مجلة آفاق علمية ISSN: 1112-9336
المجلد: 16 العدد: 01 السنة 2024 ص 158 - 178

تاريخ الإرسال: 2023/06/15 تاريخ القبول: 2024/04/10
تاريخ النشر: 2024/05/16

أزمة الفيزياء المعاصرة – من النظام إلى الفوضى –

Modern physics crisis - from order to chaos -

رابح رزيق[1]،
جامعة وهران 2 (الجزائر)، rabahrezig6@gmail.com

الملخص:

يهدف هذا البحث الى محاولة الوقوف على معالم أزمة الفيزياء المعاصرة في انتقالها من مقولات النظام والآلية الى مقولات الفوضى والشواش، على أن نتائج تلك التحولات الكبيرة التي حدثت مع مطلع القرن العشرين، لم تكن متعلقة فقط بعلم الفيزياء، بل أيضا بعلوم الانسان والمجتمع، وبسياق التحولات السياسية والاجتماعية والاقتصادية.

الكلمات المفتاحية: أزمة الفيزياء، النظام، الفوضى، نيوتن، أنشتاين، ميكانيا الكم.

Abstract:

This research aims to try to identify the features of the contemporary physics crisis in its transition from the categories of order and mechanism to the chaos, that the results of those major transformations that occurred, with the beginning of the twentieth century, were not only related to the science of physics, but also to the human sciences and society, and in the Political context, social and economic transformations.

Keywords: Physics Crisis, System, Chaos, Newton, Einstein, Quantum Mechanics.

[1]– المؤلف المرسل: رابح رزيق، الإيميل: RABAHREZIG6@GMAIL.COM

1. مقدمة:

تتضمن في السابق كانت أحلام البشرية بشأن المستقبل منفتحة ومشرقة فقد منح علم الرياضيات وفيزياء نيوتن ـ في العصر الحديث ـ الانسان شعورا بقدرته على فهم الطبيعة وقوانينها والسيطرة عليها والتنبؤ بمستقبلها ومستقبل البشرية، حتى أن علوم الانسان والمجتمع في السياسة والاقتصاد وعلم النفس والاجتماع وغيرها، كانت تسير جنبا الى جنب مع الفتوحات المعرفية في مجال الفيزياء والعلوم التجريبية وكان كل شيء يوحي بأننا نسير الى مزيد من السيطرة والتحكم على كل شيء، مما يعني وجود مستقبل مشرق.

لكن تلك الضمانات بدأت بالتلاشي شيئا فشيئا ولم تعد العلوم قادرة على اعطاء مزيد من الوعود بالسيطرة والتحكم في الطبيعة، على اعتبار أن البشرية فتحت عينيها، مع مطلع القرن العشرين، على تحولات مذهلة في كثير من المجلات، ففي علم الفيزياء أحدثت نظريتا النسبية وميكانيكا الكم ثورة هائلة، كانت لها تداعياتها الخطيرة على وعي الانسان، وهنا وقفت البشرية حائرة أمام تداعي مقولات الحداثة الغربية، بسبب فوضى الحروب والحركات الاستعمارية والأزمات الاقتصادية وارتفاع معدلات الفقر والبطالة، ومشاكل المناخ وغير ذلك، باختصار لم يعد العلم الحديث قادرا على الحفاظ على تلك الضمانات الجميلة، وأصبح الآن ثمة وعي متزايد حول حقيقة أن العالم الذي نعيش فيه غير متوقع وفوضوي أيضا.

في هذا السياق تُثار جملة من التساؤلات بخصوص معنى النظام والفوضى في الفيزياء؟ وما هي المقولات الفلسفية والعلمية التي يتأسس عليها هذين المعنيين قديما وحديثا؟ وهل أن مفهوم الفوضى وُجد في الفيزياء الكلاسيكية التي أسس دعائمها غاليلي غاليليو واسحاق نيوتن أم أنه وليد الفيزياء المعاصرة؟ ثم ما الذي

أدى الى ظهور مفاهيم الفوضى واللانظام في الفيزياء المعاصرة بكل هذا الزخم؟ وكيف تعاملت هذه الفيزياء مع تلك المفاهيم؟ وما مظاهر هذه التغيرات؟ وهل حقا انتهت الفيزياء الكلاسيكية وقوانينها؟، ولعل التساؤل الأبرز في هذا الصدد هو: هل الفيزياء حقا في أزمة؟

إننا نفترض أن الاجابة على هذه التساؤلات تكون عن طريق استعراض واقع الفيزياء المعاصرة، ومن خلال ذلك يمكن الجزم اذا ما كانت هنالك ازمة ام لا، وقبل ذلك علينا أن ننظر في واقع الفيزياء الكلاسيكية أيضا باعتبارها الأساس الذي بنيت عليه فيزياء اليوم، على أن هذا الاستعراض لا بد وأن يرافقه التحليل النقدي للبنى التي تقوم عليها الفيزياء قديما وحديثا، من أجل الوصل الى نتائج موثوقة.

2. هل العلم في أزمة؟

ثمة الكثير من التغييرات التي طرأت على فهمنا للعلوم، وخاصة تلك التي حدثت في مجال الفيزياء مع مطلع القرن العشرين، حتى صرنا نستخدم مفهوم "الفيزياء الكلاسيكية" ومفهوم "الفيزياء المعاصرة"، ما يوحي بوجود اختلافات بين هاذين المفهومين، ولكن هل يعني ذلك أن الفيزياء المعاصرة هي جنس مختلف تماما عن الفيزياء الكلاسيكية؟ وأن ما طرحه العلم من نظريات جديدة وتصورات مختلفة يعني أن العلم يعيش أزمة معرفية؟

في الحقيقة ثمة آراء مختلفة بهذا الشأن، وإن كان لا يختلف أحد على أهمية الأحداث "الثورية" التي وقعت في مجال العلم بدءا من القرن الثامن عشر والتاسع عشر، وخاصة مع مطلع القرن العشرين، بظهور نظرية النسبية، ونظرية ميكانيكا الكم، فإن الاختلاف قائم حول طبيعة هذه التطورات وهل أن العلم يعيش أزمة بمعنى الأزمة، ومن خلال اجراء مقارنة سريعة سنجد أن "القرن التاسع عشر كان

قرن العقل واليقين أما القرن العشرون فهو قرن الشك والاحتمال، وكان القرن التاسع عشر قرن الايمان بالنظريات والمذاهب، بل وواحدية النظرية او المذهب، اما القرن العشرون فهو قرن التمرد والثورة التعددية، وكان القرن التاسع عشر قرن الثقة في الاستقرار وانتصار الانسان أما القرن العشرون فهو قرن الأزمات والصدمات"[1].

وأمام هذه التطورات الحاسمة يذهب بعضهم الى توصيف ما جرى بقوله إنها أزمة حقيقية في مجال العلم، فبالنسبة لشوقي جلال مترجم كتاب بنية الثورات العلمية لتوماس كون، يكون القرن العشرين قد "أهل بأزمة عصفت بكل دعائم الثقة، وبكل أركان اليقين، وبكل مبررات استقلال الذات أو الموضوع، وثار العقل على نفسه في سياق من الأحداث الاجتماعية المأساوية وبقوة دفع التطورات والانجازات العلمية الطبيعية منها والانسانية، وتغيرت مقومات الفكر بل وأسس الثقافة ذاتها، وفي ضوء الثورة الكاسحة التي شملت الفيزياء الكلاسيكية وامتدت الى علوم طبيعية اخرى وانعكست على الفكر الفلسفي والعلوم الاجتماعية، بات مشروعا ان يتساءل عالم مثل هايزنبرغ: ما محتوى الحقيقة أو الصدق للفيزياء الكلاسيكية أو الحديثة؟"[2].

وفي مقابل هذا يرى بعضهم أن الأحداث التي وقعت كانت مجرد تصحيح للمفاهيم والتصورات التي ورثناها عن العلم الحديث، وبالتالي يقلل هؤلاء من وقع التحولات التي وصفها بعضهم بكونها "أزمة"، يقول ماهر عبد القادر محمد علي في هذا الصدد: "والواقع أنه رغم وجود بعض الاختلافات الجوهرية بين الفيزياء الكلاسيكية والفيزياء المعاصرة، إلا ان هذه الاختلافات لا تعدو أكثر من مجرد الدقة في التفسير، لا بمعنى أن الفيزياء المعاصرة بنظرياتها ومفاهيمها ترفض الفيزياء الكلاسيكية تماما، إن كل ما حدث إنما هو تصحيح للمفاهيم والتصورات

وفقا للتحليلات العلمية التي توصل اليها العلماء من خلال الابحاث النظرية ونتائج التجارب العلمية"[3].

بمعنى أن البشرية مع مطلع القرن العشرين أصبحت لها تفسيرات وتصورات جديدة للظواهر الفيزيائية، بناءً على المستجدات التي أفرزتها العلوم، والفيزياء على وجه التحديد، خلال القرنين الثامن عشر والتاسع عشر، وبذلك يمكن القول بجملة واحدة، من وجهة نظر هؤلاء، أن التحولات الجديدة في الفيزياء لا تعبر عن أزمة بقدر ما هي تحول طبيعي لعلم الفيزياء، على اعتبار أن العلم مسيرة مفتوحة على الممكن دائما، وليست قلبا واحدا وجامدا.

من هنا يمكننا القول إن ثورة الفيزياء في القرن العشرين، وخاصة تلك وقعت بين عامي 1900 و1930 ما تزال بعد لم تكشف عن كل نتائجها بفعل التطورات التي هي حاصلة الى غاية اليوم، وبفعل أن هذه الثورة تظل في وعي معظم الناس ـ حتى بالنسبة للفيزيائيين ورجال العلم أنفسهم ـ غير مفهومة إذا اعتبرنا أنه الى اليوم ما يزال الجدل قائما حول هذه الثورة العلمية التي حدثت بالفعل، وفي ذلك يقول بول ديفيز: "من اللافت أن أعظم ثورة في تاريخ العلم مازالت مجهولة لدى معظم الناس لا لأنها ذات مضامين تافهة، بل لأن هذه المضامين بدت مذهلة لدرجة لا تكاد تصدق، حتى لرجال العلم الثوريين أنفسهم، لقد حدثت هذه الثورة التي نحن بصددها بين عامي 1900 و1930 ورغم مرور أكثر من خمسين عاما على اندلاعها فإن الجدل ما يزال محتدما حول كنه الشيء الذي تم اكتشافه"[4].

وبجملة واحدة يمكننا القول إن ثورة الفيزياء المعاصرة ما تزال لم تعرب عن كل أسرارها ونتائجها، وقبل أن نتحدث عن طبيعة تلك التحولات التي أحدثتها الفيزياء المعاصرة، من الجيد أن نعرج على طبيعة الفيزياء الكلاسيكية، كيف تم

التأسيس لها، وما هي النتائج التي ترتبت عنها، والتي كانت بدورها ارهاصات أولى لانتقال الفيزياء من النظام الى الفوضى.

3. الارهاصات الأولى لمفهوم النظام في الفيزياء الكلاسيكية

يعد علم الفيزياء أحد أهم فروع العلوم الطبيعية الذي وجد في تاريخ الفكر البشري قديما وحديثا، ففي كتاب الطبيعة لأرسطو حاول هذا الأخير وضع مبادئ عامة تتحكم في الظواهر الطبيعية وحركة الأجسام، سواء كانت حية أو غير حية، واستمرت جهود العلماء بعد أرسطو في تطوير علم الفيزياء من غاليليو الى نيوتن وصولا الى أنشتاين.

وعلى العموم فإنه يمكن تقسيم هذا العلم تاريخيا الى حقبتين أساسيتين: الأولى تطلق على الفيزياء الكلاسيكية التي دامت الى غاية نهاية القرن التاسع عشر، والتي أسس دعائمها اسحاق نيوتن (1642 ـ 1727)، والثانية تطلق على الفيزياء المعاصرة والتي دشنتها نظرية النسبية مع ألبيرت أنشتاين (1879 ـ 1955)، ولاختبار معنى الفيزياء من جهة الدلالة الاصطلاحية يمكن القول إن الفيزياء "كالكيمياء لفظ معرب، ويطلق على العلم الذي يبحث في ظواهر الطبيعة المادية كالحركة والثقل والضغط والحرارة والضوء والصوت والكهرباء، والبحث في هذه الظواهر مستقل عن موضوع تركيب الأجسام، لأن تركيب الأجسام والتبادلات التي تطرأ عليها لا تبحث الا في علم الكيمياء، ولكن المحدثون يطلقون على الفيزياء والكيمياء اسماً واحداً وهو العلوم الفيزيائية، وهي مقابلة للعلوم الطبيعية أو البيولوجية التي تبحث في الكائنات الحية"[5].

إن نظرة الانسان الى الكون قبل عصر العلم الحديث كانت تعتمد على تصورين متقابلين: تصور آلي وضع دعائمه ديموقريطس وتصور غائي تميز به أرسطو وظل حاضرا بقوة طوال فترة القرون الوسطى، "ولعل التصور الأول كان

مفيدا جدا لتطور الفيزياء التي يعود ظهورها الى القرن الخامس قبل الميلاد، على لسان ديمقريطس عندما قال: "لا شيء يحدث عرضا بل لكل شيء علة وحتمية، واستمرت هذه المقولة التي تعني جبرية كل ظاهرة طبيعية زمنية كركيزة للفيزياء الكلاسيكية الى أن جاءت لتطعن في صحتها علاقات التشكيك التي قدمها هايزنبرغ"[6]

وفي الحقيقة فإنه قبل عصر نيوتن لم يكن هناك تفسير علمي لحركة الأجسام على الأرض أو للأجرام في السماء، فقد كان الكثيرون يظنون أن مصائر البشر معلقة بأيدي الأرواح والشياطين، وفي وقتها انتشر السحر والشعوذة والخرافات، ولم يكن للعلم الذي نعرفه اليوم أي وجود، وقد "جاء في كتابات الاغريق وعلماء اللاهوت المسيحيين أن الأجسام تتحرك بدافع من مشاعر ورغبات تشبه مشاعر ورغبات البشر، وكان أتباع أرسطو يرون أن الاجسام المتحركة لا بد لها في النهاية من أن تُبطئ سرعتها ثم تتوقف لأن "الارهاق" يتملكها، وأن الأجسام تهوي الى أسفل لأنها "تشتاق" للتوحد مع الأرض"[7]، بمعنى أن أرسطو وأتباعه كانوا يرون أن الحالة الطبيعة لأي جسم هي السكون، فإذا وُضع أي جسم في حالة حركة فإنه يصل الى السكون طبيعياً، وقد ظلت هذه الفكرة بمثابة قاعدة أساسية للطبيعة الى زمن غاليلي غاليليو (1564 ـ 1642).

ومع مجيء عصر النهضة في أوربا شكل العلم أحد الأسس والمقومات التي بُنيّ عليها هذا العصر، وكان غاليليو من أبرز العلماء الذين كان لهم أثر بالغ في دفع وتيرة العلم بمعناه الحديث، فقد "أصر غاليليو على أن الطبيعة يمكن فهمها من خلال التجارب المحكمة الدقيقة، وفي بدايات القرن السابع عشر طور غاليليو مفهوم القصور الذاتي وأعطى أول وصف صحيح لتسارع الأجسام الساقطة بالقرب من سطح الأرض، وقد تناقضت نتائجه في كلا هذين الاكتشافين مع أفكار

أرسطو والتي كان معاصرو غاليليو يؤمنون بصحتها إيماناً مطلقاً"[8]، ففي الوقت الذي رأى فيه أرسطو وأتباعه أن الحالة الطبيعية للأجسام هي السكون، بحيث إذا وُضع أي جسم في حالة حركة فإنه يصل الى السكون طبيعياً، فإن غاليليو أكد بما لا يدع مجالا للشك أن أي جسم متحرك إذا وصل الى حالة سكون فإن ذلك يحدث دائما بسبب وجود "قوة" ما، كالاحتكاك الذي يعيق الحركة ويوقف الجسم في نهاية الأمر.

وبذلك يمكن القول إن غاليليو يكون قد دشن عصراً جديدا وأحدث قطيعة معرفية مع التفكير القديم حول المسائل الفيزيائية، بأن جردها من الشوائب الميتافيزيقية التي كانت عالقة بها وانتقل بها الى المعرفة العلمية القائمة على التجربة والملاحظة والصيغ الرياضية، ففي الفيزياء التي قدمها غاليليو "كل شيء في الكون يتصرف حسب قوانين صارمة، وهذه القوانين قابلة للصياغة الرياضية"[9]، فغاليلي يكون أول من بنى الفيزياء على أسس تجريبية، لا على أسس تخمينية فكان متشبثا بهذا المبدأ: "إذا أردت ان تعرف أي شيء عن الطبيعة فلتثق بالتجربة وما تأتي به ولا تلتفت الى الكتب القديمة التي أكل عليها الدهر وشرب"[10]، وبذلك تشكلت الارهاصات الأولى لمفهوم النظام في الفيزياء الكلاسيكية، والتي عزز أركانها فيما بعد اسحاق نيوتن.

3. 1. التأسيس الجديد لعلم الفيزياء الحديث

قبل مجيء نيوتن كان التفكير البشري في الطبيعة يعتمد وضع الفرضيات العلمية كي يجعلها فيما بعد أساسا لعمليات الرصد، وقد كان اعتماد ذلك استنادا الى قيمة الفرضيات العلمية من ناحية رياضية ومنطقية أكثر من أخذه للمعطيات الطبيعية بعين الاعتبار، أما مذهب نيوتن فقد كان يتضمن عنصرا جديدا وحاسما بفعل أنه لم يكن يعطي مسألة الفرضيات قيمة مثلما كانت من قبل، وعلى اعتبار

أن "أولئك الذين يؤسسون أفكارهم على فرضيات لا يمكن أن يبنوا سوى حكايات قد تكون جميلة وممتعة لكنها مجرد حكايات، حتى ولو سلكوا فيما بعد سلوك الرصد الدقيق لقوانين الميكانيك"[11].

خلافا لأولئك، كان نيوتن ينتمي الى صنف العلماء الذين لا يعترفون في فلسفتهم الطبيعية إلا بالأسس التجريبية وانطلاقا من أسباب ذات وجود حقيقي للوصول بوثاقة الى معرفة القوانين التي تحكم الكون والطبيعة، ولذلك يمكن القول إن نيوتن "بنى فيزياء خالية من الاعتباط ومن المعجزات، فيزياء تكتفي بذاتها وتستند على ذاتها"[12].

كان نيوتن بهذا الاعتبار أول من وضع منظومة متكاملة للعلوم الطبيعية الحديثة، ويبدو أن أكبر صعوبة واجهتها الفيزياء في نظر نيوتن كانت ايجاد القوى التي تستخدمها الطبيعة من خلال رصد ظواهر الحركة التي نعرفها ومن ثم البرهان على الظواهر الأخرى بواسطة هذه القوى، وبالرغم من أن اسحاق نيوتن اعترف مراراً بأنه مدين لغاليليو فيما يخص الكثير من الأفكار الفيزيائية، الا أن الفضل الاول في وضع الاساس الرياضي الحقيقي للقانون الفيزيائي يعود الى نيوتن، "فقوانين الحركة التي وضعها نيوتن هي صيغ رياضية في غاية البساطة، ومع ذلك فهي تمثل قدرا عظيما من العمومية وتنطبق على جميع الحالات الخاصة بالأجسام المتحركة ما عدا حالة الحركة بسرعة كبيرة جدا التي تخضع لمعادلات قام انشتاين باستنتاجها من معادلات نيوتن"[13].

هذه العمومية تظهر من خلال الحاح نيوتن على بساطة واطراد الطبيعة، ففي احدى القواعد التي تتأسس عليها فيزياء نيوتن يعتبر هذا الأخير أنه لا ينبغي قبول أية أسباب باستثناء الضرورية منها لتفسير الظواهر، فالطبيعة لا تتصرف عبثا، ومن غير المفيد أن نوظف عددا كبيرا من الأسباب لتفسير ظاهرة يمكن

تفسيرها بعدد قليل من الأسباب، ومن هنا كان نيوتن، مثلما يؤكده كثير من الباحثين، المؤسس الفعلي لعلم الفيزياء بصيغته الحديثة، رغم ما كان لغاليليو من أهمية علمية في هذا الخصوص، ويمكن أن نؤكد على ذلك من خلال القاء نظرة سريعة على القوانين الثلاث الشهيرة التي وضعها نيوتن ليفسر بها كثيرا من الظواهر الفيزيائية.

3. 2. قوانين نيوتن

وضع نيوتن، اضافة الى قانون الجاذبية الشهير، ثلاثة قوانين فيزيائية تفسر حركة الأجسام، ومن خلالها استطاع تفسير العديد من الظواهر الطبيعية والفيزيائية، وهذه القوانين نذكرها تاليا باختصار:

القانون الأول: فحواه أن الجسم يظل على حالته ما لم تؤثر عليه قوة خارجية، بمعنى أنه إذا كان ثابتا يظل كذلك، وإذا كان متحركا يظل كذلك متحركا دون تغير في الاتجاه أو في السرعة، ولهذا سمي هذا القانون بقانون القصور الذاتي للأجسام.

القانون الثاني: ينص على أنه إذا أثرت قوة على جسم ما فإنها تكسبه تسارعا، يتناسب طرديا مع قوته وعكسيا مع كتلته.

القانون الثالث: يسمى بقانون الفعل ورد الفعل، وينص على أنه لكل فعل رد فعل مساو له في القوة ومعاكس له في الاتجاه.

هذه القوانين الثلاث للحركة تعتبر القاعدة الأساسية للميكانيكا الكلاسيكية، وهي متعلقة بوصف الأجسام والقوى التي تؤثر عليها، وطريقة استجابة الأجسام لهذه القوى من ناحية حركتها.

والملاحظ على هذه القوانين أنها قائمة على مبدأ السببية، أو على الصيغة الشرطية: "إذا كان... فإن..."، وبهذا الخصوص يمكن اعتبار السببية أحد مقولات

النظام والآلية التي تتأسس عليها الفيزياء الكلاسيكية، وفي الحقيقة فإن قوانين الحركة الثلاث "لم تكن مجرد مسألة أكاديمية فحسب، فهي قد ساعدت في وضع أساس الثورة الصناعية... وغدا من السهل بناء الجسور والسدود وناطحات السحاب بكل ثقة، بعد أن صار بالإمكان حساب الضغط الواقع على كل قرميدة وكل دعامة"[14].

كذلك يعود الفضل الى نيوتن في وضع النظرية العامة للجاذبية فلقد "لاحظ نيوتن أن قوة الجاذبية المسلطة على التفاحة أثناء سقوطها نحو الأرض يجب أن تكون لها علاقة بالقوة التي تمسك القمر في مداره، فربط تينك القوتين بالجاذبية التي تسلطها الأرض على كل الأجسام والتي تنتقص قوتها بتزايد المسافة الفاصلة بين الجسمين المتجاذبين وقارن بين القوة المسلطة على القمر والقوة المسلطة على التفاحة حتى تأكد من صحة افتراضه وهكذا انتهى الى قانون الجاذبية العامة الشهير الذي يفيد أن كل الأجسام تتجاذب تجاذبا يزداد بتزايد كتلتها وينقص بتزايد مربع المسافة الفاصلة بينهما"[15].

بمعنى أن نيوتن استنتج أن هناك قوة مؤثرة على القمر تجعله يتحرك بنفس السرعة وفي نفس المدار حول الأرض، وهذه القوة هي نفسها القوة الموجودة بين الشمس وسائر الكواكب والتي تبقيها في نفس المدار حول الشمس وبنفس السرعة، وهي نفسها القوة التي أسقطت التفاحة الى الأرض بدل أن تتركها معلقة في الفضاء أو ترتفع بها الى أعلى.

وبناء على قوانين الحركة الثلاث وقانون الجذب العام فإن نيوتن واستكمالا لجهود "غاليلي غاليلو" أكد في كتابه "المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية" الذي نُشر عام 1687م أن العالم أشبه بالآلة التي تحكمها مجموعة من القوانين الثابتة، وحين يتمكن الانسان من معرفة مجموع هذه القوانين وادراكها فإنه يستطيع

بعد ذلك أن يتنبأ بما يمكن أن يحدث مستقبلا في العالم بل وفي الكون كله، اضافة الى هذا فقد عززت مفاهيم أخرى من قبيل الحتمية والسببية ثقة الانسان في القدرة على السيطرة على الطبيعة وفهمها، وفي هذا السياق نحاول تاليا التعريج على اهم النتائج التي خلفتها فيزياء نيوتن على مسيرة العلم، والعلم الفيزيائي على وجه التحديد.

3. 3. تأثيرات فيزياء نيوتن

لقد أثر تطور العلم الحديث وفيزياء نيوتن بصفة خاصة على الفلاسفة الأوربيين أمثال كانط وغيره، فبالنسبة لكانط مثلا كان قد اعتبر فيزياء نيوتن "المرحلة الأخيرة لمعرفة الطبيعة، ورفع هذه الفيزياء فكريا الى مرتبة المذهب الفلسفي، لقد لعبت فيزياء نيوتن دورا حاسما في حياة كانط العقلية، ويتضح ذلك من عنوان البحث الذي نشره سنة 1755 وهو: "دراسة التركيب والأصل الميكانيكي للكون وفقا لمبادئ نيوتن" وهكذا اعتقد كانط أنه باستخلاصه مبادئ نيوتن من العقل الخالص قد توصل الى تبرير كامل للمعرفة"[16].

ومع نهاية القرن التاسع عشر كان الاعتقاد السائد في الأوساط العمية أن الفيزياء بلغت ذروتها ولم يعد هنالك ما يمكن اكتشافه بخصوصها، يقول هايزنبرغ في كتابه: الطبيعة في الفيزياء المعاصرة: "إن التواضع العلمي يكاد يزول في القرن التاسع عشر، فقد اتخذت مكتشفات الفيزياء دلائل على الطبيعة بمجملها، وشاءت الفيزياء أن تكون فلسفة، وكان يُطلب من كل فلسفة حقيقية أن تكون علما طبيعيا، بينما تعاني الفيزياء اليوم تغيرا أساسيا سمته الرئيسية عودة الى التحديد الأولي"[17].

لقد آمن أكثر العلماء مع نهاية القرن التاسع عشر بأنهم قد تعلموا معظم ما يمكن معرفته عن الفيزياء فقوانين الحركة لنيوتن ونظريته عن الجذب العام والعمل

النظري لمكسويل في توحيد الكهربية والمغناطيسية وقوانين الديناميكا الحرارية والنظرية الحركية، ومبادئ البصريات كانت ناجحة جدا في تفسير مختلف الظواهر، وعندما انقلب القرن التاسع عشر الى العشرين، صدمت ثورة كبرى عالم الفيزياء.

ففي عام 1900 أتاح بلانك الأفكار الاساسية التي أدت الى هيكلة نظرية الكمية وفي عام 1905 صاغ أنشتاين نظريته اللامعة النسبية الخاصة، الإثارة في تلك الأوقات لُوحظت في كلمات أنشتاين نفسه: "لقد كان وقتا رائعا لأكون حيا" كلتا الفكرتين كان لهما تأثيرا على فهمنا للطبيعة، خلال عقود قليلة، ألهمت هاتان النظريتان تطورات جديدة ونظريات في مجال الفيزياء الذرية والفيزياء النووية وفيزياء المادة المكثفة.

لكن هذا الوضع لم يبق على حاله، فبعد سنوات قليلة انقلب هذا الاعتقاد مع عرض البيرت أنشتاين لنظريته في النسبية الخاصة عام 1905م، ثم النسبية العامة عام 1915، وتوالت التطورات المذهلة في الفيزياء خصوصا مع نظرية ميكانيكا الكم 1925م، وما ترتب عليها من نتائج باهرة.

وبهذه التطورات شعر الانسان بدهشة حقيقية ازاء ما اعربت عنه الطبيعة والكون من خصائص جديدة لم تكن معروفة من قبل، وبذلك وقعت الفيزياء في أزمة حقيقية وتحولت مفاهيم النظام والدقة التي كانت تعتمدها الى مفاهيم جديدة من قبيل الفوضى والشواش وتأثير الفراشة.

4. انهيار الميكانيكا الكلاسيكية والتأسيس لمفهوم الفوضى

بحلول القرن العشرين ظهرت فيزياء حديثة، انصب اهتمامها على الظواهر التي تقع على مستوى عالم الذرات وما دون الذرات، وأتت معها بنتائج جديدة

ومختلفة عما كانت تقرره الفيزياء الكلاسيكية، وتم التحول من مقولات النظام والآلية الى مقولات الفوضى والشواش.

وكانت بداية الأزمة من عجز الفيزياء الكلاسيكية عن التعامل مع ظواهر وعلاقات فيزيائية جديدة لم تكن تتطرق اليها الفيزياء من قبل، "ومن امثلة هذه الميادين العمليات الحرارية التي انبثق عنها علم الديناميكا الحرارية، الذي يبحث في تحول الطاقة من شكل الى آخر، وكذلك أدى البحث في الضوء الى انبثاق علم البصريات، وكذلك أدى البحث في الظواهر الكهربائية والمغناطيسية الى ظهور علم الديناميكا الكهربائية الذي يبحث في العلاقات القائمة بين الظواهر الكهربائية والمغناطيسية، فأدى ذلك الى انهيار دعائم وأركان الفيزياء الكلاسيكية تماما"[18].

ففي الوقت الذي صورت فيه الميكانيكا الكلاسيكية العالم مكونا من مادة واشعاع ـ بحيث أن المادة تتكون من ذرات والاشعاع من موجات ـ جاء ماكس بلانك (1858 ـ 1947) ليقدم نظرية جديدة بهذا الخصوص حيث لجأ الى "تصوير الاشعاع في صورة ذرية مشابهة لما سبق أن وُصفت به المادة، فافترض أن الاشعاع لا ينطلق من المادة على شكل تيار متصل مثل تيار الماء المتدفق من خرطوم، بل هو أشبه بطلقات من الرصاص تنطلق من مدفع رشاش، فالإشعاع ينطلق على هيئة مقادير منفصلة أطلق عليها بلانك اسم الكمات **quanta**"[19]، وبهذا يكون بلانك مؤسس فيزياء الكم أو نظرية ميكانيكا الكم التي تعد أحد أبرز ثورات العلم الحديثة.

ويمكن القول اجمالا إن الاشكاليات التي سعت لحلها ميكانيكا الكم تمثلت فيما يلي:

أولا: مشكلة تصور شكل الذرة، ففي بدايات القرن العشرين تم وضع تصور لشكل الذرة مشابه لشكل مجموعتنا الشمسية، حيث تتمركز النواة في الوسط وحولها تدور الالكترونات، لكن بحسب مبادئ الفيزياء الكلاسيكية فإن الالكترونات التي تدور حول النواة تتعرض لتسارع جذب مركزي نتيجة دورانها حول النواة مما سيؤدي الى بثها لإشعاع كهرومغناطيسي وهذا ما يترتب عليه أن الالكترونات ستفقد طاقتها شيئا فشيئا وتقترب نتيجة لذلك من النواة حتى تصطدم بها في جزء من الثانية، ما يعني انهيار الذرة، لكن الذرة في حقيقتها لا تنهار.

ثانيا: مشكلة الاشعاع الضوئي، ففي الفيزياء الكلاسيكية كان الاعتقاد أن ألوان الطيف الذري يجب أن تغطي جميع الأطوال الموجية بنفس الشدة، لكن لاحظ الفيزيائيون من خلال التجارب أن النتائج تناقض هذا الاعتقاد حيث تصدر الذرات المختلفة أطيافا «موجات ضوئية» لها أطوال موجية خاصة ومحددة جدا.

ولحل هذين الاشكالين وغيرهما قدم ماكس بلانك نظريته حول الاشعاع الضوئي، ووضع بذلك دعائم ميكانيكا الكوانتم، وفي وقت لاحق (1913) قدم نيلز بور (1885 ـ 1962) تصورا جديدا للذرة وعلى وجه التحديد ذرة الهيدروجين باعتبارها ابسط نظام ذري «تتألف من بروتون واحد والكترون واحد» بحيث يتطابق هذا التصور مع خطوط الطيف المنبعثة من ذرات الهيدروجين ويفسرها، ورأى أن الالكترونات تدور في مدارات دائرية لها طاقات كمية منفصلة حول البروتون تحت تأثير قوة التجاذب.

في وقت لاحق طور فيرنر هايزنبرغ (1901 ـ 1976) من نظرية ميكانيكا الكم وأتي بقانون جديد يحكم عالم الذرات، وهو قانون الريبة أو عدم التعيين، وينص هذا المبدأ على أنه لا يمكن تحديد خاصيتين مُقاسَتين (الموضع، السرعة) من خواص جملة كمومية إلا ضمن حدود معينة من عدم التأكد، أي أن تحديد

أحد الخاصيتين بدقة ذات عدم تأكد ضئيل يستتبع عدم تأكد كبير في قياس الخاصية الأخرى "فالإلكترون الموجود في ذرة غير مستثارة يبقى ساكنا، ولا يصدر أية طاقة، اما اذا تحرك منتقلا من محطة مدارية الى اخرى فإنه من الممكن حساب هذا التغير احتماليا بواسطة معادلة وضعها هايزنبرغ... وتنص على انه لا يمكن تعيين موضع وكمية حركة دقيقة ما في وقت واحد بدقة"[20].

ويشيع تطبيق مبدأ عدم التعيين بكثرة على خاصيتي تحديد الموضع والسرعة لجسيم كمومي، فهذا المبدأ معناه أن الانسان ليس قادرا على معرفة أو قياس كل شيء بدقة متناهية، وبهذا يكون مبدأ هايزنبرغ (1925) أحد أهم مظاهر انتقال الفيزياء من مفهوم النظام الى مفهوم الفوضى.

ولكن هل أن الثورة التي أحدثتها فيزياء الكم في مطلع القرن العشرين تقتصر على عالم الذرة فقط بحيث أن عالم الماكروفيزياء يظل خاضعا لقوانين الفيزياء الكلاسيكية؟

في الحقيقة فإنه بالموازاة مع هذه التطورات التي شهدتها الفيزياء على المستوى الذري بدءاً من ماكس بلانك مرورا بنيلز بور ووصولا الى فيرنر هايزنبرغ، كان ثمة تطور آخر لا يقل أهمية وخطورة عن نظرية ميكانيكا الكم، ذلك التطور تمثل في ظهور نظرية النسبية على يدي ألبيرت أنشتاين وكانت البداية بالنسبة الخاصة سنة 1905 ثم النسبية العامة سنة 1915 "الاولى تتناول الأجسام أو المجموعات التي تتحرك بالنسبة لبعضها بسرعة ثابتة، أي حركة منتظمة من دون عجلة «فالعجلة هي مقدرا التغير في السرعة» والنظرية النسبية العامة تعالج الأجسام والمجموعات التي تتحرك بالنسبة لبعضها بسرعة متزايدة أو متناقضة أي تتحرك بعجلة، إذن النظرية الخاصة سميت هكذا لأنها حالة خاصة من النظرية العامة"[21].

لقد قامت نظرية النسبية لأنشتاين بإعطاء تصورات ومفاهيم جديدة حول مفهوم الحركة الذي قدمه من قبل نيوتن، حيث أن الحركة صارت نسبية ومفهوم الزمن تغير من كونه مطلق الى كونه نسبي، وتم اعتباره بعداً رابعاً يُدمج مع أبعاد المكان الثلاثة «الطول، العرض، الارتفاع» فيما يعُرف بالزمكان، وبهذا جعلت النسبية كلا من المكان والزمان شيئا موحدا خاضعا للنسبية بعد أن كان يتم التعامل معهما في الفيزياء الكلاسيكية كشيئين مختلفين ومنفصلين، وعليه صار الزمن نسبيا يتوقف على سرعة الأجسام وشدة الجاذبية التي يتحرك فيها الجسم، وأصبح تقلص وتمدد الزمن مفهوما أساسيا لفهم الكون.

وبهذين الثورتين الكبيرتين «ميكانيكا الكم ـ النسبية» مع بدايات القرن العشرين تكون الفيزياء قد خطت خطوة كبيرة نحو اعادة النظر في مسلماتها الكلاسيكية، وانتقلت من مفاهيم النظام والحتمية والسببية الى مفاهيم جديدة من قبيل النسبية والفوضى والريبة.

لقد كان لهذين الثورتين مقدمات هامة كان ابرزها مع نهاية القرن التاسع عشر حين ظهرت محاولات بعض الفيزيائيين والرياضيين للنظر في التصورات الكلاسيكية لعلم التحريك والفيزياء النيوتونية بشكل عام، فبعد أن عزز الفرنسي "لابلاس" من مقولة النظام والآلية في الطبيعة استنادا الى فيزياء نيوتن من خلال مفهوم الحتمية ظهرت في قلب النظرية النيوتونية مشكلة تتعلق بمدارات النظام الشمسي، حيث أن نيوتن لم يقدم لنا التفسيرات الكافية لذلك، واعتبر ان معادلات الحركة تسمح لنا بمعرفة حقيقة وكيفية دوران الارض حول الشمس، وبفضل الحسابات الرياضية يمكننا أن نعرف طبيعة مداراتهما وموقعهما مستقبلا بشكل أكيد، والحال نفسه ينطبق على جسمين أقل حجما أو أكثر، لكن المسألة التي لم

يفصل فيها نيوتن هي في حالة وجود جسم ثالث، كيف ستكون الحسابات، وهل يمكننا التنبؤ بشكل أكيد حول حركة ثلاثة أجسام أو اكثر.

هذه المسألة بحث فيها عالم الرياضيات الفرنسي "بوانكاريه" ففي عام 1889 اكتشف ان توقع حركة المدارات أمر مستحيل، على اعتبار أنه وفي بعض الحالات إن كان هناك فرق بسيط جدا فمن البديهي أن يبتعد واحدا منها ويسلك مسارا مختلفا وغير متوقع، لذلك قال بوانكاريه إن التوقع بات مستحيلا، وهو ما عُرف في الفيزياء لاحقا بالحساسية المفرطة تجاه الشروط الأولية، والحقيقة أن "وجود ظواهر عدم الاستقرار التي لفت النظر اليها ماكسويل كانت معروفة في نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين لدى علماء الرياضيات والفيزياء، الا انها كانت شائبة لا بد من اقصائها لتناول مسائل مطروحة بشكل جيد"[22].

وفضلا عن ذلك فإن التحولات التي شهدها العلم الحديث، ليست معزولة عن باقي التحولات التي يشهدها الانسان في مجالات أخرى، كالسياسة والاقتصاد والاجتماع، وهي المسألة التي يشير اليها "إليا بريغوجين" في كتابه: « نظام ينتج عن الشواش » وفي ذلك كتب "ألفين توفلر"، في تصديره لكتاب بريغوجين، يقول: " يتصور بعض العلماء أن العلم يتطور مدفوعا بمنطقه الداخلي حسب قوانينه الخاصة في انعزال تام عن العالم المحيط به، ومع ذلك فإن الكثير من الفرضيات العلمية والنظريات والاستعارات والنماذج ـ دون أن نذكر خيارات بعض العلماء في دراسة أو إهمال دراسة بعض المسائل ـ كل هذه تأخذ أشكالا متأثرة بالقوى الاقتصادية والثقافية والسياسية العاملة خارج المختبر"[23].

ولذلك نجد "إدغار موران" وهو عالم اجتماع فرنسي معاصر يتحدث عن الفكر المركب، وعلى أن منطق الجبرية والحتمية الذي كانت تعتقد به البشرية لقرون قد تغير، فبدلا من فكرة قوانين آلية مسيطرة على الكون والطبيعة ـ سواء

تلك المعروفة بالنسبة الى الانسان أو غير المعروفة ـ أصبحنا نتحدث اليوم عن مفاهيم جديدة "فقد استبدلت فكرة القوانين المسيطرة على الطبيعة بفكرة قوانين تفاعل، بل إن مسألة الجبرية قد أصبحت مسألة نظام في الكون والنظام يعني أن هناك أشياء أخرى بجانب "القوانين" أن هناك ضوابط ولا متغيرات ومستدامات ومضطردات في كوننا... وبدلا من المنظور غير المعروف والتجانسي للجبرية القديمة فإنه استبدل بمنظور منوِّع ومطوِّر لحتميات"[24].

5. خاتمة:

ختاما يمكن أن نقول إن علم الفيزياء عبر تاريخه الحديث والمعاصر، قد مر بطورين هامين، الأول تميز بمفاهيم النظام والدقة، وهو الذي امتد من بدايات العصر الحديث مع غاليليو ونيوتن، الى غاية نهاية القرن التاسع عشر، وأما الطور الثاني فقد تميز بمفاهيم الفوضى وعدم اليقين، وهو الذي امتد من بدايات القرن العشرين والى اليوم.

والواقع أن تلك التغيرات التي حدثت لعلم الفيزياء، في الفترة المعاصرة، خلقت قلقا لدى الانسان، الذي طالما اعتقد أنه قد فهم الكون، وفهم القوانين الحاكمة له، وهو اليوم يلاحظ أننا أخطأنا في تفسير كثير من الظواهر الفيزيائية، والأكثر من ذلك أن هذه التحولات لم تكن يوما معزولة عن التحولات السياسية والاقتصادية وغيرها، وهو ما يثير تساؤلا عن طبيعة المرحلة المقبلة التي سيعيشها الانسان في ظل هذه التقلبات.

6. المراجع

[1] ـ شوقي جلال، مقدمة كتاب بنية الثورات العلمية لتوماس كون، مجلة عالم المعرفة، الكويت، ب ط، 1992، ص7.

[2] ـ المرجع نفسه، ص 7، 8.

[3] ـ ماهر عبد القادر محمد علي، فلسفة العلوم ج2، دار النهضة العربية، لبنان، ب ط، 1984، ص12.

[4] ـ بول ديفيز، العوالم الأخرى، ترجمة: حاتم النجدي، دار طلاس للدراسات والترجمة، سوريا، ط2، 1994، ص17.

[5] ـ جميل صليبا، المعجم الفلسفي ج2، دار الكتاب اللبناني، لبنان، ب ط، 1982، ص170.

[6] ـ أرتور مارش، التفكير الجديد في الفيزياء الحديثة، ترجمة: علي بلحاج، المؤسسة الوطنية للترجمة، تونس، ب ط، 1986، ص 8.

[7] ـ ميشيو كاكو، كون أنشتاين، ترجمة: شهاب ياسين، دار كلمات عربية، مصر، ط2، 2012، ص 16.

[8] ـ جيمس جينز، الفيزياء والفلسفة، ترجمة: جعفر رجب، درا المعارف، مصر، ب ط، 1981، ص77.

[9] ـ عبد السلام بن ميس، السببية في الفيزياء الكلاسيكية والنسبانية، دار توبقال، المغرب، ط1، 1994، ص 28.

[10] ـ أرتور مارش، مرجع سابق، ص 19.

[11] ـ فيرنر هايزنبرغ، الطبيعة في الفيزياء المعاصرة، ترجمة: أدهم السمان، دار طلاس للدراسات والترجمة، سوريا، ط2، 1994، ص 153.

[12] ـ المرجع نفسه، ص 155.

[13] ـ فريدريك جيرد بوش، أساسيات الفيزياء ج1، ترجمة: سعيد الجزيري، الدار الدولية للاستثمارات الثقافية، مصر، ب ط، ب س، 77.

[14] ـ ميشيو كاكو، كون أنشطاين، مرجع سابق، ص17.

[15] ـ أرتور مارش، مرجع سابق، ص23، 24.

[16] ـ حسين علي، الأسس الميتافيزيقية للعلم، دار قباء للطباعة والنشر، مصر، ب ط، 2003، ص 49.

[17] ـ فيرنر هايزنبرغ، الطبيعة في الفيزياء المعاصرة، مرجع سابق، ص 223، 224.

[18] ـ فيرنر هايزنبرغ، الفيزياء والفلسفة ثورة في العلم الحديث، ترجمة: خالد قطب، المركز القومي للترجمة، مصر، ط1، 2014، ص 9.

[19] ـ جيمس جينز، الفيزياء والفلسفة، مرجع سابق، ص174.

[20] ـ سعيد عيادي، الشيء في ذاته وفيزياء الكم، مجلة التربية والأبستمولوجيا، عدد 2، 2011، الجزائر، ص70، 71.

[21] ـ يمنى طريف الخولي، فلسفة العلم في القرن العشرين، عالم المعرفة، الكويت، ب ط، 2000، ص194.

[22] ـ فرانسوا لورسا، علم الفوضى، ترجمة: زينا مغربل، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، المملكة العربية السعودية، د ط، 2013، ص25.

[23] ـ ألفين توفلر، مقدمة كتاب: نظام ينتج عن الشواش لبريغوجين، ترجمة: طاهر بديع شاهين وديمة طاهر شاهين، الهيئة العامة السورية للكتاب، سوريا، د ط، 2008، ص 7.

[24] ـ المرجع نفسه، ص 21.