الثورة العلمية من فلسفة العلوم إلى الإبستمولوجيا

أ. فاطمة الزهراء كفيف [1]

مدخل :

يضعنا العلم المعاصر أمام اعتبارات جديدة علمية وفلسفية مخالفة لتلك الاعتبارات التي كانت يقوم عليها في السابق والتي ما لبثت وأن انهارت، أو على الأقل ضاق مجال صلاحيتها نتيجة التقدم الذي حققه العلم في الفترة المعاصرة لاسيما مع الفيزياء والبيولوجيا وثورة المعلوماتية في القرن العشرين. من هنا أحدث العلم تغيرات ملحوظة في حياة الشعوب والمجتمعات سواء من الناحية الكيفية أومن الناحية الكمية حتى غدا تقدم شعب أو مجتمع ما مرهونا بالعلم، ولا يعنى هذا القول أن الاعتقاد في قدرة العلم على التغيير والتقدم ينفي أشكال المعرفة الأخرى، بل على العكس تماما فتقدم العلم يحدث نتيجة لتداخلات وتفاعلات بين العلم والمعارف غير العلمية وأحيانا المعارف اللاعلمية. لهذا كان التصور الذي ساد لحقبة طويلة من الزمان فى العلم وفلسفته الذي يقول أن هناك فرقا حاسما بين العلم واللاعلم لا يوجد ما يبرره في ظل الثورات العلمية التي يشهدها عصرنا والتي تمثل منعطفا في مسيرة العلم التقدمية حيث أدت هذه الثورات إلى نزع الستار عن أسرار لم يكن يصل اليها العلم إلا بوجود هذا التداخل والتفاعل بينه وبين المعارف الأخرى.

في مثل هذا الجو ولدت الثورات العلمية، وهي الثورات التي سنتوقف عندها بشيء من التفصيل وصولا إلى تحديد دور كل من الأزمات والتورات التي حدثت في تاريخ العلم، وبالتالي التأسيس لتقدم العلوم عامة، والفيزياء المعاصرة خاصة.

1/ مفهوم الثورة في العلم :

مفهوم الثورة العلمية أو الانقلاب العلمي (Révolution Scientifique) ماذا نقصد بمفهوم الثورة العلمية ؟

يختلف مدلول المفهوم من دارس لآخر، لكنه اختلاف لا يصل إلى درجة التناقض البين، فالاختلاف راجع إلى التكوين الفكري للدارس، وإلى الثقل الذي يمارسه التخصص على توجهاتهم العامة... فتحليل الدارس السوسيولوجي لابد أن يختلف نوعا ما عن تصورّ مؤرخ العلم

---

1 أستاذة مساعدة شعبة الفلسفة جامعة سعيدة

أو مؤرخ الفن بحكم التخصص الذي يجعل الدارس يبرز عناصر معينة على حساب عناصر أخرى في التفاعل الفكري والاجتماعي. [1]

فما يقصد بالثورة العلمية؟ هو ذلك التحول والتغير الشامل الذي يطرأ على كامل مرافق الحياة العلمية والاجتماعية والعقائدية والمؤسساتية خلال القرنين السادس عشر والسابع عشر.

فقد كان مفهوم "الثورة" مستعملا بمعنى الدوران للعودة إلى المنطلق (كما في حركة الكواكب) حتى في النصف الأول من القرن السابع عشر، ثم أصبح يستعمل بمعنى التغير الشمولي أو التبدل حتى في النصف الأول من القرن السابع عشر، ثم أصبح يستعمل بمعنى التغير الشمولي أو التبدل الجذري.

إذن فالتحول المفهومي العلمي الذي حصل في أوروبا خلال القرنين المذكورين لا ينفصل عن الأحداث السياسية والاجتماعية وعن النشاط الفكري عامة، فلقد عرفت مجتمعات أخرى غير أوروبية خصوصا المجتمعات –الإغريقية والإسلامية- بعض العلوم تطورت لديها (الرياضيات وعلوم البصريات والفلك والستاتيكا) لكنها لم تعرف انتشارا على مدى واسع، ولم تصبح جزءا أساسيا من الحضارة الساندة في المجتمع، كما عرفته أوروبا خلال "الثورة العلمية" ومفهوم الثورة العلمية "اكتشف من قبل فلاسفة الأنوار في أواسط القرن الثامن عشر بالمعنى الذي يعبر عن تحول الأفكار الأساسية حول العالم بالنقد للأفكار التي تنتمي إلى فترة ما قبل القرن السابع عشر، ثم تطور مفهوم "الثورة العلمية" على يد مؤرخي العلم "ألكسندر كويري" (Alexandre Koyré) في أواخر الثلاثينات من القرن الحالي. فبدأ باستعماله على الفترة قبل وبعد العام 1600 م (عندما توصل غاليلي إلى اكتشافات أساسية في الديناميكا والفلك) قدمت أجوبة دقيقة لأسئلة قديمة باتت تشغل الدارسين، لكن (كويري) نفسه وسع الفترة الزمنية لمفهوم "الثورة العلمية" شيئا فشيئا فأدخل إنجازات ديكارت (Descartes) الفلسفية الطبيعية في صلب التحول المفهومي العلمي، وزمن كوبرنيك (Copernic) ونيوتن (Newton)) أي من القرن (16 إلى أواخر القرن 17(لأن أعمال غاليلي (Galillée) وكبلر (Kipler) وديكارت (Descartes)

1 توماس كوهن: تركيب الثورات العلمية، تر، علي نعمة، ص. 145

تتدرج في الدفاع عن بناء مفهوم قائم هوبناءكوبرنيك الذي وجد إنجازات نيوتن التجريبية.[1]

وقد ارتبط مفهوم "الثورة العلمية" "بالنهضة" تعبيرا عن التجديد الذي حققه القرن السادس عشر. فمفهوم الثورة العلمية خلال القرن 18 كان تعبيرا عن أهمية منجزات العلم في هذه الفترة.

فسأناقش مفهوم الثورة العلمية كحدث تاريخي في الماضي (أو كحلقة تاريخية) وهي بزوغ العلم الحديث. معنى هذا أن مفهوم "النهضة" و"الثورة العلمية" يعبران عن لحظتين تاريخيتن من أجل فهم تاريخ الأفكار. فترى أن مفهوم "النهضة" يدل على ذلك الثراء المهم في الآداب والفنون،) من القرن 14 إلى القرن 16(، ومفهوم "الثورة العلمية" يدل على التحول الاجتماعي خلال القرنين)16 و17).

يتوج البحث العلمي في مرحلة الأزمة ببلورة نظرية أو(نظريات جديدة) يتم اعتمادها (أو اعتماد إحداها) بوصفها نموذجا جديدا يقوم على أنقاض النموذج القديم، ويسمي كون هذا الانتقال من الأزمة إلى نموذج جديد بالثورة أو الانقلاب أو الانتقال من الأزمة إلى نموذج جديد بالثورة أو الانقلاب*[*] فماذا تعني الانقلابات العلمية؟ وما طبيعتها؟ وما ضرورتها؟ وما الوظيفة التي تؤديها في تقدم العلم؟ ولماذا اعتبرها كون ضرورية في تقدم العلم ؟

لقد سبق وأن بيّنا كيف أن الانقلابات العلمية قد تم تناولها على أنها هي تلك الأحداث التطورية غير المتراكمة (ثورية) التي يستبدل فيها نموذج قديم بنموذج جديد يناقضه، معنى ذلك أن أية نظرية جديدة تتطلب تغييرا في القواعد التي تحكم الممارسة السابقة (الأولى) للعلم العادي (السوي) واستيعابها يتطلب إعادة بناء النظرية السابقة، وإعادة تقييم الحقيقة السابقة، وهي عملية إنقلابية (ثورية) لا يمكن حصرها تاريخيا.

فهل معنى هذا أن تغيير النموذج يسمى انقلاب؟ وما دور هذا الانقلاب في تغيير رجل العلم للعالم؟ ولما نسمّ استبدال نموذج بآخر انقلابا ؟

في هذا الصدد سنحاول فهم التصور الكوني وبيان موقفه من خلال تحليله لمفهوم "الانقلاب" وأهميته في تقدم المسار الديناميكي

---

1 A. Koyré: Etudes Galilléennes. édition. Hermann,Paris,1966. p. 47

* الثورة (Révolution): وهي التغير المفاجئ وتحول وتبدل تاريخي، فتوماس كوهن استعار هذا المفهوم ليسقطه على النقلات الذي يحدثه اكتشاف ما، لذلك سنكتفي بترجمة المفهوم ب"انقلاب" بدلا من "ثورة".

للمعرفة العلمية مستندا إلى جملة اعتبارات أهمها التشابه القائم بين التطور السياسي والتطور العلمي وتهافت التصور التراكمي لتقدم المعرفة العلمية.

نجد أن كلمة ثورة (Révolution) أصلها في الحقل السياسي ومن ثمة فإن استعمالها في حقل تاريخ العلوم يوحي بوجود تشابه بين التطور السياسي والتطور العلمي، وبالفعل فهذان الأخيران يتقاسمان حسب كون جملة من السمات تسمح بتطبيق كلمة "إنقلاب" على تقدم المعرفة العلمية ومن هذه الصفات نذكر:

أ. تبدأ التورات السياسية عادة بالشعور المتنامي لدى فئة محددة من الطبقة السياسية على الأقل بإفلاس المؤسسات القائمة لكونها لم تعد قادرة على حل المشاكل المطروحة، ونفس الشيء لما تبدأ الانقلابات العلمية بالشعور المتزايد لدى مجموعة محددة من العلماء على الأقل بإفلاس النموذج القائم لكونه لم يعد قادرا على حل مشكل أو مشاكل مطروحة.[1] لذلك يقول كوهن في هذا الصدد: "يشكل الشعور بالاشتغال المفلس الذي يؤدي إلى الأزمة شرطا ضروريا للانقلابات في التطور السياسي كما في تطور العلوم"[2]

ب. تستهدف التورات السياسية تغيير المؤسسات القائمة بوسائل تمنعها هذه الأخيرة، وبنفس الشيء تستهدف الانقلابات العلمية تغيير النموذج القائم بوسائل يمنعها هذا الأخير، أي بالاستناد إلى قواعد ومناهج جديدة تختلف عن القواعد ومناهج النموذج القائم.[3]

جـ. وفي التطور السياسي كما في التطور العلمي، لا يتم الانتقال من القديم إلى الجديدة فجأة، وإنما يحتاج بالضرورة إلى فترة زمنية قد تطول أو تقصر ألا وهي فترة الأزمة.

د. في الحقل السياسي كما في الحقل العلمي يحتد النقاش في مراحل الأزمة دون توفر أية إمكانية لحصول اتفاق حول المواضيع المختلفة والمتصارعة، ولذلك عادة ما يتم اللجوء إلى آليات –خارج سياسة-و-خارج علمية- لاستقطاب الأنصار وإقناع الجمهور.[4]

---

1 T. Kuhm, La révolution des structures scientifiques, p. 101.

2 ماهر عبد القادر محمد علي: تركيب الثورات العلمية، ص155.

3 المصدر نفسه، ص155.

4 سالم يقوت: بنية الانقلابات العلمية، ص126.

ففي الحقل السياسي يحتد النقاش بين أنصار النظام القائم وخصومه في فترة الأزمة، غير أن هذا النقاش لا يفضي إلى تقريب وجهات النظر بقدر ما يعمق الخلاف بينهما لكونهما ينطلقان من منطقات متباينة، لذلك تلجأ الأطراف المتنازعة عادة إلى آليات أخرى خارج سياسة مثل تقنيات الإقناع والعنف ووسائل الضغط المعتمدة أيضا.[1]

نفس الشيء ينطبق على الحقل العلمي، ففي ظروف الأزمة يشتد النقاش يبن أنصار النموذج القائم ومنافسه. وبهذا يسمح بانتصار النموذج الجديد الراجع إلى قوة أدلته المنطقية والتجريبية.

إن المؤرخ من موقعه كدارس الماضي العلم من وجهة نظر تاريخيه معاصرة قد تتملكه الرغبة في أن يصرخ في وجهنا مؤكدا بأن "النماذج حينما يصيبها تغيير، فإن العالم نفسه يتغير بتغييرها، فتحت مظلة نموذج جديد وبإيحاء منه يتبنى العلماء أدوات جديدة، كما تتوجه نظرتهم وجهة جديدة.[2]

معنى هذا أن العلماء خلال التورات يدركون أشياء جديدة وأشياء مغايرة في الوقت الذي يعتمدون في دراستهم للمسائل التي سبق لهم تناولها على نفس الأدوات المعتادة، فكما لو أن جماعة العلماء المختصين انتقلت فجأة إلى كوكب آخر فأصبحت الأشياء المعهودة تبدوا في ثوب جديد وغير مألوف، كما أصبحت تجد نفسها أمام موضوعات مغايرة لم تعهدها من قبل.[3]

إذن نستطيع أن نقول أن التغيير الحاصل على النماذج يجعل نظرة العلماء لمجال أبحاثهم تتغير جملة وتفصيلا، وعقب كل انقلاب يصبحون أمام ضرورة التعامل مع عالم مغاير.

من هنا يبدوا الانتقال من نموذج إلى آخر لتلك التحولات والتغيرات التي تصيب عالم رجل العلم مليئا بالإيحاءات والدلالات.

ومؤدى ما تقدم أن الانقلاب العلمي يقلب الأوضاع الموجودة ويبدّل الأفكار العلمية لدى العالم(بكسر اللام) الواحد، وهذا العالم بعد تأكيده للنظرية والدفاع عن صحتها تتراجع بعد الانقلاب العلمي ليؤكد أنه كان مخطئا فيما كان يعتقد، حيث يقول كون: "إن العالم الذي يقبل النموذج الجديد مثله مثل الرجل الذي يضع على عينيه عدسات

---

1 المرجع السابق، سالم يفوت، ص144

2 ماهر عبد القادر: تركيب الثورات العلمية، ص. 89

3 المرجع نفسه، ص. 99

عاكسة، فالعالم هنا يقبل أن يرى الموضوعات السابقة بشكل جديد مغايرة تماما لما كان يألفه"[1] لذلك عندما يتغير التقليد السوي في الفترات الانقلابية يضطر العلماء إلى أن يتعلموا من جديد كيف ينظرون إلى العالم المحيط بهم نظرة مخالفة لما كان عليه في السابق.[2]

فالفترة التي كان ينظر إليها إلى الضوء "تارة على أنه موجة، وتارة على أنه موجة جسيم" كانت فترة أزمة، أي فترة كان فيها شيء ما غير مضبوط انتهت بالتطور الذي حصل في الميكانيكا الموجية والذي أدرك فيه العلماء " أن الضوء كيان مستقل بذاته تختلف عن الموجة وكذا عن الجسيم". كانت فترة أزمة، أي فترة كان فيها شيء ما غير مضبوط انتهت بالتطور الذي حصل في الميكانيكا الموجية والذي أدرك فيه العلماء "أن الضوء كيان مستقل بذاته يختلف عن الموجة وكذا عن الجسيم ".[3]

لذلك فتغيير النماذج العلمية ترافقها انقلابات، فعقب حدوث انقلابات علمية عادة ما يترجم عن حصول انقلاب في الرؤية العلمية أو عن حدوث تحول ما في عقلية العلماء إلى أن يتصرفوا مع النموذج الجديد الذي لم يعد يرون فيه الأشياء كما كانوا يرونها من قبل" ولكن هناك سؤال أهم يعود بنا إلى مسألة طبيعة التغير الانقلابي فهل ديناميكية نيوتن تمكن أن تنشأ عن الديناميكا النسبية ؟

نجد أن ضرورة تغيير المفاهيم والأسس المتداولة لعبت دورا حاسما في الهزة الانقلابية التي أخذتها نظرية النسبية والتي تعتبر أكبر هزة عرفها تاريخ العلم من بعض التحولات التي حدثت كالانتقال من مركزية الأرض إلى القول بمركزية الشمس، ومن نظرية الفلوجستيك إلى الجسيمات أومن الجسيمات إلى الموجات، فهذا التحول أدى إلى زعزعة المفاهيم والتصورات في النموذج السابق.

فعملية تقصي الحقائق العلمية هي عملية تحولات في النماذج، مثل التحولات التي حدثت في علم البصريات (الفيزياء) من يونغ Young وفرنسيلFrenel إلى بلانك Plank وأينشتين Einstein) يعتبرها

---

1 المرجع نفسه، ص211

2 المصدر نفسه، ص 115

3 L. Landau et E. Lifchitz: Mécanique quantique théorie non relativistes, 2ème. edition mir-moseau. 1967. (Physique théorique, Tome3),P. 25

كون انقلابات علمية، وهذا التحول من نموذج لآخر في طريق الانقلاب هو النموذج التطوّري (Le Paradigme Evolutionnel) المعتاد للعلم الناضج. ومن جهة أخرى ينطلق كل نموذج من أسئلة خاصة، فكيمياء الفلوجستيك(Phlogistique) مثلا كانت تنطلق من أسئلة تتعلق بوزن الفلوجيستيك معتبرة إياه الأسئلة المشروعة والوحيدة، غير أن هذه الأسئلة بدت للافوازييه أسئلة زائفة استبدلها بأسئلة أخرى بدت له الحق بالشرعية. معنى هذا أن كل نموذج يعتمد على معايير خاصة به، فإذا كان نموذج (أرسطو) مثلا ينظر إلى الحركة بوصفها سيرورة ناجمة بالضرورة عن علّة فإن نموذج غاليلي اعتبرها حالة لا تحتاج إلى علّة.

وحتى تقبل نظرية علمية كنموذج يجب أن تبدوا "أفضل" النظريات التي تنافسها، لكن ليس معنى ذلك أنها ملزمة بتفسير جميع الحقائق العلمية التي تواجهها فهي تنطلق من مبدأ مفاده: "أن المعرفة هي دائما تقريبية" (Une Connaissance Approchée).

فإن أي اكتشاف جديد هو في نهاية النموذج السائد أي تحطيمه وإعادة بنائه من جديد فيقول كون: "إن ما كان يبدوا لرجل العلم قبل الانقلاب في صورة بط، أصبح يبدوا له بعدها في صورة أرنب". [1]

فقد أثار كون إشكالية على وجه الخصوص مفادها أن الانقلابات العلمية فعلا أفرزت نماذج جديدة، لكنها ليست بالضرورة أنها أوجدت حلولا للأزمات القائمة، وهنا اللاتطور واللاإكتمال *(Incomplétude) لأن الأزمات هي الأخرى تتطور وتنمو مع الانقلابات، فكل جديد يعمل في ثناياه أزمة أخرى تدعوا إلى قيام نموذج آخر.

فعندما تحدث كون عن مواجهة العلماء لمسالة الشذوذ في العلم (أي الأزمات) تعددت تفسيراتهم واستاءوا كثيرا، وفي تعبيرهم عن هذا الاستياء رجعوا هم الآخرين إلى الفلسفة، فهي دلالة كبرى على الانتقال من البحث العادي إلى البحث الشاذ (الأزمة) بل ذهب أبعد من ذلك عندما أكد أنه على أساس الفلسفة يعتمد تصور العلم العادي أكثر من اعتماده على وجود الانقلاب العلمي. لكن الانقلابات العلمية تنجب معارف جديدة لأنها تغير التقاليد العلمية المألوفة، ويصبح العلماء مرغمين على تغيير نظراتهم مرة أخرى ليتمكن لهم التحقق من الوقائع الجديدة. وعليه ستتغير حتما نتائج بحوثهم ويكتسبون خبرات جديدة

1 T. Kuhm, La révolution des structures scientifiques, p111

* اللااكتمال: نقول مثلا استحالة البت ما إذا كانت قضية في المنطق صحيحة أوخاطئة

لهذه الرؤية من الملامح الكبرى لتقدم العلم، فظهور نموذج جديد يلغي بالضرورة النموذج القديم أي يفرض القول بالانتقال الانقلابي والثوري.* ، والانقلابات العلمية ينظر إليها على أنها "حلقات غير تراكمية من مسلسل التقدم العلمي تتم من خلالها الإطاحة بشكل كلي أو جزئي بالنموذج القائم وإحلال آخر متعارض معه، محله".[1]

وعليه لا يمكن اعتبار تقدم العلم يسير حسب خط يحكمه منطق التراكم بمعنى أن الظواهر الجديدة لا تقوم حينما تظهر إلا بتكريس النظام السائد، والمعارف الجديدة تأتي في تاريخ العلم لتحل محل الجهل.

إن استيعاب معطيات جديدة يتطلب باستمرار التخلي عن النموذج السابق، مما ينجم عن ذلك من صراع بين المدارس المتنافسة بخصوص تفسير تلك المعطيات وغيرها، ويعني هذا أن تطور المعرفة العلمية تطورا تراكميا، يضاف إليه الجديد ليكمله نادرا ما يحدث، فالعلم لا يتطور حسب النموذج الذي يطرحه التصور التراكمي بل ربما يتطور بوثيرة مغايرة.[15]

فالتطور السريع الحاصل بفعل التراكم أحدث صعوبة على مؤرخي العلم لإنجاز الوظائف، فهم "يخطئون" في تصورهم بأن العلم يتطور بفعل تراكم الاكتشافات الفردية والابتكارات الشخصية فالتطور العلمي ليس عملية تراكم.

2/ أهم التورات العلمية:

ثورة كوبرنيك (ثورة في علم الفلك)

قبل الثورة الكوبرنيكية، كان نوعان من علم الفلك، النوع الأول، هو علم الفلك الفيزيائي الأرسطي. والنوع الثاني علم الفلك الرياضي البطليموسي الأول يهتم بالبحث في تصور مبادئ الكون، والثاني يهتم بالبحث في تصور هندسي للكون. وتاريخ علم الفلك كان يتموج بين هذين التصورين. لكن في كلتا الحالتين، كان كل تصور يعتبر الأرض مركز الكون.

وفي القرن الحادي عشر للميلاد، وبسبب التناقضات الموجودة في المنظومة الفلكية لبطليموس، كان لابد من التفكير في هذه التناقضات

---

* الثورة (Révolution): وهي التغير المفاجئ وتحول وتبدل تاريخي، فتوماس كوهن استعار هذا المفهوم ليسقطه على النقلات الذي يحدثه اكتشاف ما، لذلك سنكتفي بترجمة المفهوم ب"انقلاب" بدلا من "ثورة".

1 سالم يقوت: مفهوم التقدم في العلم، ص20

15 المرجع السابق، ص22

خارج التفكير البطليموسي، الذي كان مهيمنا وقتئذ على علم الفلك، وانسجاما مع الاكتشافات الجغرافية الكبرى، ظهر تياران، إحداهما في المغرب والأندلس يمثله خاصة البطروجي في القرن الحادي عشر للميلاد، العائد إلى مبادئ أرسطو الفلكية، والأخر في المشرق، يمثله علماء فليكون حول مرصد مراغة البحث من ورائه دراسة حركات الكواكب بكيفيات هندسية مضبوطة.[16] لكن رغم المحاولتين، بقي علم الفلك عاجزا عن تقديم أجوبة عن الأسئلة التي كانت تطرح في ذلك الوقت فيما يتعلق بدقة، وتوقع الظواهر. وبقي العلمان الأرسطي والبطليموسي، عائقين أمام كل تقدم في علم الفلك، في الوقت الذي كثرت فيه الرحلات، والاكتشافات، مما يفرض تحسين الخرائط وتقنيات الملاحظات الفلكية التي تتطلب معرفة علمية بالكوسموس. فأمام الأزمة التي ظهرت في علم الفك، وأمام عجز فرضية مركزية الأرض، جاء كوبرنيك بفرضية جديدة تقول بأن الأرض تدور، وأن الشمس هي مركز الكون. وهي فرضية لها جذور في الفكر الفيتاغوري في علم الفلك. وانعكس هذا الفرض العلمي على الفكر العلمي، والفلسفي والديني والاجتماعي. وتخلص علم الفلك مع كوبرنيك من العائق الابستمولوجي الذي كان يعتبر الأرض هي المركز ويعتبر إصلاح المنظومة الفلكية من طرف كوبرنيك من أهم الثورات العلمية على الإطلاق بجانب الثورات العلمية على الإطلاق بجانب الثورات العلمية التي سنشير إليها لاحقا في هذا البحث.

لقد أحدثت هذه الثورة انقلابا في القيم التي كانت سائدة بجميع صورها، فظهرت قيم ابستيمولوجية جديدة سواء في الرياضيات كما هو الشأن في علم المثلثات، أو في العلوم الاختبارية والتقنيات الملازمة لها. فالثورة الكوبرنيكية هي أول ثورة سجلها التاريخ في العلم الحديث، وأول ثورة عبرت عن قطيعة ابستيمولوجية مع الفكر العلمي السابق له. كما كان لها انعكاس على الفكر وعلى الدين والمجتمع.

ب- ثورة جاليليو / جاليليو: (1564، 1642م)

لقد ناصر جاليليو نظرية كوبرنيك التي زعزعت العالم، بل تبناها تجريبيا (أثبتت تجريبيا نظرية كوبرنيك القائلة بمركزية الشمس

16 تاتون (رنيه): تاريخ العلوم العام (القرن التاسع عشر، القرن العشرين)، المجلد الثالث والرابع. الطبعة الأولى. ترجمة: علي مقلد. المجلد الثالث- الرابع. المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع. بيروت- لبنان. (1990 م)، ص:792

ودوران الأرض) وبجانب هذه المناصرة تبنى منهجا علميا جديدا في البحث العلمي، المنهج الذي سيسمى آنذاك بالمنهج التجريبي (المنهج الاستقرائي).

كانت نظريته للكون نظرية مادية، فأكد مادية الأجرام السماوية التي كان العلم القديم يعتبرها كائنات لامادية (أثرية)، فقضى بذلك على التصور القديم الذي كان يقسم العالم إلى عالمين: عالم علوي سماوي غير مادي، خالد، وأزلي، وعالم سفلي، عالم الكون والفساد، عالم مادي. كما أدرك جاليليو أهمية الرياضيات وتطبيقاتها على الطبيعة، وجعلها هي المفتاح الذي يحل به ألغاز الطبيعة، يقول: "نجد على غلاف مجموعة كتبي العبارات التالية: سيدرك القارئ بواسطة عدد لا يحصى من الأمثلة أهمية الرياضيات وفائدتها في الوصول إلى أحكام في العلوم الطبيعية، وسيدرك أيضا أن الفلسفة الصحيحة (العلم الطبيعي) مستحيلة بدون الاسترشاد بالهندسة. " ويقول كذلك: "إن كتاب الفلسفة (الطبيعة) هو ذلك الكتاب المفتوح دوما أمام أعيننا، ولكن بما أنه مكتوب بحروف غير حروفنا الهجائية، فلا يمكن أن يقرأه كل الناس، إن الحروف التي كتب بها هذا الكتاب ليست شيئا آخر غير المثلثات والمربعات، والدوائر، والكرات، والمخاريط وغير ذلك من الأشكال الهندسية التي يمكن قراءتها. "لقد جاليليو بعمق أهمية الرياضيات في ضبط قوانين الطبيعة والكشف عن العلاقات، والارتباط بين الظواهر الطبيعية، الشيء الذي كان مهملا من قبل، كما أنه ترك جانبا البحث عن الأسباب والمسببات، والمبادئ الميتافيزيقية التي استحوذت على الفكر القديم. وبذلك أحدث جاليليو قطيعة إبستيمولوجية مع الفكر القديم إلى حد لا عودة.

فنتابع بعض خطوات جاليليو الفكرية في دراسة ظاهرة سقوط الأجسامكما هو معروف، أن لسقوط الأجسام تفسيرين متعارضين: تفسير ميتافيزيقي وتفسير علمي، فبالنسبة للتفسير الأول، رد أفلاطون سقوط الأجسام على الأرض إلى سبب انجذابها بعضها إلى بعض، لأن بطبيعتها (الأجسام) قوة خفية كامنة فيها ترجع إلى نوع من التعاطف، كميل الناس إلى بعضها البعض وكميل الذكر غلى الأنثى، وهو نفس الشيء قال به أرسطو. أما التفسير الثاني: أي تفسير جاليليـــو، فهو ينهج فيه منهجا علميا: يركز اهتمامه على الظاهرة كما هي في الطبيعة باحثا فيها وحدها، ودراسة العلاقات القائمة بين أجزائها، وبين

الظواهر الأخرى معتمدا التجربة والاختبار مما أوصله إلى صياغة قانون حول سقوط الأجسام كما يلي:[17]

تسقط الأجسام في الفراغ (الوسط الخالي من كل مقاومة) بنفس السرعة مهما كان وزنها وطبيعتها.

المسافة التي يقطعها الجسم الساقط متناسبة مع مربع الزمن الذي سيستغرقه في السقوط

كما أنه لاحظ أن الأجسام لا تسقط بنفس السرعة في وسط به مقاومة بل تتفاوت سرعتها وباختلاف أوزانها، فالجسم الثقيل يسقط قبل الجسم الخفيف. فمن التفسير الميتافيزيقي القديم، إلى التفسير العلمي القائم على الملاحظة، والتجربة والتكميم، تلك أهم سمات علم الفيزياء مع جاليليـــو، وكذلك مع نيوتن الذي ننتقل إليه مباشرة.

ج - اسحاق نيوتن:

لقد وصل العلم الحديث (العلوم الكلاسيكية) الى ما وصل اليه مع اهم شخصيه عرفها تاريخ العلوم الى حدود القرن الثامن عشر. فهو ليس الدي هدب العلوم التجريبية فقط، بل هو الدي طورها حتى اصبح علم الميكانيكا يعرف باسمه (ميكانيكا نيوتن).

لقد استنتج نيوتن أن ظاهرة سقوط الأجسام مظهر من مظاهر الجاذبية، وحاول أن يصوغ هده الفكرة على شكل قانون. إلى أن محاولته تعثرت لأول مرة، لان رياضيات عصره لا تساعده على تحقيق غرضه. إذ لا بد من حساب التفاصيل، وحساب التكامل. ولم تحل مسألة الجاذبية بطريقة رياضية، إلى في سنة 1683م، وهي نفس السنة التي عكف فيها نيوتن على دراسة مؤلفات ديكارت العلمية، وأبحاث كيبلر، وجاليليو، وهويغنز، خرج منها بخلاصة ضمها إلى كتابة "المبادئ الرياضية للفلسفة " سنة 1684م، يتألف الكتاب من ثلاثة أجزاء:

الجزء الأول والثاني عرض فيهما علم الميكانيكا على شكل نظام فرضي استنتاجي جمع فيه أبحاث العلماء الدين سبقوه بجانب أبحاثه الشخصية، وصاغ نتائج هذه الأبحاث صياغة أكسيومية عقلية. فكانت ميكانيكاه مبنية على مبادئ عقلية، ومنهج فرضي. ومن بين هده المبادئ:[18]

---

17 تاتون (رنيه): تاريخ العلوم لعام (القرن التاسع عشر، القرن العشرين)، ص. 252

18 بشته (عبد القادر): الابستمولوجيا (مثال فلسفة الفيزياء النيوتونية). الطبعة الأولى. دار الطليعة للطباعة والنشر، بيروت. (1955م)، ص:50

سيبقى الجسم ساكنا او سيستمر في حركته على خط مستقيم وبسرعة ثابتة ما لم يكن خاضعا لتأثير قوة خارجية.

إذا تغيرت حركة جسم ما، فان هدا التغيير يكون متناسبا تناسبا طرديا مع القوة

-كل فعل يقابله رد فعل مساو له، ومتجه في عكس اتجاه الفعل.

فالقانون الأول هو قانون العطالة والثاني هو قانون يربط بين قوة الجسم وكتلته وتسارعه يعبر عنها بـF=m. a حيث F القوة وm الكتلة وaالتسارع.[19]

وعلى ضوء هذين القانونين والقوانين التي قال بها كيبلر. صاغ نيوتن قانون الجاذبية الكوني وهو :" الجسمان ينجذبان أحدهما إلى الآخر انجذابا متناسبا طردا مع كتلتيهما وعكسيا مع مربع المسافة الفاصلة بين مركز جدب احدهما ومركز جذب الآخر".

أما الجزء الثالث من كتابه فقد عرض فيه نظريته حول "نظام الكون" وهو نظام طبق فيه القوانين التي وصل إليها في الجزأين السابقين، وعلى مجموعة من المشاكل التي كانت تناقشها فلسفة الطبيعة واضعا حدا نهائيا للتفسيرات الميتافيزيقية، والافتراضات التي لا أساس لها علميا.

ومن أهم المبادئ التي قامت عليها ميكانيكا نيوتن، مفهوم الجاذبية، ومفهوم الزمان المطلق، والمكان المطلق، والحركة المطلقة وفرضية الأثير.

لقد تصور الكوسموس يصبح في فضاء عبارة عن بحر من الأثير، واعتبر المكان مطلقا وللجسم حركة مطلقة في هذا المكان، الشيء الذي يؤدي إلى القول بزمان مطلق. وهذه المفاهيم بل هذه الميكانيكا النيوتونية هي التي بنى عليها كانط فلسفة المؤسسة على مبدأ الحتمية واليقين والعلية والمطلق.

3/ ابستمولوجيا العلم الحديث:

أولا ماذا نقصد بمصطلح "الابستمولوجيا"؟ فبدون العودة إلى أصل الكلمة اليونانية، وإلى لالاند في معجمه الذي يعتبر الابستمولوجيا هي فلسفة العلوم وإلى بلانشي الذي يميز بينهما. فإننا نقول باختصار، هي تلك الدراسات النقدية لمختلف مبادئ العلوم: نموها، ونتائجها،

---

19 يفوت (سالم): كيف يؤرخ للعلم. (سلسلة ندوات ومناظرات). الطبعة الأولى. منشورات كلية الآداب. الرباط. (1996م)، ص:59

وفروضها. ... وهي ذلك الخطاب الدائم والمستمر بين العلوم والفلسفة بعد أن استقل العلم عن الفلسفة بعد ديكارت. ذلك الخطاب الذي يدور حول أسس العلم، وأزماته، وقطائعه (ثوراته)، والقيم الابستمولوجية التي تفرزها تلك العلوم وعلاقتها بالفكر. والابستمولوجيا كخطاب لها علاقة بالميتودولوجيا (المناهج العلمية)، وتاريخ العلوم. تلك هي أهم سمات الابستمولوجيا.

فماذا يميز ابستمولوجيا العلم الحديث الذي أسسه كوبرنيك، وكيبلر، وجاليليو، ونيوتن، ولافوزييه، وغيرهم من علماء العصر الحديث؟

إذا تفحصنا العلوم التي ظهرت في هذه المرحلة فإننا سنتوقف عند مبادئ أساسية بنيت عليها هذه العلوم أهمها:

مبدأ التكميم: كان لابد من الرياضيات لصياغة القوانين في شكل معادلات رياضية، هذا على مستوى الجبر، أما على مستوى الهندسة، فإن العلماء لم يخرجوا عن الهندسة الإقليدية.

مبدأ الحتميـــة: وهو ليس مصطلح الجبرية الذي هو مبدأ متعال ولا علاقة له بالعلم فالحتمية مفهوم ظهر في القرن السادس عشر (عند المنظرين)، وهي صفة تطلق على الشيء الذي يتميز بأنه واجب الحدوث أو ممتنع الحدوث، يحدث أو لا يحدث طبقا لشروط معنية. والحتمية ملازمـــة للعليا والسببية واليقين.

مبدأ المطلقيـــة: بني العلم الحديث بجانب المفاهيم السالفة الذكر على المكان المطلق، والزمان المطلق، والحركة المطلقة.

مبدأ الأثيـــر: وهي مادة مفترضة يسبح فيها الكون، افترضها أرسطو بجانب العناصر الأربعة (الماء والهواء والنار والتراب).

مفهـــوم الكتلة وثباتها، ومبدأ قانون حفظ الطاقة، ومبدأ بقاء المادة، ومبدأ التسارع.

بالنسبة لمبدأ حفظ الطاقة يعني أنه مهما يكن(ط) فإن مقداره الكلي يبقى دائما كما هو. لقد سبق أن توصل جول Joule(1818، 1889م) إلى "أن الطاقة تتحول ولا تنفى ولا تتعدم".

وبالنسبة لمفهوم الكتلة، فحسب قوانين نيوتن، فالكتلة التي تقاس بها العنصر الذاتي، ومقدار الجذب ثابتة لا تتغير. أما بالنسبة لمبدأ بقاء المادة، فهو يعني به أن المادة تبقى ثابتة في الكون، فلا تنفى ولا تتلاشى، وبمعنى آخر أن كمية الطاقة داخل نظام ما ثابتة ومحفوظة.

وحتى إذا فقدت في شكل من الأشكال، عادت إلى الظهور في شكل حرارة. مما يعني أن مبدأ بقاء الطاقة يكون أول مبادئ علم الديناميكا الحرارية الذي يدرس الظواهر الحرارية، وبالتالي فإن بقاء الطاقة (المادة) محفوظة، أي أن الكون يبقى على حاله إلى الأبد كما تصورته الابستمولوجيا الكلاسيكية.

المنهاج: كان المنهاج الاستقرائي الذي ستر له فرانسيس بيكون هو السائد. وهو منهج يبدأ بالملاحظة بدل الفرض، ويقابله المنهج الاستنباطي. فالمنهج الأول ينطلق من جزئيات إلى كليات، أما الثاني فهو يهبط من كليات إلى جزئيات.[20]

ومنهج الاستقراء (المنهج التجريبي) يأخذ عدة صور، منها الاستقراء التام، والاستقراء الناقص. فالاستقراء التام تكون فيه عناصر المجموعة المدروسة محدودة ومنتهية يسهل على الباحث أن يدرسها جميعا. أما الاستقراء الناقص فتكون فيه عناصر البحث غير محدودة، يدرس فيه الباحث عينة فقط ويقفز إلى التعميم، وفي هذه الحالة يكون الباحث قد درس عينات لا غير، وبالتالي يكون الاستقراء ناقصا. والنتيجة التي قد يصل إليها هي نتيجة ظنية، مبنية على الاحتمالات.

ففي العلم الحديث، كانت الانطلاقات دائما في المنهج الاستقرائي تبدأ بالملاحظة العلمية، ثم التجريب، ثم القانون مع التعميم، ثم التجربة من جديد للتأكيد صحة المقدمات، والمبادئ التي انطلق منها الباحث.

لقد كان لكل مفهوم هذه المفاهيم (مبدأ) دوره وموقعه في نماء وبناء العلم الحديث، ولكن أهمهم جميعا هو مبدأ الحتميـــة الذي نعتبره مفهوما محوريا في كل بناء علمي في تلك المرحلة. فهو يعطي للعلم شموليته وصرامته ودقته. إذ أصبح بمثابة لحمة العلم وسداها. فتعريف مبدأ الحتمية العلمية يفيد عمومية القوانين الطبيعية وثبوتها وأطرادها.

فنظام الكون ثابت وشامل ومطرد، وكل ظاهرة من ظواهره مقيدة بشروط تلزم حدوثها اضطراريا. وليس هاوية من الفوضى والعماء (Chaos). فليس للطبيعة جواز وإمكان طفرة أو معجزة، ولا طوارئ. بل كل ما فيها ضروري، ولما كانت الضرورة تعني استحالت التقيد، كانت الحتمية العلمية تعني أن كل ما يحدث لابد أن يحدث ويستحيل

1995حمادي (بن جاء بالله):تحولات العلم الفيزيائي ومولد العصر الحديث، الدار التونسية للنشر، الطبعةالاصلية، تونس، 20

أن يحدث سواه. فالحتمية هي ضرورة في الطبيعة تعتمد الشروط المادية. وتعني إما وإما والثالث المرفوع ممتنع.

السؤال: هل صمدت هذه المبادئ، والأسس التي نشأت عليها الابستمولوجيا الكلاسيكية أمام التحولات التي طرأت في الفيزياء المعاصرة؟ أم أنها بدأت تنهار أمام المستجدات مع ماكس بلانك، وريمـــان، وأينشتين مع مطلع القرن العشرين؟

الخاتمة:

لقد ظهرت مع الثورة في علم الهندسة قيم أبستمولوجية جديدة كالمكان المحدب والمكان المقعر وأن مستقيمين متوازيين غير موجودين إلا في مخيلة الأقليدين. وأن موضوع قياسات زوايا مثلث يمكن أن تكون أكبر أو أصغر من قائمتين... تلك هي بعض القيم الجديدة التي أفرزتها ثورة ريمان ولوباتشوفسكي.

فكيف تقبل العقل العلمي، والفلسفي والمثقف والإنسان العادي هذه القيمة الابستمولوجية؟

إن ابستمولوجيا الفيزياء المعاصرة أي نظرية المعرفة العلمية للفيزياء المعاصرة كانت مشتتة في الفترات السابقة التي تناولنا فيها ثورة ماكس بلانك وثورة أينشتين، يبقى فقط أن نضع النقاط على الحروف.

فلا علوم القريبة للفيزياء هي الكيمياء، ثم علم الأحياء، وهي كلها تدخل في إطار العلوم الطبيعية. وبحكم تقاربها فهي تحكمها نفس الأسس كالمنهج الاستقرائي الذي يبدأ بالملاحظة في العلوم الفيزيائية الكلاسيكية، بجانب مبدأ الحتمية والعلية. لكن مع الثورة في الفيزياء الكلاسيكية، بجانب مبدأ الحتمية والعلية. لكن مع الثورة في الفيزياء المعاصرة، ظهرت أسس جديدة، بل قيم ابستمولوجية جديدة أفرزتها تلك الثورات. من أهم هذه القيم مبدأ اللاحتمية، علم الإحصاء وعلم الاحتمال ومبدأ اللاتعين واندماج مفهوم الزمان في مفهوم المكان في مقولة واحدة: الزماك، وثبات سرعة الضوء وظهور المنهج الفرضي الإنتاجي بدل المنهج الاستقرائي التقليدي، وطرد فرضية الأثير إلى حد لا عودة. تلك هي أهم القيم الابستمولوجية التي أثارت انتباهنا بجانب القيم الابستمولوجية التي ظهرت في الهندسة اللاأقليدية.