاحظة باختلاف الملاحظين، فإن نتائج التجربة تختلف باختلاف أدوات التجريب. لذا يرى أنه ينبغي التعميم من أجل استخلاص القانون من التجربة، والتجربة في نظره ليست إلا فرصة لتحقيق فكرة توجد في عقلنا من قبل، كما يرفض التجريبية الهندسية، ويرى أنه لا ينبغي أن نستنتج أن الهندسة علم تجريبي ولو جزئيا فلو كانت تجريبية لكانت تقريبية ومؤقتة. و موضوع الهندسة هو دراسة مجموعة معينة، لكن التصور العام للمجموعة يوجد سابقا في عقلنا على الأقل بالقوة[1]. إذن فالفكرة السابقة أو الفرض يجعل الباحث ينطلق لإنتاج تصورات جديدة عن الوقائع و حركة سيرها في الخارج[2].

4 ــ صياغــة الفرضيــة ودورهــا فــي الفيزيــاء:

إن الفرضية ضرورية للباحث العلمي؛ لأن العقل لا يدرك قوانين الحوادث مباشرة، بل يضع لها في البدء تفسيرا مؤقتا، ثم يختبره بعرضه على الحوادث المشاهدة، والمسائل العلمية نوعان: منها ما لا يحتمل الوصول فيه إلى حل نهائي لكثرة تجريده وسعة شموله، ومنها ما يمكن الوصول فيه إلى قانون علمي دقيق، فيكون الفرض في كلتا الحالتين خطوة تمهيدية للنظرية العلمية أو القانون العلمي، إذا ما هو الدور الذي تؤديه الفرضية في الفيزياء؟

عن هذا الدور يقول بوانكاريه: «كانت الفرضية تؤدي ضرورة دورا لم ينكره أحد، غير أنه ينبغي دائما اخضاعها لتحقق في أسرع وقت ممكن وكلما أمكن ذلك»[3]، فلا بد من مقارنة الفرضية مع معطيات الواقع ومنه يمكن الاعتماد على الفرضيات في العلم فهي تؤدي دورا كبيرا حتى وإن لم تؤكدها التجربة.

---

[1] ــ ج . بنروبي : مصادرات و تيارات الفلسفة المعاصرة في فرنسا ، ص 295 .

[2] ــ ماهر عبد القادر محمد علي ، ص 54 .

[3] ــ هنري بوانكاريه : العلم والفرضية ، ص 226 .

رغم اختلاف بوانكاريه مع الفلسفة التجريبية، والانتقادات التي وجهها إليها إلا أنه لا ينكر دور التجربة في مقابل دور الفرضية، فهو يعترف بأن التجربة هي مصدر الحقيقة وهي التي تعطينا اليقين، غير أن التجربة وإن كانت هي المصدر الوحيد لاكتساب الحقائق فهي ليست كل شيء في الفيزياء، « ولكن إذا كانت التجربة هي العمدة الوحيدة، فأية مكانة عندئذ ستبقى للفيزياء الرياضية، وما عسى أن تفعل الفيزياء التجريبية بهذا الرافد الذي لا نفع منه على ما يبدو، بل ربما كان خطيرا ومع ذلك فإن الفيزياء الرياضية موجودة وقدمت خدمات لا تنكر»[1].

وهذا يعني أن التجربة وحدها لا تكفي، وأن الاكتفاء بها هو تجاهل تام للسمة الخاصة بالعلم . فالعلم يتألف من وقائع يجب على العالم أن يرتبها و ينظمها، وهنا شبه بوانكاريه عمل العالم ببناء البيت من الحجارة فتجميع الوقائع بلا ترتيب ليس علما. فالعالم بحاجة ماسة إلى العلم المرتب والمنظم، فالوقائع وحدها لا تكفي[2]، فما يهم العلم ليس الوقائع المجردة و إنما الوقائع المنظمة، وعلى العالم أن ينظم الوقائع أولا وأن يتوقع ثانيا، وكلا الأمرين لا يأتي من التجربة والمفاضلة بين التجارب يؤدي إلى القول بأن أفضلها هي تلك التي تؤدي إلى معرفة شيء آخر غير الواقعة المعزولة؛ أي تلك التي تسمح بالتوقع وبالتعميم، إذ لا توقع بدون تعميم، كما أن التجربة لا تعطي إلا وقائع معزولة يجب أن تجمع مع بعضها البعض، «وما كان إذا للوقائع الخام أن تكفينا ولذلك كان علينا أن نطلب العلم المرتب أو بالأحرى العلم المنظم»[3]. فبفضل التعميم يمكن الانطلاق من واقعة واحدة تؤدي إلى الكثير من الوقائع الأخرى، حقا إن الواقعة الأولى وحدها أكيدة وإن الأخريات كلها محتملة، غير أن ما يهم العلم هو التنبؤ، « وخير لنا أن نتوقع من دون يقين من أن لا نتوقع أبدا»[4].

ففي هذه الحالة لا يمكن الاعتماد على التجربة بصفة كلية، لأنه يجب القيام بعدد لانهائي من التجارب في نفس الوقت استخلاص أكبر قدر ممكن منه وهذا انطلاقا من

---

[1] ــ هنري بوانكاريه : العلم و الفرضية ، ص 217 .

[2] ــ المصدر نفسه ، ص 218 .

[3] ــ المصدر نفسه ، ص 219 .

[4] ــ المصدر نفسه ، ص 220 .

القليل من التجارب، فعلى كل تجربة أن تسمح بأكبر قدر ممكن من التوقعات وبأكبر قدر ممكن من الاحتمال[1].

إن كثرة التجارب التي لم تؤدي إلى نتائج ايجابية في العلم هي التي تساعد بطريقة غير مباشرة على إقامة أقل عدد ممكن من التعميمات، لأن متطلبات العلم تتمثل في الحصول على أقل عدد ممكن من التعميمات قصد صياغة أقل عدد ممكن من القوانين.

إذ بدون تعميمات لا يمكن التنبؤ، فالظروف التي تمتد معانيها لا يمكن إعادة صياغتها مرة أخرى دفعة واحدة، وبالتالي فالواقعة الملاحظة لن يعاد تكرارها مرة أخرى، إن الشيء الوحيد الذي يمكن إثباته هو أنه في ظروف متشابهة هناك واقعة معينة يمكن أن تحدث، ولكي يمكن التنبؤ يجب عل الأقل اللجوء إلى القياس وهو نوع من التعميم[2].

وفضلا عن هذا، فإن بوانكاريه يسلم بمبدأ الاستقراء في العلم ويعتبره حالة خاصة مشتقة من المنهج، إنه الاستقراء المطبق في الرياضيات الذي يسميه: "**الاستدلال بالتراجع**"[3] *Raisonnement par Récurrence* . فمنهج علم الفيزياء حسب بوانكاريه يجمع بين الاستقراء التجريبي والاستدلال الرياضي، ومنه ينشأ نوعان من علم الفيزياء: علم الفيزياء التجريبي، علم الفيزياء الرياضي.

ولتوضيح مكانة الفيزياء التجريبية ودور الفيزياء الرياضية، نجد بوانكاريه يشبه العلم بالمكتبة التي يجب أن يزداد رصيدها باستمرار. المكتبي لا يملك لمشترياته سوى اعتمادات مالية غير كافية عليه أن لا يهدرها، أما الفيزياء التجريبية فهي المسؤولة عن المشتريات؛ إذ هي وحدها بإمكانها أن تثري المكتبة، أما الفيزياء الرياضية فدورها وضع الفهارس، إذا وضعت هذه الفهارس بحكمة، فالمكتبة لن تكون أثرى، لكن هذا يساعد القارئ على أن يستخدم هذه الثروات[4].

---

[1] ــ محمد وقيدي : ما هي الابستيمولوجيا ، ص 375 .

[2] ــ هنري بوانكاريه : العلم و الفرضية ، المصدر السابق ، ص 219 .

[3] ــ المصدر نفسه ،ص 87 .

[4] ــ المصدر نفسه ، ص 212 .

فدور الفيزياء الرياضية هو توجيه التعميم بكيفية يراعى فيها مردود العلم العملي، فهي تعطي برنامج العمل في الواقع التجريبي، فإذا عرفنا ضرورة التعميم للقيام بالتنبؤ الذي لا غنى عنه بالنسبة للعلم، وعرف بذلك الدور الذي يمكن أن تلعبه الفرضية في العلوم الفيزيائية ، فالتعميم يتوقف على الفرضية، ولهذا عرفها بوانكاريه بأنها **تعميم يجب التحقق منه**، إلا أن أهمية الفرضية لا تنقص عند اخضاعها للتمحيص؛ ذلك لأن قيمة الفرضيات الخاطئة لا تقل قيمة عن الفرضيات الصادقة؛ و ذلك لكون أن إجراء التجارب بدون وجود الفرضية لا معنى له و لا يمكن أن يستخلص منه شيئا، بل و بدون هذه الفرضية لا يمكن أن تجرى تجارب جديدة، وأن نعرف أن هناك في الواقع بخلاف ما فرضناه شيئا جديدا علينا معرفته . فالفرضية إذن تلعب دورا مهما في تنظيم أولي للوقائع وهي التي تسمح لنا بذلك بإمكان التوقع[1]. ومهما كان دور الفرضية في العلم يعتبر مؤقتا تماما شأنها شأن النظرية، فإن تقدم العلم يصحح الفرضيات و يعدلها باستمرار.

كما أن هناك في تاريخ العلم من الفرضيات ما أثبت العلم صحتها، ولكنها مع ذلك قامت بدور كبير في تفسير الظواهر المدروسة فحسب، بل وفي التنبؤ بظواهر جديدة أيضا[2].

إن الفيزياء الرياضية تعطي أهمية قصوى لعملية صياغة الفروض، ومنه فإن مفهوم الفرض عند بوانكاريه يختلف عن المفهوم الكلاسيكي له[3]، إذ يعتبره مجرد خطوة مؤقتة من خطوات المنهج التجريبي.

وعليه ليست التجربة هي التي تنفي الفرضية –كما يذهب إلى ذلك ممثلو الفيزياء الكلاسيكية– بل الفرضية هي التي تثبت نفسها لاعتبارات رياضية بحتة يسميها بوانكاريه: اعتبارات اليسر والملائمة، واعتمادا على التسليم بأن الطبيعة واحدة [4]. ومنه فإن الاستعمال العقلاني للفروض سيؤدي إلى إقامة تعميم معين وهو سيكون نتيجة تم التوصل إليها بطرق متعددة وكثيرة ، فكيف يتحقق ذلك؟

---

[1] ــ محمد وقيدي : ما هي الابستيمولوجيا ، ص 375 .

[2] ــ محمد عابد الجابري : مدخل إلى فلسفة العلوم ، العقلانية المعاصرة و تطور الفكر العلمي ، ص 283 .

[3] _ A. Einstein – L . Infeld : L'évolution des idées en physique , Payot . 6eme ed , Paris 1963 , P 113 .

[4] ــ هنري بوانكاريه : العلم والفرضية ، ص 221 .

يجيب بوانكاريه بأن ذلك لا يتحقق إلا بالاختيار الذي توجهه و تعبر عنه اعتبارات فرضية أهمها القول بالبساطة .

فإذا كان الفرض استيفاء واستكمالا، يربط بين الوقائع المنعزلة التي على الباحث أن يوحد بينها بخط مستقيم؛ ليملأ ما يفصلها من ثغرات، فلماذا لا نمرر ذلك الخط المنتظم بقدر ما نستطيع بين النقاط التي أمدتنا بها الوقائع العلمية؟ يتساءل بوانكاريه كذلك: لماذا نجعل خطنا أو قوسنا يصف أشد الانحناءات والتعرجات شذوذا عن المسار المنتظم؟ [1].

يجيب بوانكاريه أن سبب ذلك يعود إلى أن الفكرة المسبقة موجودة بأذهاننا تتمثل في البساطة[2]، فالقوانين التي تصف العلاقات بين الظواهر يجب أن تتصف بهذه الخاصية، وتبتعد عن التعقيد.

لكن هل الفرض يختار من بين مجموعة محتملة من الحلول؟ أم أنه يشكل الإجابة الوحيدة على مشكلة معينة؟

يجيب بوانكاريه بأن الفروض تختار حسب ملائمتها وكفايتها في حل المشكلات، كما أنها تصلح أن تكون مبادئ منظمة[3]، ترتبط من حولها كل المعالم المتعلقة بموضوع البحث؛ لأنها هي التي تعين مناطق الأهمية النسبية التي ينبغي أن تبرز في الجوانب المختلفة لمشكلة البحث.

إن الفروض في العلم الفيزيائي تعد من أبرز صور الإبداع والكشف، فهي تكشف عن التماثل في المختلف، والوحدة في التنوع، وهذا عندما يقوم الباحث بعملية ربط شتات الوقائع في خط متصل، هذا من جهة، ومن جهة أخرى فإن الفروض تسمح بصنع تركيبات جديدة في العلم[4]، الأمر الذي يؤدي إلى قيام نظريات برهانية جديدة مثلا النظريات التي تبين بنية الذرة، نظريات انتشار الضوء، النظرية الحركية للغازات....

---

[1] ــ مشهد سعدي علاف : بناء المفاهيم بين العلم والمنطق ، المرجع السابق ، ص 221

[2] ــ المصدر نفسه ، ص 221

[3] ــ المصدر السابق ، ص 221

[4] ــ المصدر نفسه ،ص 222

ومنه فالفرض –حسب بوانكاريه– كثيرا ما يكون قفزة عقلية إبداعية، حيث يسمح بالتنبؤ، إنه أكثر صور التعبير عن المشكلة العلمية خصوبة؛ إذ إن بيان المشكلة وتحديدها بوصفها فرضا يقلل من حجم عرضها، إذ يختزلها إلى عناصرها الجوهرية في نطاق إطار موجز.

إن الفرض يلعب دورا مهما في تنظيم أولي للوقائع، إنه الذي يسمح بإمكان التوقع. فالوقائع التي أمامها فرصة أكبر في التكرار، تتمتع بخاصية البساطة؛ لأنه توجد فرصة أكبر أمام العناصر المكونة لواقعة ما بسيطة للإتحاد مرة أخرى أكثر من تلك الفرصة التي تسمح لمكونات الواقعة المركبة بالاتحاد[1].

إن الحياة العقلية ليست ممكنة، إلا أنه يوجد في العالم بعض الاطراد والانتظام، فالإنسان مثلا يعرف أن نمو نبتة يتبع دفن البذرة في التراب. إن الفكر في كل حالة مماثلة يشعر بوجود بنية، وبوجود تصميم، وهذه هي البساطة التي يطمئن إليها الفكر حين يضع الفرض في علم الفيزياء. مثلا: لقد تمكن العلماء من العثور على وقائع بسيطة للغاية، أكثر مما كنا نتصور، مثال ذلك أن الفيزيائيين وجدوا هذه الوقائع في الذرة كما وجدها البيولوجيون في الخلية، ووجدها الفلكيون في المسافات بين الكواكب.

من المثال السابق يخلص "بوانكاريه" إلى أن الكثير من العلوم الطبيعة –على غرار علم الفيزياء– مبنية على الاعتقاد بوجود الانتظام في الطبيعة، وبالتالي فإن تصنيف جميع أنواع الانتظام، أي مختلف أصناف البنيات يكتسي قيمة تطبيقية، والفكر يجد لذته في ممارسة هذه الأبحاث. إن الضرورة والرغبة متحدتان في الطبيعة دوما[2].

إن ما يثير الانتباه بشأن الانتظام القائم في الطبيعة ، أنه يوجد بنية واحدة ، تتمظهر غالبا في مظاهر متنوعة[3]، كما لو أن عدد البنيات الممكنة محدود. إن البنية التي يرمز لها الرياضيون بـ: Δ س2 نصادفها على الأقل في إثني عشر تطبيقا من فروع العلم، نجدها في الجاذبية، الضوء، الصوت، الحرارة، الكهرباء، المغناطيس، أمواج البحر، طيران الطائرات وذبذبات الأجسام المطاطة...

---

[1] _ Henri Poincaré : Science et Méthode , Op-Cit , P 36 .
[2] _ Ibid. , P 36 .
[3] _ Ibid, P 146 .

هذه الفكرة العجيبة؛ فكرة وجود البنية نفسها في ظروف مختلفة، بسيطة جدا، أي أنها تكون للرياضي متعة اكتشاف وحدة وتطابق شيئين ينظر إليهما عادة على أنهما متمايزان[1]. ومنه فالعلم الرياضي هو: «فن إعطاء الاسم نفسه لأشياء مختلفة»[2]

وعليه، فإن التفكير الرياضي بالأخص النظريات الرياضية كانت ولا تزال المنبع الخصب لنشأة فروض الفيزياء، ومن ثمة نظرياتها. إن الإحساس الرياضيين بالصورة الرياضية وحدها كثيرا ما أدى بهم إلى إنشاء نظريات تبين فيما بعد أنها ذات أهمية بالغة بالنسبة إلى علم الفيزياء ، فمثلا درس الإغريق الإهليليج (القطع الناقص)[3]، قبل أكثر من عشر قرون من استعمال ما توصلوا إليه في علم الفلك، والتنبؤ بحركات الكواكب، وكذلك النظرية الرياضية الضرورية لنظرية النسبية كانت موجودة لمدة ثلاثين عاما إلى خمسين عاما[4]، قبل أن يجد "اينشتين" تطبيقا فيزيائيا، وكذلك يوجد عدد كبير من أجمل النظريات الرياضية، ولدت من خلال البحث في الظواهر الفيزيائية.

إن الفيزياء الرياضية هي التي تساعد على صياغة الفروض، وبالتالي تضمن خصوبة التفكير في علم الفيزياء، إن عملية إعطاء تعريف جامع مانع للفرض الذي يتحدث عنه بوانكاريه تبدو عملية صعبة، إن مدلول هذه العملية الفكرية أوسع مما يمكن تصوره. ولقد حاول "بوانكاريه" تحديد بعض ملامح الفرض من خلال بيان أنواعه الثلاثة الآتية:

الأولى تتميز بأنها تشكل أرضية مشركة بين كل نظريات الفيزياء الرياضية؛ إنها الفروض الأساسية التي لا يمكن إقامة نسق منطقي إلا بالاستناد إليها، فهي بمثابة حجر الزاوية للبناء[5]، فمثلا: ثبات سرعة الضوء بالنسبة لنظرية النسبية، أو فروض تشابه جزيئات الغاز بالنسبة للنظرية الحركية للغازات، حيث يقول: «طبيعي جدا لا مناصة لنا

---

[1] ــ Henri Poincaré : Science et Méthode , Op-Cit , P 146

[2] ــ Ibid , P147 .

[3] ــ جورج سارتون: العلم القديم و المدينة الحديثة ، ترجمة : عبد الحليم صبري ، مكتبة النهضة المصرية ، القاهرة ، ص 23 .

[4] _ R. Loqueneux : Histoire de la physique , Edition Dahlab , Algerie , P 87 .

[5] ــ هنري بوانكاريه : العلم والفرضية ، ص 227 .

منه إذ يستعصي علينا أن لا نفترض أن تأثير الأجسام البعيدة غاية البعد هو تأثير يمكن إهماله أو أن لا نفترض الحركات الصغرى تجري وفقا لقانون خطي وأن أثر دالة متصلة لعلته ويقال الشيء نفسه في التناظر وتشكل كل هذه الفرضيات ما يمكن أن يسمى بالمعين المشترك بين جميع النظريات الفيزياء الرياضية»[1].

الثانية هي الفروض التي ينتهي عندها المحلل بعد نهاية عمله، إذ يجب أن ينتهي عند حد ما خلال عمله الفكري، إن الحد الذي سينتهي عنده يسمى فرضا ابتدائيا[2] في دراسة المادة وتجليتها، ويتوج هذا العمل التحليلي بالوقوف على البسائط التي تحويها، وهي تسمى فرضا ذرات، وهي ذات خصائص معينة تحدد كتلها ، أحجامها العناصر الثانوية التي تتألف منها (البروتونات، النترونات، الإلكترونات)، فهنا تعتبر هذه الكائنات بمثابة فروض عقلية تصورية، إذ لم توجد ولن توجد تجارب تكتشف عن بنيات المادة كما تكشف المجاهر عن خلايا المادة الحية. يقول: «وثمة نوع ثان منها سأسميه بالفرضيات المحايدة. ففي جل المسائل، يفترض المحلل في بداية الحساب الذي يجريه، إما أن المادة متصلة وإما أنها –على العكس من ذلك– مكونة من ذرات، ونتائجه لا تتغير لو أنه فعل العكس، بل كل ما هنالك أنه قد يجد صعوبة أشد في الحصول عليها»[3].

ولهذا كان الجدل قائما بين اتجاهين في تفسير طبيعة الضوء، وكيفية انتشاره؛ لأن لكل فريق تصوره لبنية الضوء، وفق الفرضيات التي يراها ملائمة.

أما الثالثة: هي تلك الفروض التي يعتبرها بوانكاريه تعميمات حقيقية، حيث يقول: «أما الفرضيات من النوع الثالث، فهي التي تشكل التعميمات الحقيقية، وهي التي على التجربة أن تؤكدها أو أن تفندها، وهي خصبة سواء صدقت أم كذبت»[4]. إنها الفروض المسؤولة عن إعطاء نظريات خصبة مثمرة، شرط أن لا يتم استبدال فرض بآخر. وهنا تطرأ الفكرة على ذهن الباحث، لتكون من قبيل «الحدس الكشفي»، لقد طرأت هذه الفكرة بشكل مفاجئ، حين كان العالم متوقفا عن بحث الموضوع الذي كان منشغلا به، فتجيء

[1] ــ هنري بوانكاريه : العلم والفرضية ، ص 227 .

[2] ــ المصدر نفسه ، ص 227 .

[3] ــ المصدر نفسه ، ص 228

[4] ــ المصدر نفسه ، ص ص : 228 ، 229 .

فكرة فورية مفاجئة، بها يستطيع الباحث أن يقوم ببناء نظرية كاملة مثل: نظرية الجذب العام لـــ "نيوتن"، واكتشاف بوانكاريه لتحويلات العددية الخاصة بالمعادلات التربيعية ذات المتغيرات الثلاثة المحدودة، هي نفس التحويلات الخاصة بالهندسة الاإقليدية [1]، فهذا يعتبر من قبيل هذا الحدس الكشفي. وعليه يمكن أن القول مع "بيفردج": «إن الفرض يعتبر الأداة الرئيسية في الأبحاث، مهمته فتح الطريق أمام تجارب ومشاهدات جديدة، ولذلك فهو يؤدي إلى كشوف حتى ولو كان هو ذاته غير صحيح»[2].

هنا يبدو للحدس دور إيجابي في صياغة الفروض، ومنه تحقيق اكتشافات هامة في ميدان العلم، وعليه فـــ "بيفردج" في كتابه "فن البحث العلمي" قد قام بدراسة مستفيضة لفاعلية عامل الحدس، من خلال أقوال العلماء والمكتشفين، ثم حدد لنا بعض العوامل التي يرى أنها ذات فعالية في استثارة عامل الحدس لدى العالم، وهي:

1 ــ أن يتمثل العالم في ذهنه المشكلة تماما، ويفكر في الوقائع المتصلة بها لدرجة التشبع ، فكلما ازدادت صلة الذهن بالوقائع ، ازداد التوصل إلى نتيجة.

2 ــ أن يتخلص الذهن من المشكلات الأخرى التي تشغله، خاصة تلك المتعلقة بالأمور الشخصية.

3 ــ التحرر من المقاطعة والمؤثرات التي تشتت الانتباه.

4 ــ الابتعاد قليلا عن ميدان البحث، مما يسمح بالتخلي عن التفكير في المشكلة مؤقتا، والانشغال بأعمال أخرى غير شاقة لا تتطلب مجهودا عقليا معتبرا.

5 ــ الاتصال بالآخرين عن طريق المناقشة أو كتابة تقرير عن البحث المراد إنجازه، أو قراءة المقالات العلمية التي ليست لها علاقة بالمشكلة.

6 ــ تسجيل الأفكار فور ورودها في لذهن مباشرة، فالفكرة الجديدة غالبا ما توصف في الذهن للحظات ثم تختفي[3].

---

[1] _ Henri Poincaré : Science et Méthode , Op-Cit , P

[2] ــ بيفردج : فن البحث العلمي ، ترجمة : زكريا فهمي ، دار إقراء ، بيروت ، ط1 ، 1983 ، ص 93 .

[3] ــ المرجع نفسه، 135 .

وهكذا يبدو أن للحدس و الخيال دورا هاما في الكشف العلمي، إلا أن هذا لا يعني الاستغناء عن الاستدلالات الرياضية والبراهين العقلانية في صياغة القوانين والنظريات العلمية.

إن الرياضيين أو بالأحرى علماء الفيزياء الرياضية (الفيزياء النظرية) هم الذين تصدوا للمشكلات المترتبة عن ظاهرة انتشار الضوء عبر وسط متحرك، ولقد عملوا ما بوسعهم لتذليل العقبات أمام علماء الفيزياء التجريبية.

ففرض الأثير الذي لم يتحقق تجريبيا إلى الآن هو الذي ساعد رواد الفيزياء الرياضية على إكتشاف المجال الكهرومغناطيسي[1]، الذي يفسر انتشار الضوء، حيث تم اعتبار الضوء ظاهرة كهرومغناطيسية ومنه «إن أثير النظرية النسبية العامة و هو وسط خال من الخواص الميكانيكية والحركية، ولكنه يساعد على تحديد الحوادث الميكانيكية والكهرومغناطيسية»[2].

لقد اعتبر " ماكسويل " الأثير وسطا له كثافة محدودة، يملأ جميع المكان ويتخلل جميع الأجسام ، حيث توصل في أبحاثه إلى فكرة المجال الكهرومغناطيسي.

يعتبر" بوانكاريه" من أهم رواد الفيزياء الرياضية الذين كشفوا النقاب عن البعد الرياضي للظواهر الفيزيائية[3]، وبينوا الانسجام والتناغم الذين يحكمان الظواهر الفيزيائية التي لم تفهم إلا بالمعادلات الرياضية الدقيقة؛ مثل حركة التيار الكهربائي أو المغناطيسي والتي لا تفهم إلا بالدوال الجيبية، ومن ثم تمثل هندسيا بواسطة المنحنيات الدورية *Courbes Ondulaires*.

[1] ــ هنري بوانكاريه : قيمة العلم ، ص 108 .

[2] _ A. Einstein – L . Infeld : L'évolution des idées en physique , Op-Cit , P 114 .

[3] ــ هنري بوانكاريه : قيمة العلم ، ص 114 .

ثالثـــا ــ النظريـــات الفيزيائيـــة الحديثـــة:

من خلال النظرة التراكمية لتاريخ علم الفيزياء يستهل بوانكاريه مناقشة وضعية نظريات الفيزياء الحديثة، ليؤكد أن التطور الذي يحدث في الفيزياء ينعكس بالسلب على النظريات، فتتغير من مرحلة إلى أخرى. الشيء يولد عند عامة الناس عدم الارتياح لهذه النظريات، فالنظرية التي كانت بالأمس في أوج الازدهار من حيث التطبيق العملي من جهة، ومن حيث القيمة المعرفية من جهة أخرى، لم تعد كذلك اليوم فقد استبدلت بنظرية جديدة، وهذه الأخيرة ما هي إلا مسألة وقت وتنتهي صلاحيتها، والنتيجة التي يخلص إليها العامة هي أنه لا خير فيها، وهذه النظرة هي ما يصطلح عليها بوانكاريه بـــ "تهافت العلم عند العامة"، وهذا ما يرفضه في قوله: «إن ريبتهم سطحية وهم لا يفقهون شيئا لا من غاية العلم ولا من دور النظريات العلمية، ولولا سطحيتهم لأدركوا أن في ذلك الحطام ما سيتبقى صالحا لأمر ما»[1].

فالنزعة المواضعاتية عند بوانكاريه تعني أن كل النظريات الفيزيائية مقبولة فيما بينها، ولا توجد نظرية واحدة فقط ملائمة لمعرفة ظاهرة ملاحظة، فالفيزيائي يمكنه اقتراح عدة تفسيرات نظرية لنفس الحدث التجريبي، وكل هذه التفسيرات لا تختلف إلا من حيث بنائها الرياضي.

على سبيل المثال نجد فرزنيل *Fresnel* شرح ظاهرة الضوء من خلال حركات الأثير، ورغم أن العلماء يفضلون نظرية ماكسويل *Maxwell*، فإن هذا لا يعني أن أعمال فرزنيل ليس لها فائدة ، على العكس من ذلك ؛ فهي تعبر عن طبيعة الظواهر البصرية، كما أنها سمحت بالتنبؤ بهذه الظواهر.

هل يعني هذا أن نظرية فرزنيل مجرد وصفة عملية ملائمة؟ بوانكاريه يرفض هذا المعنى، فهو يريد أن يبين أن معادلات هذه النظرية تعبر عن علاقات. فإذا بقيت المعادلات صحيحة لأن علاقاتها تحافظ على واقعيتها، فنظرية فرزنيل لم تصف الظواهر الملاحظة للضوء، ولكن وصفت أيضا العلاقات الحقيقية بين الموضوعات الحقيقية

[1] ــ هنري بوانكاريه : العلم والفرضية ، ص 235 .

الطبيعية. فهذه النظرية سمحت بمعرفة بنية الضوء رغم أن المعادلات التي أنتجتها لم تكن بسيطة مثل التي أنتجها نظرية ماكسويل[1].

النظريات الفيزيائية تحتوي على مبادئ ومواضيع، وحسب بوانكاريه المبادئ لا يمكن القول أنها صحيحة؛ لأنها تعريفات مقنعة، ولا يمكن للتجربة أن تكذبها.

أما صورة الموضوع العلمي فإنها لا تحمل قيمة الحقيقة؛ لأنها مختلفة، إذ يمكن استبدال صورة بصورة أخرى تحمل نفس العلاقات، يقول بوانكاريه: «ولكن تلك التسميات ليست إلا صور جعلناها بدائل عن الموضوعات الحقيقية التي حجبتها الطبيعة عنا إلى الأبد، والنسب الفعلية القائمة بين تلك الموضوعات الحقيقية إنما هي في الواقع الوحيد الذي يمكننا بلوغه، والشرط الوحيد لذلك أن توجد بين تلك الأشياء النسب نفسها التي توجد بين الصور التي نضطر إلى وضعها على أن نضعها مكانها، وإذا ما عرفنا تلك النسب فلا صور في أن نجد أنه من الملائم استبدال صورة بأخرى»[2].

هنا يوجد تعبير تشكيكي حول المواضيع العلمية؛ بسبب طابعها المنتهي الذي يضاف إلى الشك الآخر اتجاه العلم في حد ذاته والمأخوذ من نفس الملاحظة، لكن على العكس من ذلك، قيمة العلم مؤكدة و مؤسسة على الطابع التقريبي للعلاقات، ومن جهة أخرى الفرضيات و الصور فقدت منذ زمن الطابع الواضح و البديهي الذي كان يشترطه ديكارت فيها، لأنها تجد كل مبرراتها في التحقق البعدي للنتائج المستخلصة منها وليست من أي وضوح أو بداهة ذاتية[3].

وفيما يخص النظريات الفيزيائية فإن بوانكاريه لم يكن أداتيا، فقد تبنى وضعية تعبر عن الواقع البنيوي. التصورات النظرية ليست أدوات بسيطة للحساب، فطابعها التجريدي لا يمنعها من التطبيق في العالم الخارجي، كما لا يمنعها من إعطاء تفسير ملائم، وبذلك لا يوجد فصل واضح بين مجموعة القضايا التجريبية للنظرية من جهة، ومجموعة هذه القضايا النظرية من جهة أخرى، بل المحتوى التجريبي للنظرية الفيزيائية محدد بمجموعة القوانين التجريبية، والبنية الرياضية لكل هذه القضايا إذن "التصورات

[1] ــ هنري بوانكاريه : العلم والفرضية ، ص235..

[2] ــ المصدر نفسه ، ص 236 .

[3]_ Ulmo Jean : La pensée scientifique moderne , Op-Cit , P 108 .

النظرية لها بذلك دور تلعبه على المستوى الأمبريقي، أين تستطيع الممارسة اكتشاف نتائج تجريبية جديدة، هذه الفكرة لا يمكن فهمها إلا بالنظر إلى التطور العلمي على أنه تراكمي واتصالي، وهذا ما يقصده بوانكاريه، فبالنسبة إليه نظرية فرزنيل لم تفند من طرف نظرية ماكسويل، فكلا النظريتين قدمتا تفسيرا عن بنية الضوء والاختلاف بينهما يكمن في البنية الرياضية.

يقول بوانكاريه عن النظريات الفيزيائية الحديثة الخاصة بظاهرة الضوء: «وإني لأجرؤ على القول إن جميع تلك النظريات صحيحة معا؛ لا لأنها تجعلنا نتوقع ظواهر واحدة فحسب، بل لأنها تكشف أيضا عن نسبة صحيحة هي النسبة بين الامتصاص والتشتت اللاسوي، فما هو صحيح في مقدمات هذه النظريات، إنما هو ما اشترك فيه جميع المنظرين، وهو تأكيد هذه النسبة أو تلك بين أشياء يطلق عليها هؤلاء اسما، ويطلق عليها أولئك اسما آخر»[1] سواء شرح انتقال الضوء حسب نوع الأثير أو حسب التيار الكهربائي فإن هذا لا يهم، المهم أن كل النظريات تعلمنا شيئا عن بنية الضوء.

فكما أثبت بوانكاريه من خلال القاموس الهندسي السلامة المنطقية لجميع الهندسات (إقليدية ولاإقليدية)، فهو أيضا يثبت بكيفية مشابهة صحة كل النظريات الفيزيائية في وصفها للظواهر، وفي هذا السياق لا يمكن الحديث عن التجربة الحاسمة التي تسمح بالمفاضلة بين نظرية وأخرى؛ لأنه لا توجد التجربة الحاسمة بالمعنى الفعلي للكلمة، وهذا ما وضحه بيار دوهايم، التجربة ليس لها معنى إلا في إطار النظرية التي تؤسسها، والتي تحمل مجموعة المبادئ والمواضيع المبنية، فلا يمكن معرفة لا المبدأ ولا الطابع البنيوي لموضوع ما متنازع فيه من خلال تجربة فاشلة[2].

فعلى سبيل المثال تجربة فوكو *Foucout* التي رغم أنها حاسمة أجريت للفصل بين النظرية الجسمية، والنظرية الموجية في الضوء، فقد تنبأت النظرية الموجية أن سرعة الضوء ينبغي أن تكون أقل من سرعته في الهواء، بينما تنبأت النظرية الجسمية أن سرعته في الماء أكبر من سرعته في الهواء، ولما أجرى فوكو تجربته رجح كفة النظرية الموجية، فكانت تجربته ينظر إليها على أنها حاسمة بين النظرتين، ولكن مراجعة بنية

[1] ــ هنري بوانكاريه : العلم و الفرضية ، ص 237 .

[2] _ P . Duhem : La théorie physique , Op-Cit , p 152 .

الفضاء والزمن أكدت أنها ناتجة عن بنية محدودة مرتبطة بالصورة الجديدة للإسقاط الضوئي المفترضة من نظرية الكوانتم للضوء أو الفوتون، هذه النظرية أعادت الملائمة لنظرية الجسيمات[1].

يواصل بوانكاريه تقديم الأمثلة التي تؤكد أن التراكم المعرفي الناتج عن نظريات الفيزيائية هو شيء إيجابي في العلم، من خلال تناوله للتعارض بين نظرية هيلموهلتز والعلماء الذين جاؤوا بعده حول ظاهرة التشتت الضوئي.

وفي هذه الأمثلة يجد بوانكاريه مبررا قويا لعودة بعض النظريات الفيزيائية إلى الحقل العلمي على حد قوله: «ومن شأن هذه الاعتبارات أن تبين لنا سبب انبعاث بعض النظريات فجأة من انقاضها، لتبدأ حياة جديدة، وقد حسبنا أنها هجرت نهائيا، وحكمت التجربة عليها بالاندثار؛ ويعزى السبب في ذلك إلى أنها تعبر عن نسب صحيحة، وهي لم تفتأ تعبر عنها حتى حين رأينا لسبب ما أنه علينا أن نصوغ تلك النسب ذاتها في لغة أخرى ، فحفظت لنفسها بذلك ضربا من الحياة الخفية»[2].

يتطرق بوانكاريه بعد ذلك إلى المبادئ؛ كمبدأ "**كارنو**" ليؤكد أنها رغم الاعتراضات التي توجه لها، والتي قد تؤدي إلى ظهور مبادئ أخرى بديلة، إلا أنها لا تفتقد قيمتها ولا صلاحيتها في تفسير الظواهر، «فتلك مبادئ ذات قيمة رفيعة جدا، تم تحصيلها بالبحث عن العنصر المشترك بين صياغات كثير من القوانين الفيزيائية، وهي تمثل ما يشبه عصارة ملاحظات لا يحصى عددها»[3].

بوانكاريه بهذه الدراسة يقدم تحليلا ابستيمولوجيا حول طبيعة المعرفة العلمية، يؤكد من خلاله أن الحقيقة لا يمكن أن تعرف كاملة بواسطة نظرية واحدة فقط، فالمعرفة العلمية لا تتطور إلا بفضل اتصال نظريات متعددة ومختلفة في بنيتها الرياضية، إذ أن كل نظرية تعطي توضيحات جديدة حول حالة الظاهرة.

---

[1] _ P . Duhem : La théorie physique , Op-Cit . , P153

[2] ــ هنري بوانكاريه :العلم و الفرضية ، ص 239 .

[3] ــ المصدر نفسه ، ص 240 .

و لذلك يمكن القول أن بوانكاريه كانت له طبيعة متحفظة تجاه النظريات الفيزيائية، معتبرا أن هناك الكثير من النظريات المختلفة هي منطقيا متعادلة، ولا يمكن للعالم الإختيار بينها إلا بسبب ملاءمتها و بساطتها

رابعـــا ــ المقاربـــة الكليـــة الابستيمولوجيـــة: *le holisme épistémologique*

بما أن بوانكاريه انتقل بمواضعاتيته من الهندسة إلى الفيزياء، فإن النزعة المواضعاتية أصبحت معممة؛ أي أن مواضعاتية الهندسة لم تعد سوى جزء من مواضعاتية عامة، تتميز بتصور تعددي للنظريات الفيزيائية. هذا التعدد شبيه إلى حد كبير بأطروحة المقاربة الكلية الإبستيمولوجية، التي وضعها دوهايم من خلال مؤلفه الشهير: "النظرية الفيزيائية"، هذا التشابه بين الأطروحتين (بوانكاريه ودوهايم) يستدعي المقارنة بينهما.

بوانكاريه حين رفض القول بتجريبية الهندسة؛ أكد أن البعد الاصطلاحي للمسلمات التي وضعت كأساس لهندسة. هذا الرفض يتمثل في حجة إختلاف المنظر التي تؤكد أن أي هندسة لا يمكن اختبار صحتها تجريبيا (سبق الإشارة إليها في الفصل الثاني ص).

تقليديا، القول بتجريبية الهندسة يستند إلى الاعتقاد بإمكانية الوصول بطريقة أو بأخرى إلى معرفة الطبيعة الحقيقية للمكان الفيزيائي، بالنسبة لبوانكاريه هذه الفكرة تشبه التجربة الحاسمة في الهندسة والمكان الفيزيائي؛ لذلك فهي غير مقبولة لأن النتائج المتحصل عليها من خلالها التجربة يمكن إلغاؤها بفضل التدقيقات النظرية. وفي هذا يتحدث بوانكاريه على المكان الهندسي لا على المكان الفيزيائي، فقد أكد أن أي تجربة لن تنطبق على المكان نفسه ولكنها تنطبق على العلاقات بين الأجسام. «لا توقفنا إلا على علاقات الأجسام فيما بينها، ولا تستند أي منها إلى علاقات الأجسام بالمكان أو إلى أي العلاقات المتبادلة بين أجزاء المكان»[1] .

في مناسبات كثير تطرق بوانكاريه لمشكلة المكان، ولكن نادرا ما تحدث عن المكان الفيزيائي فهو ينفي دوره في الهندسة ؛ إذ يعتبر أن المكان الهندسي من إنشاء العقل الإنساني الموجه التجربة. أما فيما يخص عدد أبعاد المكان يقول: «الخلاصة أن التجربة لا تدلنا على أن للمكان ثلاثة أبعاد، إنما تدلنا على أنه من الملائم إعطاؤه ثلاثة

[1] ــ هنري بوانكاريه : العلم والفرضية، المصدر السابق، ص158.

أبعاد ؛ لأنه بهذه الطريقة يكون عدد المساعدات قد رد إلى حده الأدنى، أضف إلى ذلك إن التجربة لن تجعلنا نلمس سوى المكان التمثيلي الذي يشكل متصلا فيزيائي، وليس المكان الهندسي الذي يشكل متصلا رياضيا، وأكثر ما تستطيعه هو أنه من الممكن أن تخبرنا بأنه من الملائم إعطاء ثلاثة أبعاد للمكان الهندسي، لكي يكون له نفس عدد الأبعاد في المكان التمثيلي»[1]. من هنا يمكن القول أن بوانكاريه وضع المكان الفيزيائي كفكرة نظرية وهو بالنسبة إليه تصورا فيزيائيا لا يمكن تأويله.

هذا الموقف الذي تبناه حيال التجربة في الهندسة وفي المكان الهندسي؛ ينتقل إلى الميكانيكا والنظريات الفيزيائية ليقرر أن التجربة لا يمكنها أن تفصل بين نظريتين مختلفتين. إنه يرفض التجربة الحاسمة بالمعنى الكلاسيكي (البيكوني)، في هذا يقترب بوانكاريه كثيرا من موقف بيار دوهايم في أطروحته الشهيرة حول التجربة الحاسمة في الفيزياء. هذه الأطروحة صنفت كمقاربة كلية إبستيمولوجية[2]، التي كان لها تأثير كبير على تطور فلسفة العلوم في القرن العشرين.

فدوهايم في مؤلفه هذا يميز بين نوعين من التجربة الحاسمة:

النوع الأول: التجربة الحاسمة بالمعنى القوي؛ تقوم على إحصاء كل الفرضيات التي يمكن صياغتها من أجل ظاهرة معينة (معزولة)، ووضع هذا الإحصاء يستلزم إلغاء كل الفرضيات ما عدا واحدة؛ وهذا يتم بواسطة التجربة، أما الفرضية المتبقية تتحول لتصبح يقينية.

لكن هناك اعتراض يواجه التجربة الحاسمة بالمعنى القوي؛ وهو الصعوبة التأكد من أن التجربة قد اختبرت كل الفرضيات القادرة على تفسير مجموعة من الظواهر. يعرض دوهايم هذه الفكرة في قوله: «إن التناقض التجريبي لا يملك القوة التي تجعله قادرا على تحويل فرض فيزيائي إلى حقيقة لا تقبل النقاش ، ولكي تمنحه هذه القوة من الضروري أن تحصى كل الفروض المختلفة التي يحتمل أن تغطي مجموعة من الظواهر. لكن عالم الفيزياء لن يكون متيقنا أبدا من أنه أحصى كل الافتراضات الممكنة»[3]. إزاء هذا

[1] ــ هنري بوانكاريه : قيمة العلم، ص77.

[2] ــ Nicolas Perrier : Grand dictionnaire de la philosophie , Ibid ,

[3] ــ P .Duhem : La théorie physique , son objet , sa structure., p190 .

المشكل، دوهايم يقترح طرح ضعيف للتجربة الحاسمة في حالة وجود فرضيتين فقط، والبحث عن شروط تجريبية في حالة ما إذا كانت إحدى الفرضيات تعلن إنتاج ظاهرة والأخرى تعلن إنتاج ظاهرة مختلفة تماما، تحقق هذه الشروط وملاحظة ما يحدث حسب ملاحظات الحادثة الأولى والثانية سوف تلغى الأولى أو الثانية وستبقى إحداهما وستكون غير قابلة للنقاش؛ لأن النقاش سوف يحسم بحقيقة جديدة تضاف إلى العلم.

النوع الثاني: التجربة الحاسمة بالمعنى الضعيف ؛ تنص على ما يلي : نظريتين متنافستين ن$_1$ و ن$_2$ ، فإن التجربة الحاسمة (يرمز لها بالرمز ت) ستكون بين ن$_1$ و ن$_2$، إذا كانت ن$_1$ تتنبأ أن ت سوف تعطي النتيجة س، وتتنبأ ن$_2$ أن ت سوف تعطي لاــ س. فإذا قمنا بالتجربة الحاسمة ت وحصلت س ، فإن ن$_2$ تستبعد، وإن قمنا بالتجربة الحاسمة ت و حصلت لاــ س ، فإن ن$_1$ هي التي تستعبد، وعلى أية حال سيتم استبعاد واحدة من النظريتين بواسطة التجربة الحاسمة ت. ولكن هذا لا يعني أن النظرية الفائزة صحيحة بالضرورة؛ لأنه ربما تكون هناك نظرية ثالثة لم يتم تصورها ن$_3$ تختلف عن ن$_1$ و ن$_2$ وتفسر الظاهرة تفسيرا أكثر إقناعا من ن$_1$ و ن$_2$.

هذا التوضيح يمثل الفكرة المعروفة عادة عن مفهوم التجربة الحاسمة، لكن لماذا التجربة الحاسمة مستحيلة؟

لأنه لا يمكن استنتاج النتيجة س من ن$_1$ و لكن فقط من ن$_1$ و أ حيث أ تمثل مجموعة من الفروض المساعدة ؛ هذا يعني أن النظرية الفيزيائية هي مجموعة القضايا النظرية المرتبطة فيما بينها و مجموعة فروض مساعدة أ[1] .

هذا التوضيح الكلاسيكي للتجربة الحاسمة يؤدي إلى طرح مسألة قيمة النظرية الفيزيائية بالأسلوب التالي:

إذا كانت ن$_1$ يجب أن تنتج الملاحظة س، و ن أي ن$_1$ ⇐ س عندما يتم إخضاع ن$_1$ إلى التجربة ت نتحصل على لا س أي ن$_1$ ⇐ ــ س

في حين أن النظرية ن$_2$ يجب أن تكون مفضلة على ن$_1$ لأنها تسمح بالتأكد من لاــ س أي ن$_2$ ⇐ ــ س.

[1] ــ P .Duhem : La théorie physique , son objet , sa structure, P 188

هذا التوضيح أيضا غير مقبول بالنسبة لدوهايم؛ لأن النظرية الفيزيائية تصاغ دائما مع مجموعة الفرضيات المساعدة أ ، يمكن توضيح هذا الرفض كالأتي :

النظرية ن$_1$ و مجموعة الفروض المساعدة أ يجب أن تنتج الملاحظة س (ن$_1$ ∩ أ)⇐ س .

نلاحظ تجريبيا أننا نتحصل على الملاحظة لا ــ س ؛ (ن$_1$∩أ)⇐ ــ س يمكن الاعتقاد بأن هذه التجربة تفند ن$_1$ ، وبالتالي يجب اقتراح نظرية جديدة ن$_2$ قادرة على أن تضع في الاعتبار الملاحظة لا ــ س : (ن$_2$∩ أ)⇐ –س .

هذه التجربة حسب دوهايم لا تبرهن إطلاقا أن ن$_1$ يجب أن تستبعد تأييدا لـــ ن$_2$ فقد يكون أحد الفروض المساعدة التي تنتمي إلى أ هو سبب الخطأ ، في هذه الحالة يكفي تغيير هذه المجموعة للمحافظة على ن$_1$ (ن$_1$ ∧ أ)⇐ ــ م

يوضح دوهايم من خلال هذا مثال لتجربة حاسمة مقترحة في تاريخ العلم، تجربة فوكو التي أجريت للفصل بين النظرية الموجية والنظرية الجسيمية، فقد تنبأت النظرية الموجية أن سرعة الضوء في الماء ينبغي أن تكون أقل من سرعته في الهواء، بينما تنبأت النظرية الجسمية أن سرعته في الماء ينبغي أن تكون أكثر من سرعته في الهواء. ابتكر فوكو طريقة لقياس سرعة الضوء في الماء؛ ووجد أنها في الواقع أقل من سرعته في الهواء، وكانت هذه التجربة تعتبر حاسمة فقد فصلت بوضوح لصالح النظرية الموجية في الضوء. إلا أن دوهايم أوضح انه لكي نستنتج من النظرية الجسيمية أن سرعة الضوء في الماء أكبر من سرعته في الهواء، فلا نحتاج فقط إلى افتراض أن الضوء يتكون من جسيمات (النظرية الجسيمية)، ولكن تحتاج إلى العديد من الفروض المساعدة. يمكن الحفاظ أيضا على النظرية الجسيمية بواسطة تعديل بعض هذه الفروض المساعدة وكما يقول: «إن تجربة فوكو لا تحكم بالتحديد بين فرضي الانبعاث والموجة؛ بل إنها تفصل بين مجموعتين من النظريات يجب أن تؤخذ كل منهما ككل؛ أي بين نسقين كاملين؛ علم البصريات عند نيوتن و علم البصريات عند هوبيغز»[1]. لذلك فإن تجربة فوكو ليست تجربة حاسمة بالمعنى المنطقي التام.

[1] ــ P .Duhem : La théorie physique , son objet , sa structure , P 189.

أطروحة دوهايم هي مقاربة كلية ابستيمولوجية تستند على فكرة أساسية؛ هي أن التجربة في الفيزياء لا يمكنها إلغاء أو استبعاد فرضية معزولة، ولكن فقط تعديل مجموعة فروض ككل. الفيزيائي لا يستطيع عزل فرضية عن نظرية من أجل إخضاعها للتجربة؛ الشيء الوحيد الذي يمكن أن يقوم به هو اختيار مجموعة فروض وإذا اختلفت نتيجة التجربة مع التنبؤات، فإن الاستنتاج الوحيد الذي يستنتجه الفيزيائي من هذه الفروض التي تشكل الكل هو أن الفروض غير مقبولة ويجب تعديلها، ولكن التجربة لا تحدد الفرض الذي يجب تغييره. «البحث عن فصل كل واحدة من فرضيات الفيزياء النظرية عن الفروض الأخرى التي يستند عليها هذا العلم، لإخضاعها منعزلة للفحص أو لمراقبة الملاحظة، يشبه ملاحظة خرافة، لأن تحقيق تأويل أي تجربة فيزيائية يتضمن إتساق المجموع الكلي للفروض النظرية. الإختيار التجريبي الوحيد للنظرية الفيزيائية الذي يوصف بأنه منطقي يتضمن مقارنة النسق الكلي للنظرية الفيزيائية مع المجموع الكلي للقوانين التجريبية. والحكم إذا كان هذا النسق يمثل كل هذه القوانين بطريقة كافية»[1].

بوانكاريه يقترب كثيرا من دوهايم في رفضه للتجربة الحاسمة؛ حيث طرح مبرراته لاختلاف المنظر لتفنيد القول بتجريبية الهندسة. هذا المبرر يتوافق بشكل واضح مع المقاربة الكلية لدوهايم. رغم أن أطروحته تتعلق بالفيزياء، إلا أن مبرر بوانكاريه يتعلق بنسق الهندسة المرتبط بفرضيات فيزيائية، بالتالي فإن المقاربة الكلية لبوانكاريه تتناول نفي دور التجربة الحاسمة في الفصل بين الهندسات من جهة، ومن جهة أخرى نفي دورها في تأكيد أو نفي مبادئ ميكانيكا نيوتن، وهنا يظهر تعميم المواضعاتية لتصبح نظرية شاملة للهندسة و الفيزياء . هذا الاختلاف في وجهات النظر بين بوانكاريه ودوهايم مهم، لكنه لا ينفي التوافق بينهما؛ خاصة مع وجود مواضعاتية معممة عند بوانكاريه، باتصال الهندسة مع نظرية بصرية ن. على افتراض أن أحد مؤيدي القول بتجريبية الهندسة؛ يريد إثبات أنه توجد هندسة تصف بطريقة ملائمة العالم الفيزيائي بواسطة إجراءات اختلاف المنظر الفضائي، على اعتبار أنه يوجد اتساق بين الهندسة الإقليدية والنظرية البصرية ن لترى الضوء ينتشر بخط مستقيم. فمن هذه الوجهة ينبغي توقع

[1]- ــ P .Duhem : La théorie physique , son objet , sa structure , PP303,304

مجموع زوايا المثلث الفضائي 180^0، هذا يعطي (هـــ إ ∧ ن)← مج 180^0، ولكن إذا كان المجموع يختلف عن 180^0 أي مج' ينبغي في هذا الإختيار بين حلين:

أولا: يمكن تفسير مج' (النتيجة ليست 180^0) بتبني هندسة لاإقليدية هـــ إ وهذا يعطي إحتمال (أ):

[(هـــ إ ∧ ن) ← مج] ∧ مج' .

(أ) ∈ هـــ إ :[(هـــ إ ∧ ن) ← مج']

أما الحل الثاني : يمكن الاحتفاظ بالهندسة الإقليدية باستبدال ن بـــ ن'(بإثبات أن الضوء لا ينتشر في خط مستقيم) ، وهذا يعطي الإحتمال (ب) :

[(هـــ إ ∧ ن) ← مج] ∧ مج' .

(ب) ∈ ن': [(هـــ إ ∧ ن') ← مج'] .

بوانكاريه يرى أن هذا الحل أكثر ملائمة وأكثر بساطة، إن المقاربته الكلية هذه تجمع الهندسة مع الفيزياء في نسق شامل، والاقتراح (ب) الذي تبناه هذا الأخير يشبه إلى حد كبير أطروحة دوهايم؛ التي تنص على أن التأكد من ظاهرة فيزيائية غير متوقعة لا يتم بتعديل النظرية الفيزيائية، ولكن بتعديل كل الفروض المساعدة.

بوانكاريه يقترح في مقاربته الاحتفاظ بالهندسة الإقليدية، مع إجراء تعديلات على فرضيات نظرية البصريات. هاتين الأطروحتين متطابقتين:

(ن$_1$ ∧ أ')← ـ م الخاصة بدوهايم، (هـــ إ ∧ ن') ← مج' الخاصة ببوانكاريه.

صياغتهما المنطقية متماثلة مصطلح مصطلح، الأطروحتين كلاهما تشكك في مشروعية التجربة الحاسمة التي تهدف إلى إلغاء فرضية تجريبية معزولة، وهذا في سياق التصور الذي يسلم بترابط شامل تقريبيا بين مختلف أجزاء النسق النظري.

بوانكاريه صاغ حجته في إختلاف المنظر سنة 1902 في "العلم والفرضية" قبل أربعة سنوات من الطبعة الأولى للنظرية الفيزيائية، من هنا فإن بوانكاريه هو أول من وضع مقاربة كلية ابستيمولوجية. تاريخيا التصورات الفلسفية لبوانكاريه ودهايم كانت متقاربة ومرتبطة بنفس التيار الفكري للوضعية الجديدة أو النقد الفلسفي للعلوم.

إذن مما لاشك فيه أن هناك صلات عميقة بين التصورات الفلسفية لكل منهما، حيث أوضحا الدور الذي تلعبه الفرضيات والتعاريف والمواضعات في الممارسة العلمية.

لكن في بعض الأحيان المنطق يختلف عن التاريخ، فإذا كان من المنطق اعتبار المقاربة الإبستيمولوجية بالنسبة لهما هي ممارسة ابستيمولوجية تدخل في ضمن مواضعاتية بوانكاريه التي تأثر بها دوهايم، فإن التاريخ يثبت العكس؛ فدوهايم قل ما كان مؤيدا" لتصورات بوانكاريه. ففي كتابه "النظرية الفيزيائية" يدخل في جدل و نقاش غير مباشر مع بوانكاريه في الفصل السادس؛ يذكر دوهايم أفكار بوانكاريه حول القيمة الموضوعية للعلم ، وكذلك تلك المتعلقة بدور التأويل النظري في فكرة الحادث التجريبي في تصور لوروا. بوانكاريه يعارض الفكرة التي تنص أن النظرية الفيزيائية هي مصطلحات بسيطة تسمح بترجمة الوقائع الملموسة في مواضعاتية بسيطة وملائمة، «الحدث العلمي ليس حدثا خاما معبرا عنه بلغة ملائم».

دوهايم يعترض على هذا الموقف ويقدم الملاحظة التالية:

«لا يوجد مجال للمفاجأة إذا لاحظنا أن الإعتقاد السابق (الذي انتقده بوانكاريه) قد تم نشره من طرفنا بمصطلحات متطابقة في 1894 بينما مقال بوانكاريه ظهر في 1902 إذا قارنا مقالتينا تقتنع أن بوانكاريه في هذه الأسطر حارب طريقتنا في الرؤية مثلما فعل مع السيد لوروا»[1].

يمكن القول أنه بالنسبة لدوهايم ، انتقادات بوانكاريه ضد لوروا *Le Roy* هي أيضا موجهة بطريقة غير مباشرة إلى نظريته الخاصة، والتي منها تظهر ضرورة الاحتجاج، والمقصود هنا بالتحديد مواضعاتية بوانكاريه التي لا يعتبر فيها «أية تجربة أن تتناقض مع فروض معينة أساسية للنظرية الفيزيائية، لأن هذه الفروض تشكل في الواقع تعريفات، ولأن تعبيرات معينة في استخدامات عالم الفيزياء تستقي معناها فقط من خلالها»[2]. دوهايم شكك في موقف بوانكاريه حول الميكانيكا خاصة عندما يعتقد بأنه لا توجد تجربة يمكن أن تؤدي بنا إلى التخلي عن مبادئ الميكانيكا النيوتنية، « ينبغي أن يبين تاريخ العلم أنه قد تكون حماقة بالغة من جانبنا أن نتحدث عن فرض مقبول اليوم بصفة عامة و نقول نحن على يقين أننا لن نضطر إلى التخلي عنه بسبب تجربة جديدة مهما كانت دقيقة، ومع ذلك فان بوانكاريه لا يتردد في الاتيان بمثل هذا التأكيد بالنسبة

[1] ــ ــ P .Duhem : La théorie physique , son objet , sa structure, P 227

[2] ــ Ibid, p 317.

لمبادئ الميكانيكا»[1] على خلاف بوانكاريه، دوهايم يقرر أن بعض الفروض الفيزيائية عندما تكون معزولة تستطيع الإنفلات من التفنيد التجريبي، لكن في المقابل هذه الفروض ليست في منأى عن الإختبارات التجريبية، فهي قابلة للخضوع إلى الإختبار بصفة غير مباشرة إذا كانت تنتمي إلى نسق من الفرضيات.

حسب دوهايم أن الخطأ الذي وقع فيه بوانكاريه؛ هو أنه تناول كل مبدأ من مبادئ الميكانيكا على حدا، وإذا أخذت بهذا الشكل لا يمكن إثباتها أو تفنيدها بواسطة التجربة، لكن إذا أضيفت لها بعض الفروض الأخرى ستتحصل على مجموعة من الفروض يمكن اخضاعها للتجربة؛ على سبيل المثال القانون الأول للحركة عند نيوتن، فإنه لا يمكن تأييده أو تفنيده بواسطة التجربة إلا عند إضافة فروض أخرى، من مثل هذه المبادئ فإننا نحصل على مجموعة من المبادئ يمكن مقارنتها بالتجربة. علاوة على ذلك إذا كانت مجموعة الفروض التي نحن بصددها تتناقض مع نتائج التجربة والملاحظة فإنه من الممكن تغيير فرض من فروض المجموعة ولا يمكننا أن القول مع بوانكاريه أن ثمة فروضا أساسية معينة تكون فوق مستوى الشك ؛ يستحيل تعديلها لأنها على نحو ملائم للاصطلاحات البسيطة.

إن تناول هذه الفروض على حدا يجعلها تفتقر للمعنى التجريبي، فلا شك أن التجربة إما أن تؤكدها أو تتناقض معها، لكن هذه الفروض توضع كأساس مهم في بناء نظريات هي خطط واضحة مقصود بها أن تقارن بالوقائع.

«هذه المقارنة في يوم قد توضح لنا تماما أن أحد مزاعمنا غير متوافق مع الواقع الذي يجب أن يصوره، وأن التعديلات التي تحدث، وتزيد من صعوبة خططنا، لا تحدث توافقا كافيا بين خططنا وبين الوقائع، وأن النظرية التي ظلت مقبولة لفترة طويلة من الزمن دون تمحيص، يجب أن ترفض في حين أن النظرية المختلفة تماما يجب أن تبنى على فروض مختلفة أو جديدة تماما وفي ذلك اليوم الذي نتحدث عنه سوف ينهار أحد الفروض التي تم تناولها معزولة، وسوف ينهار مع النسق الذي أيده تحت وطأة التناقضات

[1] ــ P .Duhem : La théorie physique , son objet , sa structure, p 320

التي يلغي بها الواقع نتائج هذا النسق في مجمله»[1]، هذا الاستشهاد يسمح بتسليط الضوء على تمييز مهم بين المقاربة الكلية لدوهايم والموقف الفلسفي لبوانكاريه .

أطروحة دوهايم مصحوبة بشكل من الواقعية التجريبية؛ فهي لا تنفي الدور الحاسم للتجربة في الفيزياء، ولكنها تشكك في مشروعية التجربة على الفروض المعزولة.

بوانكاريه على العكس من ذلك ، صرح بوجهة نظر بنائية رفضه للتجربة الحاسمة جذري. فكما أن التجربة عاجزة عن تأسيس الهندسة فهي أيضا عاجزة عن وضع مبادئ الميكانيكا فمبادئ الميكانيكا مثل بديهيات الهندسة؛ إنها من إنشاء العقل الإنساني الموجه بالتجربة ، بالنتيجة توجد مقاربة كلية لكل منهما، الأمر إذن يتعلق بنوعين من المقاربات الكلية:

1ــ مقاربة كلية تجريبية فقط ، تتعلق بالنظرية الفيزيائية عند دوهايم.

2ــ مقاربة ثنائية تجمع الهندسة والفيزياء في نسق واحد، وبالتالي ما ينطبق على نظريات الهندسة ينطبق أيضا على نظريات الفيزياء المتعددة، بمعنى أن التجربة لا تستطيع أن تفصل بين الهندسات كما أنها لا تستطيع أن تفصل بين نظريات الفيزياء، هذه المقاربة خاصة ببوانكاريه.

وعليه فإن بوانكاريه تحفظ على قبول وجهة نظر دوهايم، وقد أكد أنه من غير الضروري تعديل مبادئ الميكانيكا الخاصة بنيوتن. لكن في المقابل المفهوم الدوهايمي أكثر تطورا، وقد ترك المجال مفتوحا أمام احتمالية حدوث التعديلات.

لكن تاريخيا المحافظ بوانكارية أصبح متطورا. ودوهايم أصبح محافظا تحت تأثير الأفكار الإيديولوجية؛ حين رفض الاعتراف بالنظرية النسبية لإنشتاين 1915، وأعتبرها أوهام للفكر الألماني[2]. على العكس من ذلك بوانكاريه ساهم منذ سنة 1904 في وضع أسس الميكانيكا الحديثة، والتحضير للنظريات التي صاغها انشتاين فيما بعد.

بمعنى آخر، دوهايم كان تقدميا في فلسفة العلوم، ولكن متحفظا في الممارسة العلمية. أما بوانكاريه فكان متحفظا في فلسفة العلوم لكنه ثوريا في تطبيقاته أو ممارساته العلمية.

---

[1]- ــ P .Duhem : La théorie physique , son objet , sa structure, p 115

[2] ــ دو نالد جليز : فلسفة العلم في القرن العشرين ، المرجع السابق ، ص 219 .

خاتمـــة الفصـــل:"

من خلال عرض النزعة المواضعاتية في فلسفة العلوم التجريبية؛ يمكن القول أن بوانكاريه انتقل باصطلاحيته من الهندسة الميكانيكية إلى الفيزياء، هذا بتعميم الموقف الاصطلاحي على مبادئ الميكانيكا، ويمكن حصر نتائج هذا الفصل في النقاط التالية:

1 ــ أن بوانكاريه لم يقتصر نقده لموقف كانط في الهندسة، بل تعداه إلى نقد أسس الميكانيكا الكلاسيكية ممثلة في نيوتن، ليخلص إلى أن مبادئ الميكانيكا ليست قوانين استقرائية؛ إنما هي مواضعات و تعاريف مقنعة تستعص عن الدحض التجريبي، ولا يمكن الإستغناء عنها. لكن هذا الموقف لم يصمد أمام نتائج النظرية النسبية لإنشتاين، التي أكدت أنه يمكن الاستغناء عن ميكانيكا نيوتن.

2 ــ تأكيد بوانكاريه على دور الفرضية في بناء النظرية العلمية، وهذا في مجال العلوم الفيزيائية، فالفرضية تلعب دور الموجه للملاحظة والتجربة بالنسبة للفيزياء التجريبية، أما في الفيزياء الرياضية، فإن الفرضية يرجع في نشأة هذا العلم من خلال اعتماد على المنهج الفرضي الإستنتاجي، ولذلك لم تعد التجربة هي التي تقرر مصير الفرضية بالنفي أو الإثبات؛ كما هو معمول به في الفيزياء الكلاسيكية، وإنما الفرضية هي التي تقرر مصيرها لاعتبارات اليسر والملائمة، مع ذلك فإن بوانكاريه لم يلغي دور التجربة في العلم وإنما رفض أن تكون التجربة حاسمة في اختيار الفرضيات أو النظريات المتناقضة، وبالتالي فإن بوانكاريه ساهم في أفول مفهوم التجربة الحاسمة بالمعنى البيكوني.

3 ــ ومنه فإنه يؤكد على رفض القول بوجود نظرية خاطئة وأخرى صحيحة في تفسير الظواهر الطبيعية، فكل النظريات تقدم لنا وصفا متكافئا حول نفس الظاهرة، وهذا يعني أن بوانكاريه يفسر التطور العلمي وكذا النظريات الجديدة تفسيرا تراكميا اتصاليا، وهو ما يلائم نزعته المواضعاتية التي تؤكد أن النظريات العلمية، وكذا القوانين والفرضيات ما هي إلا مواضعات وقع الاختيار عليها بالنظر إلى معيار الملائمة واليسر، ومنه فكل نظرية هي ملائمة و سهلة بالنسبة للمرحلة التي اكتشفت فيها، وهذا ما حدث بالفعل بين النظرية الموجية والنظرية الجسمية في تفسير ظاهرة الضوء.

الخاتمة

الخـــاتمـــة:

في الأخير يمكن القول أن النزعة المواضعاتية مثلت مرحلة من مراحل تطور العلم وفلسفة العلم، بما قدمته من تفسيرات ساهمت في إثراء الحقل الإبستيمولوجي، هذا من جهة، ومن جهة أخرى يمكن القول أيضا أن بوانكاريه يعتبر من العلماء الفلاسفة الذي اهتموا بمسائل فلسفة العلوم فكان له الدور الأساسي في تطويرها سواء من حيث التنظير أو النقد والتجاوز، ويمكن أن نبرز أهم النتائج المتوصل إليها في هذا البحث في النقاط التالية :

1 ــ إن تفسير وشرح الأزمة وكذا التحولات التي عرفها العلم في القرن 19 من طرف النزعة المواضعاتية، وبالتحديد عند بوانكاريه يمثل نظرة جديدة للمفاهيم والمبادئ التي تعتبر مصادرات يسلم بها العلم، من ذلك الإيمان بالحتمية التي كان ينظر لها على أنها مطلقة، إلا أن هذه النظرة تغيرت مع بوانكاريه إذ أنه أعطى دورا للاحتمال في حدوث الظواهر، يضاف إلى هذا إقرار بوانكاريه الصريح بأن المعرفة العلمية نسبية ولا تثبت على حال معين فهي في تطور مستمر، ويذهب إلى أنه ليس للنظريات العلمية ما يدعيه لها المذهب الواقعي من قيمة مطلقة، فالنظرية العلمية قائمة دائما على قدر من الفرض وما النظريات التي يقال أنها حقيقية إلا أنفع النظريات. ذلك بأنها رموز مجردة يرتبها العقل للتعبير عن العلاقات المشاهدة بين الظواهر.

ومن هنا يؤكد على موضوعية المعرفة العلمية، إذ يرى أن معرفتنا بالظواهر تتغير، وأن النظريات العلمية تتجدد باستمرار، ولكن هناك شيئا يبقى دائما موجودا وجودا موضوعيا بفرض نفسه على الجميع هو العلاقات بين ظواهر الطبيعة.

2 ــ إن بديهيات الرياضيات لم تعد أحكاما قبلية كما يعتقد المثاليون، في مقدمتهم "أفلاطون" و"كانط"، كما أنها ليست وقائع تجريبية ، كما كان يعتقد ممثلو هذه النزعة، إنها على خلاف التصورين السابقين مواضعات أو اصطلاحات تم اختيارها، من بين كل المواضعات أو الاصطلاحات الممكنة موجه أساسيا بالوقائع، لكنه يظل إختيارا حرا يفرضه معيار واحد هو: الملائمة، لكن إلى أي مدى يتسع مجال استعمال هذا المعيار أو يضيق؟

إن هذا الأمر لا يحدده سوى الضرورة المنطقية الخالدة التي تتمثل في مبدأ عدم التناقض، إذ لم يعد الاستدلال في الرياضيات مرتبطا بصدق المقدمات، بقدر ما أصبح يفترض صدقها وفقا لمعيار الملائمة، والمطلوب من نتائج العملية الاستدلالية أن تكون متسقة منطقيا فيما بينها ، دون أن تتناقض مع المقدمات التي كانت منطلقا لهذه العملية، مثلا: الهندسات الإقليدية مطالبة بتقديم استدلالات تتفق مع المقدمات التي تتلاءم مع المكان المستوي –مكان محدب أو مكان مقعر– ومنه فإن أية هندسة من هذه الهندسات الثلاثة ليست أكثر صدقا من الأخرى، بل يمكن فقط أن تكون أكثر ملائمة ونفعا.

إذن لقد تنحت الصفة القبلية عن المكان، ولم تعد الهندسة خاضعة لأطر حدسية مطلقة –كما كانت في السابق– بل لأطر أخرى تتغير وتتكيف، تبعا لتغير الظروف المكانية، بعبارة أخرى: إن أطر الهندسة –حسب هذا التصور الجديد– أصبحت تابعة للعملية الفكرية وليست سابقة عليها.

3 ــ على خلاف ما نجده في بعض المراجع التي تصنف "بوانكاريه" ضمن ممثلي النزعة الحدسية في معالجة ما اصطلح عليه أزمة مبادئ الرياضيات، فإن العمل الذي قدمه كان توفيقيا بالدرجة الأولى بين كلا النزعتين، إذ أن تحليلاته العميقة لعمل أصحاب كل نزعة بالدور الإيجابي الذي بذل من قبل أصحاب هاتين النزعتين:

فالحدس يفيد في تعليم الرياضيات للناشئين وترغيبهم في دراستها، كما يفيد في اكتشاف نظريات جديدة، وموضوعات متجددة للتفكير الرياضي، أما التحليل المنطقي فإنه يفيد في تحليل القضايا المعقدة إلى أبسط فأبسط، و نه إمكانية الاستدلال على صدقها وكذبها.

4 ــ يؤكد بوانكاريه على الطبيعة الاستقرائية للاستدلال الرياضي لأنه ينتقل من الخاص إلى العام، وهو بذلك يتميز عن القياس الأرسطي الذي ينتقل من العام إلى الخاص، وفي نفس الوقت يرفض أن يكون الاستقراء التجريبي رغم التشابه الموجود بينهما في الانتقال من الخاص إلى العام: الأول يستمر إلى ما لانهاية والثاني مجاله محدود ومنتهي.

5 ــ على غرار ما شهدته مبادئ الرياضيات، فقد تنحت الصفة القبلية عن التصورات والمفاهيم الأساسية للفيزياء الكلاسيكية، إنها أيضا مواضعات أو اصطلاحات، أي إبداعات حرة للفكر البشري.

وعليه فقد تنحت تلك الصفة القبلية التي كانت تتسم بها مفاهيم العطالة، القوة، الزمان المطلق، المكان المطلق، وهذا وعيا بالأثر الذي أحدثته الثورة العلمية المعاصرة –نظريتا الكوانتا– على تلك المفاهيم التي كان يستخدمها للخطاب العلمي، ومنه مراجعة مبادئ العقل ذاته، الأمر الذي أدى إلى تضييق فكرة الجوهر في التفكير الفلسفي.

إن الممارسة العلمية التي قدمها "بوانكاريه" ساعدت في نفض الغبار عن منهج أصيل في الفكر الفلسفي، إنه منهج التمثيل الذي اعتبره أداة للاكتشاف، توجه الباحث نحو عناصر التشابه في الظواهر المتباينة، يساعد هذا المنهج في صياغة وتحديد النظريات العلمية، التي تستعصي على التجربة، من المستوى المجرد إلى المستوى الحسي، مثل النظرية التي تقدم موجيا لحركة الضوء، ومن ثم حركة التيار الكهربائي والتيار المغناطيسي، إلى غير ذلك من الظواهر المستعصية على التجربة الحسية.

ومنه فإن منهج التمثيل هو الذي ساعد على ظهور الميكانيكا الموجية، ومن ثم مكن من عملية تدريسها وإفهامها لمختلف المستويات الذهنية.

6 ــ لقد أدى العمل الإبستيمولوجي الذي قدمه "بوانكاريه" إلى ازدياد قوة العلم الرياضي و من ثم تأثيره المتزايد على التفكير العلمي، فالرياضيات لم تعد –كما كانت في المرحلة السابقة– اللغة التي يفكر بها العلم فحسب، وإنما امتد تأثيرها إلى أبعد من ذلك، لقد أصبح العلم المعاصر يفكر بواسطة العلوم الرياضية، ومنه نشأت الفيزياء الرياضية (النظرية) "*La Physique Théorique*"، التي أخذت على كاهلها مهمة وضع اصطلاحات تتطور وفقا للمستوى التجريدي الذي يبلغه خيال مبدع، وهذا في المواجهة تطور المشكلات العلمية، وهذا ما يتجلى في كيفية إنشاء نظريات الفيزياء العملاقة، مثل نظرية النسبية العامة، ونظرية الكوانتا.

وهنا يفرق "بوانكاريه" بين عمليتي: الاكتشاف والإبداع في العلم، فالاكتشاف يقوم على خطوات منهجية واضحة، بينما الإبداع يتطلب نوعا من الحدس تؤدي إليه فوضى عقلية يعيشها العالم لفترة وبعدها قد يأتي الفرج بإبداع حل نظري يجيب عن مشكلة عالقة.

وإن كان هذا المنحى الذي سار فيه "بوانكاريه" قد لقي اعتراضا قوي اللهجة من قبل ممثلي النزعة الوضعية الجديدة، إلا أن حججهم النقدية كانت ضعيفة أمام صرح علمي متماسك، إنه: نظرية النسبية العامة، التي وإن انطوت على نظرة صوفية للكون –وهو ما جعلها محل شكوك– فإنها بنيت على أساس معادلات رياضية دقيقة، يلزم بعضها عن بعض لزوما منطقيا، أي أنها التزمت بشروط البناء النسقي، زيادة على ذلك فقد جاءت بعض التنبؤات العلمية التي تثبت بعض ما تنبأت به مثل الكسوف.

وبهذا أصبح العديد من العلماء يحلمون بتفسير الظواهر الطبيعية المختلفة بأقل عدد ممكن من القوانين، وهناك شواهد أخرى أوحت بهذه الفكرة، منها البنية التي رمز لها العلماء بـــ : Δ والتي تتمظهر في عدد كبير من تطبيقات العلم وإن لاحت في الأفق بعض البوادر التي توحي بإمكانية إبداع نظرية جديدة قادرة على توحيد مختلف مجالات القوى الموجودة في الطبيعة، من جاذبية كهربائية و مغناطيسية، أطلق عليها نظرية "المجال الموحد"، إلا أنها لم تلق بعد الصورة الرياضية التي ينبغي أن تظهر بها بين بقية النظريات.

وخلاصة القول أن فلسفة هنري بوانكاريه دعوى ملحة لتنصيب العقل سلطانا فوق كل سلطان حتى لا تظل المعرفة العلمية تقريرا ذاتيا بعيدا كل البعد عن الموضوعية، وبالتالي غير يقينية و مؤقتة نسلم بها الآن لأنها الأيسر والأشد ملائمة، وفي وقت لاحق لا بد من التوصل إلى ما هو أفضل منها، فالمسألة نسبية ومتغيرة، وبالتالي ليست هناك حقيقة يقينية مطلقة.

قائمة

المصادر والمراجع

قـــائمـــة المصـــادر والمراجـــع:

أولا: المصـــادر:

أ – بالعربيـــة:

1. هنري بوانكاريه: العلم والفرضية، ترجمة: حمادي بن جاء بالله، المنظمة العربية للترجمة، بيروت، ط1.
2. هنري بوانكاريه: قيمة العلم ترجمة الميلود شغموم، دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع، بيروت، (دط)، 2006.

ب– بالفرنسيـــة:

1. *Henri Poincaré : Science et Méthode Flammarion, Paris , 1947.*
2. *Henri Poincaré : dernières pensées , Flammarion ,1908 .*

ثانيـــا: المـــراجـــع:

أ– بالعربيـــة:

1. آ . شالمرز: نظريات العلم ترجمة:الحسين سحبان وفؤاد الصفا، دار توبقال للنشر، ط *1*، الدار البيضاء،*1991* .
2. إبراهيم مصطفى إبراهيم: في فلسفة العلوم، دار الوفاء الدنيا للطباعة والنشر، بيروت، ط2 ، 1989.
3. أحمد بدر: أصول البحث العلمي مناهجه، دار المعارف، مصر، ط5، 1989.
4. أرسطو طاليس: الطبيعة، ترجمة: اسحاق بن حنين، الدار القومية للطباعة والنشر، القاهرة.
5. أفلاطون: طيماوس، ترجمة: جرجي بربارةّ، منشورات وزارة الثقافة والإرشاد القومي، دمشق، 1968.
6. الألوسي حسام الدين: الزمان في الفكر الديني والفلسفي القديم، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، جامعة بغداد، ط1، 1980.

7. اميل توفيق: الزمن بين العلم والفلسفة والأدب، دار الشروق، القاهرة، ط1.

8. إيمانويل كانط: مقدمة لكل ميتافزيقا، ترجمة: نازلي إسماعيل وفتحي الشنيطي، موفم للنشر، الجزائر، (د ط)،1991.

9. إيمانويل كانط: نقد العقل المحض، ترجمة: موسى وهبة، مركز الإنماء القومي، بيروت، (د ط)، (د ت).

10. أينشتاين ألبرت: النسبية، النظرية الخاصة والعامة، ترجمة: رمسيس شحاتة، دار النهضة، مصر.

11. برتراند راسل: مقدمة لفلسفة الرياضة، ترجمة: محمد مرسي أحمد، مؤسسة سجل العرب، القاهرة، 1980 .

12. بيفردج: فن البحث العلمي، ترجمة: زكريا فهمي، دار إقراء، بيروت، ط1، 1983.

13. توفيق الطويل: أسس الفلسفة، دار النهضة العربية، القاهرة، ط7، 1979.

14. ج . بنروني: مصادر وتيارات الفلسفة المعاصرة في فرنسا، ترجمة: عبد الرحمان بدوي، مكتبة الانجلو المصرية، ج1، 1994.

15. جاهوف جورج: قصة الفيزياء، ترجمة: محمد جمال الدين الفندي، دار ا لمعارف، مصر، (د ط)، 1964.

16. جميل صليبا: المنطق، مكتبة الفكر الجامعي، ج1، منشورات عويدات، بيروت، لبنان، (د ط)، 1967.

17. جورج سارتون: العلم القديم والمدينة الحديثة، ترجمة: عبد الحليم صبري، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة.

18. جيمس جيز: الفلسفة والفيزياء، ترجمة جعفر رجب، دار المعارف، (د ط)، 1942.

19. دفيد هيوم: مبحث في الفاهمة البشرية، ترجمة: موسى وهبة، دار الفارابي، بيروت، ط1، 2008.

20. دو نالد جليز: فلسفة العلم في القرن العشرين، ترجمة: إمام عبد الفتاح، التنوير للطباعة والنشر والتوزيع، بيروت، ط1، 2009.

21. رودولف كارناب: الأسس الفلسفية للفيزياء، ترجمة: السيد نفادي، دار الثقافة الجديدة، القاهرة، (د.ط)، 2003.

22. زكي نجيب محمود: المنطق الوضعي، مكتبة أنجلو المصرية، ج2 ، ط4 ، 1966.

23. سالم يفوت: العقلانية المعاصرة بين النقد والحقيقة، دار الطليعة للطباعة والنشر، ط2 ، 1989.

24. سالم يفوت: الفلسفة والعلم في العصر الكلاسيكي، المركز الثقافي العربي، بيروت، ط1، 1989.

25. سالم يفوت: فلسفة العلم المعاصرة ومفهومها للواقع، دار الطليعة للطباعة والنشر، بيروت، ط1 ، 1989.

26. صلاح قنصوة: فلسفة العلم، دار قباء للطباعة والنشر والتوزيع، القاهرة، (د ط) ، 1998.

27. صلاح محمود عثمان: الإتصال واللاتناهي بين العلم والفلسفة، منشأة المعارف بالإسكندرية، مطبعة نور الإسلام، (د.ط) ، 1998.

28. عبد الرحمن بدوي: مناهج البحث العلمي ، وكالة المطبوعات، الكويت، 1977.

29. عبد الفتاح مصطفى غنيمة: فلسفة العلوم الطبيعية، مصر، (دط)، (د ت).

30. عبد القادر بشتة: الابستيمولوجيا، دار الطليعة للطباعة والنشر، بيروت ، ط1 ،1995.

31. فليب فرانك: الصلة بين العلم والفلسفة، ترجمة: علي ناصف، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، ط1، 1983.

32. قدري حافظ طوقان: تراث العرب العلمي في الرياضيات والفلك، دار الشروق، بيروت.

33. كارل بوبر: عقم المنهج التاريخي: ترجمة عبد الحميد صبره، مساء المعارف الإسكندرية، (دط) ،1959.

34. كارل بوبر: منطق الكشف العلمي، ج2 ، ترجمة: ماهر عبد القادر، دار النهضة العربية، بيروت ،1984.

35. كامل محمد محمد عويضة: كارل بوبر فيلسوف العقلانية النقدية، مراجعة: محمد رجب البيومي، دار الكتب العلمية، بيروت، ط1، 1995.

36. ماهر عبد القادر: فلسفة العلوم المشكلات المعرفية، ج1، دار النهضة العربية، بيروت،1984 .

37. ماهر عبد القادر: فلسفة العلوم المنطق الاستقرائي، ج 2، دار النهضة العربية، بيروت، 1986.

38. محمد الجابري: مدخل إلى فلسفة العلوم: العقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمي، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، ط6 ، 2006.

39. محمد ثابت الفندي: فلسفة الرياضة، دار النهضة العربية، بيروت، ط1، 1969.

40. محمد ثابت الفندي: محاضرات في فلسفة العلوم و مناهجها، دار المعرفة الجامعية، (د.ط)، 1996.

41. محمد عزيز نظمي سالم: المنطق الحديث وفلسفة العلوم والمناهج، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية، (د ط)، 1992.

42. محمد فهمي زيدان: من نظريات العلم المعاصر إلى المواقف الفلسفية، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، (د ط)، 1982.

43. محمد محمد قاسم: المدخل إلى مناهج البحث العلمي، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت، 1993.

44. محمد محمد قاسم: نظريات المنطق الرمزي، دار المعرفة الجامعية، مصر، (د ط)، 1991.

45. محمود فهمي زيدان: الاستقراء والمنهج العلمي، دار الجامعات المصرية، مصر، (د ط)، 1977.

46. محمود قاسم: كارل بوبر نظرية المعرفة في ضوء المنهج العلمي، دار المعرفة الجامعية ،الإسكندرية، (دط) ،1986.

47. محمود وقيدي: ماهي الإبستيمولوجيا، مكتبة المعارف للنشر والتوزيع، لبنان، 1987 .مشهد سعدي علاف: بناء المفاهيم بين العلم والمنطق، دار الجيل بيروت، (د.ط)، 1992.

48. موي بول: المنطق وفلسفة العلوم، ترجمة: فؤاد حسن زكريا، دار النهضة مصر، القاهرة.

49. هانز ريشنباخ: نشأة الفلسفة العلمية، ترجمة: فؤاد زكريا، دار الكتاب للطباعة والنشر، 1962.

50. يمنى طريف الخولي: فلسفة كارل بوبر، منهج العلم منطق العلم، الهيئة العامة للكتاب، (دط) ،1989.

ب. بالفرنسيـــة:

1. *A .Einstein – L . Infeld : L'évolution des idées en physique , Payot . 6eme ed , Paris 1963*

2. *Blanche Robert : L'axiomatique ,P.U.F , 1972.*

3. *E. Goblot : traité de la logique, A. colin , paris*

4. *Frédéric Worms : Le moment 1900 en philosophie, Presse universitaire du septentrion , paris ,2004 ,P228.*

5. *I. lakatos, histoire et méthodologie des sciences, traduction de l'anglais par Catherine Malamoud et Jean-Fabien Spitz, sous la direction de Luce Giard, presses universitaires de France, première edition , 1994*

6. *Jean daniel voelke :renaissance de la géométrie non euclidienne entre 1860 et 1900 , Peter Lang sa éditions scientifique , Bern , 2005*

7. *Jean Ulmo : La pensée scientifique modern , Flammarion, France*

8. *Laurent Rollet , Henri Poincaré l' opportunisme :scientifique laboratoire de philosophie et d'histoire des sciences ,nancy ,France,2002*

9. *Laurent Rollet : Henri Poincaré , des Mathématique a la philosophie , centre d'Etudes et de recherche Henri Poincaré , France ,1999*

10. *Meyerson Emile : Identité et réalité , J.Vrin , 5eme ed , Paris , 1951*

11. *Mohsen Sakari : Poincaré un savant universel , édition l'harmattan , 2005 , France*

12. *Nathalie Chouchan : Les mathématiques , GF Flammarion , Paris ,1999*

13. *P .Duhem : La théorie physique , son objet , sa structure¸ chevalier et rivière .paris ، 1906*

14. *R. Loqueneux : Histoire de la physique , Edition Dahlab , Algérie*

15. *René Bouveresse : Karle Popper ou rationalisme critique , Bibliothèque d'histoire de la philosophie , Paris , 1986*

16. *René Bouveresse : Karle Popper ou rationalisme critique , Bibliothèque d'histoire de la philosophie , Paris , 1986*

17. *Rousseau Pierre , Histoire de la science , Artémie Fayard ,Paris , 1943*

ج. بالانجليزيـــة :

1. *Bertrand Russell, An Essay on the fondations of Géometry , Cambridge at the university press warehouse Ave Maria LANE London , 1897*

2. *Yemima Ben-Menhem : Conventionnalisme, Cambridge université presse, New York ,2006 .*

ثالثـــا: المعاجـــم والموسوعـــات:

أ. بالعربيـــة:

1. إبراهيم مذكور: المعجم الفلسفي، الهيئة العامة لشؤون المطابع الأميرية، مصر، دط، 1983.

2. أندريه لالاند: موسوعة لالاند الفلسفية تعريب: خليل أحمد خليل، منشورات عويدات المجلد1 ، ط2 ، بيروت، 2001.

3. عبد الحلو: معجم المصطلحات الفلسفية، المركز اتربوي للبحوث والانماء، لبنان، (دط)، (دت).

4. عبد الرحمن بدوي: الموسوعة الفلسفية، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، ج1 ، 1984.

5. عبد المنعم الحفني: المعجم الشامل لمصطلحات الفلسفة، مكتبة مدبولي، القاهرة، ط3، 2000.

6. م .روزنتال ، ب ، يودين: الموسوعة الفلسفية، ترجمة: سمير كرم، دار الطليعة للطباعة والنشر، بيروت، ط7 ، 1997.

7. معن زيادة: الموسوعة الفلسفية العربية،المجلد2، ج2، معهد الإنماء العربي، ط1، بيروت.

ب. بالفرنسيـــة:

1. *Dominique lecourt (Sous la direction) : dictionnaire d''histoire et philosophie des sciences , Press Universitaires de France,2003.*

2. *Louise-Marie Morfaux : Nouveau vocabulaire de la philosophie et des sciences humaines , ARMAND COLIN ,Paris , 2005.*

3. *Nicolas Perrier : Grand dictionnaire de la philosophie, LAROUSSE, CNRS édition , 2005 , Canada.*

4. *Paul Foulque : dictionnaire de la langue philosophique, Presses universitaires de France , Paris*

رابعـــا: المجـــلات:

1.إ . م . بوخنسكي: الفلسفة المعاصرة في أوروبا، ترجمة: عزت قرني، سلسلة عالم المعرفة، 1992، العدد 165.

2.يمنى طريف الخولي: فلسفة العلم في القرن العشرين، سلسلة عالم المعرفة، العدد 264.

فهرس الموضوعات

فهرس الموضوعات:

العنوان	الصفحة
المقدمة	2
الفصل الأول: فلسفة العلوم بين النزعة الإستقرائية والنزعة المواضعاتية	
أولا: النزعة الاستقرائية	12
ثانيا: نقد النزعة الاستقرائيةّ	19
1 ــ مشكلة الاستقراء	19
2 ــ نقد دوهايم للنزعة الاستقرائية	21
3 ــ نقد بوبر للنزعة الاستقرائية	25
ثالثا: النزعة المواضعاتية :	32
1 ــ ظروف نشأة النزعة المواضعاتية	37
2 ــ مواضعاتية بوانكاريه بين المثالية والواقعية	57
خاتمة الفصل	62
الفصل الثاني : النزعة المواضعاتية في فلسفة العلوم الصورية	
أولا: أزمة الأسس وظهور الهندسات اللاإقليدية	65
1 – أساس الهندسة الإقليدية	65
2 ــ الهندسات اللاإقليدية	73
3 ــ فلسفة بوانكاريه في الهندسة	84
ثانيا: أزمة الأسس و تحسيب التحليل	96
1ــ انهيار فكرة الاتصال في التحليل	97
2 ــ تحسيب التحليل و تعميم العدد	99
3 ــ أزمة مبادئ الرياضيات	104
4 ــ وظيفة الحدس في الرياضيات عند بوان كاريه	109
ثالثا: طبيعة الاستدلال الرياضي عند بوانكاريه	117
خاتمة الفصل	126

الفصل الثالث :النزعة المواضعاتية في فلسفة العلوم التجريبية	
أولا: نقد الميكانيكا الكلاسيكية	189
1 ــ الزمان والمكان	130
2 ــ العطالة و قانون التسارع	136
3ــ المفاهيم الأساسية و المفاهيم الثانوية	142
ثانيا: دور الفرضية في العلوم الفيزيائية	146
1 ــ اهمية الفرضية عند بوانكارية بين التجريبيين و العقلانيين	147
2 ــ صياغة الفرضية ودورها في الفيزياء	150
ثالثا: النظريات الفيزيائية الحديثة	160
رابعا: المقاربة الكلية الابستيمولوجية	164
خاتمة الفصل	173
الخاتمة	175
قائمة المصادر و المراجع	180
فهرس الموضوعات	187