

دور الرياضيات في التصور العقلي للطبيعة

بـطـاشـة مـنـانـة 
أستاذة مساعدة «أ»
المدرسة العليا للأساتذة بوزريعة

Résume :

Cet article vise à tirer au clair le rôle fondamentale qu'ont joué les mathématiques dans l'explication rationnelle de la nature et mettre en évidence l'impossibilité de fonder les lois scientifiques sans avoir recours au rôle des mathématiques.

Mots clés : mathématiques – physique – induction – déduction – méthode

مقدمة:

أجل خدمة العلم، الأمر الذي جعل أغوست كونت
A.comte (1798-1857) يرى أن الرياضيات
هي الآلة الضرورية لجميع العلوم وعلى أساسها تصور
الإنسان الطبيعة تصورا عقليا منذ آلاف السنين (الفلسفة
الطبيعية اليونانية) لذلك فالإشكال الذي نطرحه في هذا
المقال هو ما دور الرياضيات في تصور الإنسان العقلي
للطبيعة وإلى أي مدى ينسجم هذا التصور مع التصور
التجريبي؟

التصور العقلي للطبيعة: تعريف الرياضيات:

الرياضيات عبارة عن علم عقلي مجرد يدرس
الكميات المنفصلة وهي الجبر والحساب والكميات
المتصلة وهي الهندسة، عرفها الفيلسوف الفرنسي
أندريه لالاند بقوله: «الرياضيات هو اسم عام يشمل
كل العلوم التي تأخذ العدد والنظام العددي والامتداد

تدرس الاستمولوجيا العامة مختلف المشاكل
المشتركة للعلوم سواء الفيزيائية منها أو الإنسانية،
نظرا لما فيها من ترابط وتداخل ومن بين هذه المشاكل
بعضها متعلقة بالذات الدارسة وبموضوع الدراسة،
والبعض الآخر متعلق بالأدوات المعرفية¹ المختلفة، التي
تعتمد عليها هذه العلوم في البحث وضبط نتائجها،
ومن بين هذه الأدوات المعرفية الرياضيات التي هي لغة
التواصل بصفة عامة ولغة العلوم بصفة خاصة.

لأن هذه العلوم لا تكمل إلا بتحول نتائجها
إلى مقادير كمية في شكل معادلات وخطوط بيانية.
إنها كتابة مختصرة موجزة ودقيقة تناسب الوصف
الكمي لهذه العلاقات المجردة بين الظواهر التي تحدث
في الطبيعة، والرياضيات هي التي تناسب هذه العملية
إلى درجة أن كثير من المعارف الرياضية ابتكرت من

تجريبية تجعلنا نحثك بالواقع وما يحمله من ظواهر مختلفة. من هذا المنطلق بدأ العلم الحديث مرحلة جديدة استهلت بأبحاث كوبر نيكوس (1543/1473) الذي وضع النظام الفلكي المرتكز على مركزية الشمس، وبأبحاث غاليلي الذي جمع بين التجربة والصياغة الرياضية تقول فراسوانباليار: «... حيث لأن معيار البساطة هو الذي يجعل عند غاليليو التجارب بالفكر والرياضيات متجانسة فإنه يمنح الرياضيات دوراً منتجاً للمعارف الفيزيائية»⁵ أما هانريشباخ فهو يقول: «لقد كان أفلاطون كما ذكرنا من قبل ينظر إلى الرياضيات على أنها أسمى صورة للمعرفة وقد أسهم تأثيره بدور كبير في الرأي الشائع القائل أن المعرفة لا تكون معرفة على الإطلاق إن لم تتخذ صورة رياضية، غير أن العالم الحديث وإن لم يتخذ الرياضيات أداة رئيسية للبحث لا يقبل هذا الحكم دون قيد أو شرط، وإنما يؤكد على أن الملاحظة لا يمكن إغفالها في العلم التجريبي»⁶.

وهذا يدل على أن أفلاطون (429 ق.م/347 ق.م) لم يكن يعلم ما يمكن تحقيقه عن طريق الجمع بين المنهج الرياضي والتجربة وإنما كان يعتقد أن معرفة الطبيعة لا تحتاج إلى ملاحظة، وإنما يمكن دراستها وفهمها بالعقل وحده واعتبر الظواهر الطبيعية كائنات طبيعية وهو يرى في كتابه **الجمهورية**: بدلاً من ملاحظة النجوم علينا أن نحاول الاهتمام إلى قوانين دورانها بالعقل، فمن واجب الفلاكي أن يترك السماء المحتشدة بالنجوم جانباً، أي أن الرياضيات تمثل في نظر الفيلسوف العقلاني الصورة المثلى للمعرفة.

لكن لا ننسى أن هناك صورة أخرى للمعرفة منذ العهد الإغريقي، وهي القائمة على الملاحظة الحسية التي اعتبرت المصدر الأول للمعرفة، وهي التي كانت تسمى في الفلسفة اليونانية بالفلسفة الطبيعية، فلسفة ديمقريطس (460 ق.م/370 ق.م) وبارمينيدس (حوالي

موضوعاً لها»² أما جميل صليبا فهو عرفها بقوله: «يطلق هذا الاسم على الحساب والجبر والهندسة ونحوها، وموضوعها الكم»³.

وهو علم قديم جداً يشهد تاريخه أن البابليين والمصريين استخدموا العمليات الحسابية منذ آلاف السنين قبل الميلاد لتقدير الضرائب وحساب الفوائد ثم تطورت عند اليونانيين الذين كاد ينحصر دورهم في مجال علم الرياضيات وحده وخاصة الهندسة التي بناها إقليدس على أساس نظام البديهيات، المسلمات والتعريفات، وقد أكد أرسطو (384 ق.م/332 ق.م) أن اليقين الرياضي الذي تحدث عنه أفلاطون مستمد من الرياضيات كعلم برهاني يقوم على أسس ومبادئ نطلق منها أثناء البرهنة على مجموعة من القضايا، وهذه المبادئ لا يمكن تبريرها إلا في الميتافيزيقا التي سماها بعلم المبادئ الأولى⁴ وقد أصبح المنهج الإقليدي منهجاً رياضياً لا بديل له وهذا لقرون عدة ولم تتغير الأمور إلا انطلاقاً من القرن التاسع عشر.

استعانت أهم نظرية في تاريخ العلم البشري القديم بهذا النسق الإقليدي واعتمدت على الاستدلال الهندسي، وهي نظرية بطليموس (حوالي 100م/170م) الفلكية القائلة بمركزية الأرض التي أثبتت أن الأرض ثابتة وكل الأجرام السماوية تدور حولها.

سادت هذه النظرية من القرن الثاني الميلادي إلى القرن السادس عشر، وهي كانت أساساً لكثير من البحوث العلمية ولم يثبت خطأها إلا في القرن السابع عشر، وذلك بعدما استطاع العقل البشري التحول من الاستدلال العقلي إلى العلم التجريبي وأدرك أن التجربة العلمية أداه مهمة للمعرفة لأنها تعزل العوامل عن بعضها البعض وتسهل عملية البحث، وهذا يعني أن الرياضيات كانت منذ بداياتها الأولى إحدى الأدوات الأساسية في الطريقة العلمية، لكن تبين فيما بعد أنها غير كافية وحدها وإنما يجب الاعتماد أيضاً على طريقة

« لقد كتب الكون بلغة رياضية وأحرفه مثلثات ودوائر وغيرها من الأشكال الهندسية، التي دونها يستحيل على الإنسان فهم أية كلمة منه »⁸ كما أدرك أيضا نيوتن أن نجاح قانونه في الجاذبية متوقف على المنهج الرياضي الجديد الذي اكتشفه وهو حساب التفاضل والتكامل ولقد كانت الحاجة إلى هذه الطريقة جد مهمة في ذلك الوقت إلى درجة أن اكتشاف هذا الحساب التفاضلي تم في وقت واحد على يد نيوتن في بريطانيا ولايبنتز (1716/1646) في ألمانيا وكل واحد مستقل عن الآخر وهذا يدل على مدى تطور الرياضيات لخدمة العلم.

كما اعتمد أيضا على التكميم والتقدير الرياضي في مختلف أبحاثه حول الزمان، المكان، الحركة وكتابه المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية لدليل على أن الهندسة وحساب التناسب، هو أساس العلم الطبيعي، وأن هدف كتابه يتمثل في السماح باستعمال الرياضيات في مجال الظواهر الحسية، واستعمال لغة رمزية دقيقة تضمن عملية المساواة وما يرتبط بها من حساب وجبر وهندسة، لكن هذا لا يعني أن نيوتن يرفض البعد التجريبي في العلم الطبيعي، وإنما اعتمد عليه في مختلف أبحاثه الفيزيائية.

لأن معطيات الملاحظة على الرغم من أنها أساسية في المنهج التجريبي إلا أنها غير كافية لذا فالتفسير الرياضي هو الذي يكملها ويسهل عملية البحث والتجريب ثم يعطى لتنتائجها طابعا عقليا وتعبيرا رياضيا، أما بوانكاري فهو يعتبر أن الرياضيات تستند إلى الاستنباط، لكن هذا لا يعني أنها تعتمد على التحليل فقط وإنما تعتمد أيضا على التعميم الذي يمثل البعد الإبداعي ويسمى بوانكاري هذا النوع من الاستدلال التعميمي بالبرهان الإسترجاعي *raisonnement par récurrence* الذي يتميز بالخصوصية⁹ لأن النتيجة فيه أعم من المقدمات، وهذا النوع من المنهج

515 ق.م/450 ق.م)، ثم تطورت هذه النظرة عند فلاسفة عظام مثل فرانسيس بيكن (1626/1561) ولوك (1704/1632) وهيوم (1776/1711)، وبدأ المذهب التجريبي يتخذ أبعادا عميقة وهكذا توالى الاكتشافات العلمية بفضل أداتين مهمتين هما:

1. المنهج التجريبي الذي وضع أسسه فرانسيس بيكن في كتابه الأرغانون الجديد الذي تضمن ثلاثة أجزاء، خصص الأول لنقد الأرغانون الأرسطي، والجزء الثاني لنقد الأخطاء الشائعة التي يقع فيها العقل البشري وسماها بالأوهام أما الجزء الثالث فعرض فيه أسس المذهب التجريبي الذي اعتبره أهم وسيلة للاكتشاف

2. المنهج الرياضي الذي يقوم على أساس الاستدلال العقلي والتكميم والدقة بحيث ينظر إلى الظواهر الطبيعية كمجرد قوانين ومتغيرات، داخل معادلات رياضية لتصبح الطريقة العلمية قائمة على أساس إمكانية الملاحظة الحسية والتجربة ومعقولة الطبيعة.

نتج عن هذا الوضع ربط الفيزياء بالرياضيات التي أصبحت علما دقيقا وذلك بانتقالها من النظرة الكيفية للظواهر الفيزيائية إلى النظرة الكمية التي تعتبر مصدر قوة لكل علم، لأن استخدام الرياضيات كمنهج في البحث، والذي يتمثل في المنهج الفرضي الاستنباطي وكلفة والتي تتمثل في الأرقام ومنحنيات وأشكال... أدى إلى نقل العلم الحديث من مرحلة التخمين والوصف إلى مرحلة التكميم والترييض والدليل على ذلك ما وصل إليه كل من كبلر (1630/1571) وغاليلي (1642/1564) ونيوتن (1727/1642) من نتائج في أبحاثهم الفيزيائية التي أدت إلى تطور غير مسبوق في الفيزياء.

لقد استعمل غاليليه هذه الرياضيات لغة ومنهجها ففاس الزمان والفضاء والحركة وسقوط الأجسام وهو يقول:

ساعد كثيرا الدراسات الفيزيائية القائمة على أساس تعميم النتائج.

يتضح أن الاستنباط الرياضي المقترن بالملاحظة والتجربة هو سر نجاح العلم الحديث وتطوره لأن هذا المنهج الرياضي هو الذي جعل الفيزياء تتميز بالقدرة على التنبؤ، إذ لا يمكن للملاحظة والتجربة أن تؤدي دورهما إذا لم تقترنا بالاستنباط الرياضي. وهكذا أصبح القانون الرياضي أداة للتنبؤ وليس أداة للتنظيم والحساب فقط، لأن التعبير عن القوانين الفيزيائية تعبيرا رياضيا جعل تلك الضرورة البرهانية تتحول إلى ضرورة فيزيائية، فانتقل اليقين الرياضي إلى تلك الظواهر الفيزيائية، وصدق غاليلي عندما قال أن الطبيعة مكتوبة بلغة رياضية وأثبتت كل الأبحاث العلمية هذه المقولة، لأن كل القوانين الطبيعية أصبح لها تركيب وضرورة وشولية ودقة ويقين القوانين الرياضية يقول هايزنبرغ: «على الرغم أن المفاهيم الرياضية يمكن تحديدها تحديدا دقيقا من حيث ارتباطها، والحق أن هذا يحدث حين تصير المفاهيم جزءا من نظام بديهيات وتعريفات نستطيع أن نعبّر عنها في مخططات رياضية تعبيرا خاليا من التناقضات»¹⁰.

ونظرا لنجاح المنهج الرياضي في الفيزياء ظهرت الحتمية فيها أيضا بنجاح لأن إذا استطعنا تصور القوانين الفيزيائية على أنها معادلات رياضية وأن هذه القوانين تنبؤنا بالحالات المستقبلية فإنه من الضروري وجود نظام رياضي وراء الظواهر الطبيعية التي تظهر وكأنها غير منتظمة، وهذا النظام الرياضي نظام سبي وحتمي عبر عنه العالم الفيزيائي الفرنسي لابلاس قائلا: «لو وجد عقل فوق البشر يستطيع ملاحظة موقع كل ذرة وسرعتها وحل جميع المعادلات الرياضية لكان المستقبل كالماضي حاضرا بالنسبة لهذا العقل فوق البشر ولأمكنه أن يحدد بدقة التفاصيل الدقيقة لكل حادث سواء كان يقع بعدنا أو قبلنا بألاف السنين»¹¹.

هذه الحتمية هي أهم مبدأ في المنهج التجريبي وأهم نتيجة لفيزياء نيوتن تجعل العالم الفيزيائي مثل الساعة وكل ما يحدث فيه يحدث بطريقة آلية قائمة على أساس توفر الشروط التي تؤدي دائما إلى النتائج ذاتها. حققت هذه الحتمية تقدما ليس في الفيزياء فقط بل وحتى في البيولوجيا ومن هنا بدأ الصراع بين التصور العقلي للطبيعة والتصور التجريبي:

- يمثل كل من ديكارت ولايبنتز التصور العقلي واعتقدا أنه يمكن رد الفيزياء إلى الرياضيات وأن (العقل البشري) يولد بأفكار فطرية الأمر الذي يجعل القانون العلمي في نظرهم قانونا عقليا، يضيفه العقل على الطبيعة أثناء البحث.
- ويمثل كل من لوك وهيوم وجون ستوارت ميل (1806/1873) التصور التجريبي للطبيعة واعتقدوا أن الملاحظة والتجربة هما أهم أدوات المعرفة بحكم أن القانون العلمي قانونا تجريبيًا موجودا في الطبيعة وما على العقل سوى اكتشافه وصياغته، أدى هذا الوضع إلى ظهور نزعتين:

نزعة تجريبية ونزعة عقلية اللتان أحدثتا ثورة في البحث العلمي رغم ما تعرضت له النزعة التجريبية من انتقادات من طرف هيوم والتي لم تصمد أمامها وأدخلت العلم الطبيعي في أزمة سميت بأزمة الاستقراء في العلم الطبيعي، يقول إيتيان وولف: «إن ظاهرة ما لا تكرر أبدا مرتين ضمن نفس الشروط لأن شروط الظاهرتين في الحالتين تكون مختلفة، وذلك لمجرد أن الظاهرتين المعترتين متطابقتين لا تحدثان في نفس الزمن، وأن ليس لهما سوابق مختلفة فليس من الممكن إذن صياغة قوانين ذات قيمة عامة وبذلك تنتهي إلى فكرة نوع من الحوار في قوانين الطبيعة»¹².

التصور التجريبي للطبيعة:

يعني عدم وجود أي ضامن لصدق هذا القانون في المستقبل.

وضع كهذا جعل العلم يفقد مصداقيته وقدرته التنبؤية وهذا ما يعبر عنه بأزمة الاستقراء في العلم التجريبي كما أشرنا إلى ذلك من قبل. وهذا ما سمي باستحالة تبرير الاستقراء التي تمثل خطورة كبيرة على العلم، لأن إذا كان ما ذهب إليه هيوم صحيحاً فالعلم يفقد قدرته على التنبؤ مثلاً، فقد عرفنا حتى الآن أن الماء يغلي في درجة مائة ونعتقد أنه سيغلي غداً وبعد غد، لكن ليس لاعتقادنا أي ضامن فهذا هو المأزق الذي وقعت فيه النزعة التجريبية وهو إما أن يكون الباحث تجريبياً ولا يقبل من النتائج سوى التي تقدمها التجربة وبالتالي يستحيل تعميم وصياغة القوانين، لأن من صفة القانون العلمي الكلية والشمولية، وإما أن يقبل بالاستقراء ويلجأ إلى تعميم النتائج التي استخلصها من التجربة وبالتالي فهو يضطر إلى الرجوع إلى مبادئ عقلية مثل السببية والحتمية وهذا من أجل إنقاذ العلم من الانهيار.

هذا المأزق اعتبره ريشباخ مثل الخطأ الذي ارتكبه النزعة العقلية عندما نظرت إلى المعرفة الرياضية على أنها نموذج كل معرفة وجعلت من العقل مصدراً لها¹⁴ لأن مقابل هذه الأزمة بقيت النزعة العقلية تؤكد دور وأهمية الجانب الرياضي في بناء وتفسير العالم الفيزيائي وتقدم المعلومات المتوفرة بشكل مفهوم وبطريقة واضحة لكون كلماتها لا تزيد ولا تنقص عن كون الأفكار التي تعبر عنها لأن الكون والفساد لا يدخلان على الكائنات الرياضية.

توالت اكتشافات كثيرة في الرياضيات لتواكب كل تطور يطرأ على الفيزياء وهذا ما يؤكد اكتشاف كل من نيوتن ولايبنتز للحساب اللامتناهي في الصغر الذي استعمل في حل كثير من المشكلات الفيزيائية واعتقد أن نجاح المناهج الرياضية في دراسة الطبيعة

لا يزعم الفيلسوف التجريبي أنه ابتكر نوعاً جديداً من المعرفة أثناء البحث وإنما يؤكد دائماً أنه اكتشف المعرفة. عن طريق الملاحظة الحسية والتجربة ويرفض تفسيرها على أنها من إبداعه الخاص اعتقاداً منه أن القانون العلمي موجود في الطبيعة وما على الباحث سوى اكتشافه وصياغته فجون لوك مثلاً يرى أن الذهن يبدو وكأنه صفحة بيضاء والتجربة هي التي تنقش عليها الصفحة مختلف الأفكار والمواضيع.

ويظهر من خلال هذه الفكرة أن دور العقل في نظر هذه النزعة دور ثانوي إنه يكتفي بالتقاط المعلومات عن طريق الحواس المختلفة الأمر الذي يجعله ليس معياراً للحقيقة وأن الإدراك الحسي هو الذي يحكم على أية معرفة أنها صحيحة أو خاطئة لأن صاحب النزعة التجريبية لا يقبل من المعارف سوى ما تقدمه له الملاحظة الحسية والتجربة يقول دافيد هيوم: «فإن كل مواد التفكير هي مشتقة إما من إحساس الداخلي أو من إحساسنا الخارجي. وإنما إلى الذهن والإرادة وحدهما يرجع مزج هذو تركيبتها. بعبارة فلسفية سأقول إن كل أفكارنا، وهي أضعف إدراكاتنا هي نسخ من انطباعاتنا وهي أقوى تلك الإدراكات»¹¹.

إن اعتبار التجربة معياراً للمعرفة الصحيحة هو الذي جعل هيوم ينتقد بشدة التفسير الاستقرائي الذي ينتقل من الجزء إلى الكل أو من الملاحظة ودراسة ظاهرة واحدة أو أكثر إلى تعميم النتيجة على كل الظواهر المتشابهة، ورفض هيوم قدرة التجربة على إخبارنا بما يحدث في المستقبل لأن ما يصدق على الجزء لا يصدق بالضرورة على الكل، فعندما نأخذ أي قانون فيزيائي فلا شك أن حسب اعتقادنا بصحة هذا القانون هو التجربة لكن التجربة حدثت في الماضي أما أن يمتد أثرها إلى المستقبل فهذا ما لا تقدمه هذه التجربة وهذا

يؤدي إلى رد كل علم إلى الرياضيات كما اعتبر أن القوانين الفيزيائية قوانين رياضية لأن الفيزيائي يستعمل المعادلات التفاضلية لدراسة كل الظواهر الطبيعية.

لكن ما حدث أن لا ينتز أدرك فيما بعد بأن هذه الرياضيات استعملت بشكل مفرط وهذا ما لاحظته في الميكانيكا الديكارتية التي انتقدها وتجاوزها وذلك بوضع حد لاستعمال المفرط لهذه الرياضيات ثم فسخ المجال للميتافيزيقا لتكامل الميكانيكا التي امتدت إلى اعتبار كل من الحيوان وجسم الإنسان مجرد آلات متقنة الصنع، هدف لا ينتز من ذلك هو وضع حدا لهذه الآلية الكونية القائمة على التصور العقلي والرياضي للكون والانتقال إلى الإيحائية الكونية Animisme universel التي تتمثل في غرس الحياة في كل جسم.

إن ما نشير إليه في آخر هذه الفكرة هو أن التفسير العقلي للفيزياء الكلاسيكية لم يقم بحل المشكلات التي أثارها النزعة التجريبية، وأن التفسير التجريبي أيضا لم يستطع حل المشكلات التي أثارها النزعة العقلية وهذا ما جعل الفيزياء الكلاسيكية في مأزق كبير أدى إلى انبثاق فيزياء جديدة وسار العلم بالرياضيات نحو اكتشافات عظيمة من بينها اكتشاف الطاقة النووية من طرف أنشتين الذي وصف أفكاره وصفا دقيقا معتمدا على الرياضيات لتبقى الطريقة العلمية تفترض مقدما إيمانا عظيما بإمكانية الملاحظة بالحواس وكذلك بمعقولية الطبيعة¹⁵.

أما النتائج التي تربت عن هذين التصورين للطبيعة العقلي والتجريبي فتمثلت فيما يلي:

- أصبحت الطبيعة منذ الثورة الكوبرنيكية تفسر تفسيراً رياضياً مجرداً، كما اعتبرته عالماً لا متناهاً وليس كونا مغلقاً كما اعتقد اليونانيون، وكان أول من ساهم في تحطيم ذلك النظام القديم وفتت الكون كنظام بديع هو غاليلي.
- طبع كتاب نيوتن المبادئ الرياضية للفلسفة

الطبيعية لأول مرة سنة 1687 والذي طرح فيه قوانينه الثلاثة في الحركة وقانونه في الجاذبية واستخدم هذا النظام في الميكانيكا لتفسير حركة النظام الشمسي وأدى النجاح الكبير الذي حققه نيوتن إلى قبول نظريته في الأوساط العلمية وتبنيها عملياً وهذا نتيجة إيمان نيوتن بالمنهج الاستقرائي والدليل على ذلك تلك التجارب التي قام بها لتبرير مختلف قوانينه الفيزيائية التي صاغها صياغة رياضية دقيقة.

- أصبحت التجربة في الفيزياء ليست مجرد ملاحظة لظاهرة معينة وإنما بالإضافة إلى ذلك فهي تأويل نظري لهذه الظاهرة.

- استخدام الأدوات والوسائل التقنية الأمر الذي جعل العلاقة بين العلم الطبيعي والتقنية علاقة تأثير وتأثر لأن التقدم التقني وظهور آلات حديثة وأجهزة مراقبة وقياس أدت إلى دقة أكثر في العلم التجريبي لأن تفسير الطبيعة تفسيراً تجريبياً وعقلياً وصياغة قوانينها صياغة رياضية فتح المجال لاستخدام التقنية¹⁶ في العلم فاختراع المنظار مثلاً مكن علماء الفلك من قياس حركات النجوم والكوكب بصيغة رياضية دقيقة.

إن هذه العلاقة التي جمعت بين العلم الطبيعي والتقنية عن طريق الرياضيات جعلت العلم يتقدم أكثر وسيطرة الإنسان على العالم المادي يظهر أكثر وبقوة، وتغلغل علم الطبيعة في كل مجالات الحياة.

الخاتمة:

مهما تطور الفكر البشري ومهما تغيرت المفاهيم والمناهج وكيفما كانت الانتصارات والاكتشافات تبقى الرياضيات القلب النابض للعلم الطبيعي دونها يستحيل تحقيق أي انتصار للعلم. ونظراً لهذه الأهمية

- القصوى للرياضيات لجأ بعض العلماء والفلاسفة إلى استعمالها المفرط في بعض الأحيان لكن أمر كهذا لا ينقص أبداً من دورها ومن ضرورة توظيفها كآلة ضرورية لجميع العلوم، فحتى الفلاسفة التجريبيون والحسيون منهم عقليون لأن كل أبحاثهم أصبحت مرتبطة بالعقل والعقلانية، وأساس هذه العقلانية هو الترييض وهذا يدل على مدى تجسد استعمال الرياضيات في العلم الطبيعي. وأن البعد التجريبي لا يكفي للوصول للفيزياء إلى اليقين لأن الحقيقة التجريبية هي حقيقة محتملة وعرضية.
- لذلك يجب توظيف الرياضيات فيها حتى يتجسد التصور العقلي لها وتكون نتائجها نتائج دقيقة ويقينية ليبقى التصور العقلي للطبيعة المرتبط بالرياضيات أساس كل بحث علمي لكن بشرط أن ينسجم مع التصور التجريبي ولا يناقضه، لأن التاريخ يشهد على أن أبرز الاكتشافات العلمية ظهرت عندما جمع أصحابها بين الملاحظة الحسية والتجربة والصياغة الرياضية مثلما فعل غاليلي ونيوتن وغيرهما...
66. ص.
5. فراسوازباليار أنشتينغاليلوونيوتنالمكانوالنسبية، ترجمة دسام يأدهم. المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع 1993 ص.5.
6. هانز رايشنباخ، الفلسفة العلمية، ترجمة فؤاد زكريا، دار الكتاب العربي للطباعة والنشر 1962، ص. 38.
7. أفلاطون الجمهورية، ترجمة فؤاد زكريا مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب السابع، ص. 440.
8. غاليلي غاليليو in l'essayeur ألكسندر كوري، دراسات غاليلية ترجمة يوسف بن عثمان تونس، سيناترا 2008، ص. 51.
9. عبد القادر بشته، الإستيمولوجيا مثال فلسفة الفيزياء النيوتونية، بيروت، دار الطليعة للطباعة والنشر، 1995، ص. 71.
10. فوزهاينزبرغ، الفيزياء والفلسفة ترجمة صلاح حاتم اللاذقية دار الحوار للنشر والتوزيع 2001، ص. 95.
11. p.slaplace essai philosophique sur les probabilités 1920, p. 67
12. اتيان وولف، الاستدلال التجريبي وتطبيقاته في العلوم البيولوجيا ضمن المنهج التجريبي في العلوم الحديثة، باريس مطابع العلم والصناعة بدون تاريخ، ص. 145. 146.
13. دافيد هيوم، تحقيق في الذهن البشري ترجمة محمد محبوب، مركز دراسات الوحدة العربية 2008، ص. 41.
14. هانز رايشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية ترجمة فؤاد زكريا القاهرة، دارالكتاب العربي للنشر والتوزيع 1962، ص. 89.
15. المكتب العالمي للبحوث الرياضيات لغة العلم بيروت للطباعة والنشر 1989، ص. 15.
16. دونالد جيليز، فلسفة العلم في القرن العشرين ترجمة د. حسين علي، التنوير للطباعة والنشر 2009، ص. 207. 208.
1. محمد وفيدي، الإستيمولوجيا التكوينية للعلوم، الدار البيضاء إفريقيا الشرق 2010، ص. 20.
2. A. Lalande vocabulaire technique et critique et de la philosophie. paris, puf 1988 article 1
3. جميل صليبا، المعجم الفلسفي الجزء الأول، بيروت دار الكتاب العربي، دار الكتاب المصري 1998، ص. 631.
4. عبد القادر بشته، الإستيمولوجيا مثال فلسفة الفيزياء النيوتونية، بيروت، دار الطليعة للطباعة والنشر، 1995،