تاريخ استقبال المقال:2018/04/19 تاريخ قبول نشر المقال:2018/06/24 تاريخ نشر المقال:2018/06/26

مشكلة التجريب في نظرية الأوتار

The Problem of Experimentation in String Theory

د.محمد تونسي*

ملخص:

رغم أن نظرية الأوتار نجحت رياضيا في توحيد نظرية النسبية مع نظرية الكوانتم ،إلا أنها أفرزت مفاهيم من الصعب التأكد منها تجريبيا ،كما أن اختبارها تجريبيا يتطلب طاقات خيالية ، لقد دفع هذا ببعض الفيزيائيين إلى معارضة النظرية ووصفها بالخيالية لأنها تبعد الفيزياء عن موضوعها الرئيسي أي عالم المادة ،أما أنصار النظرية فيصفونها بالمشروع الطموح ،و رغم صعوبة توفر أدلة تجريبية فان هذا لا يمنع من التفكير في ابتكار أساليب لاختبار النظرية .

الكلمات المفتاحية : نظرية الأوتار، الأدلة التجريبية ، معايير النظرية ، توحيد القوى ،التناظر.

Abstract :

Although string theory has been mathematically successful in uniting the theory of relativity with quantum theory, it has produced concepts that are difficult to ascertain empirically. Experimental testing requires imaginative energies. This has led some physicists to oppose this theory and describe it as imaginary because it distances physics from its central subject, the proponents of the theory describe it as an ambitious project, and although empirical evidence is difficult to provide, this does not preclude reflection on the creation of methods to test the theory.

Keywords: *string theory ,Empirical evidence, standards of theorety, unification of forces, symmetry.*

* أستاذ محاضر /كلية العلوم الاجتماعية/جامعة عمار ثليجي/الأغواط ،البريد الالكتروني: *Tounsimod@gmail.com*

TOUNSI Mohammed/ University Amar Telidji Laghouat Email : Tounsimod@gmail.com

رقم الهاتف : 0668393933 Mobile phone

تاريخ أول إرسال للمقال: 2018/04/09 *Date of first articl*

مقدمة :

تعتبر نظرية الأوتار من المحاولات الناجحة نظريا في توحيد نظرية النسبية مع نظرية الكوانتم ،إلا أنها تشكو من صعوبة اختبارها تجريبيا ،إذ أنها تتطلب طاقات لا يمكن توفيرها ،لقد واجهت هذه النظرية الكثير من الانتقادات كونها أبعدت البحث الفيزيائي عن الواقع و أدخلته في متاهات من التجريد ، و من جهة أخرى هناك من العلماء من يدافع عن النظرية لعدة اعتبارات أهمها أن الاتساق الرياضي الذي تحقق في النظرية يعتبر من المؤشرات الدالة على صدقها و الذي يشجع على المضي في البحث عن سبل لاختبارها، إن هذا الخلاف يطرح إشكالية التجريب في نظرية الأوتار ،و مدى وجود مؤشرات على المصداقية العلمية للنظرية.

1- توحيد نظرية النسبية مع نظرية الكم :

لقد شكل توحيد نظرية النسبية العامة مع نظرية الكوانتم تحديا كبيرا في النصف الثاني من القرن العشرين، إن التعارض بين هاتين النظريتين ينطوي على خلل عميق في قلب الفيزياء النظرية ، فلطالما طرحت صعوبات عديدة أمام توحيدهما ، حيث أدت محاولات التوحيد إلى رياضيات غير متماسكة و لم تعطي إلا سلسلة التناقضات ، صحيح أن النظريتين تهتمان بمستويين مختلفين لكن يجب ألا ننسى أنهما تدرسان عالما واحدا ،فكيف يمكن تصور نظريتين متناقضتين لعالم واحد؟ ،ظهرت في الثمانينات من القرن العشرين نظرية يعتقد علماؤها أنه بإمكانهم توحيد نظريتي النسبية و الكم ، تسمى هذه النظرية بنظرية الأوتار string Theory ،ترجع تسمية الوتر لكون هذه النظرية تعتبر أن المادة و القوى الفيزيائية تتشكل في بنيتها العميقة من خيوط من الطاقة ،تسمى أوتارا ، إن اعتبار الوتر هو الأصل المشترك بين الجسيمات يعني أن كل جسيم ينحل في النهاية إلى وتر ، و الاختلاف الحاصل بين طبيعة الجزيئات يرجع إلى درجة اهتزاز الوتر، حيث يعطي كل نمط اهتزازي للوتر نوع معين من الجسيمات([1]) .

في عام 1984 تمكن الفيزيائيان الأمريكيان مايكل غرين M . Green ، و جون شوارتز Schwarz من تجاوز التناقضات الرياضية التي كانت تنجم عن توحيد نظريتي النسبية و الكم، و تمكنت من تحقيق تناظر Symmetry بين القوى الفيزيائية الأربعة : قوة الجاذبية ،القوة الكهرومغناطيسية ،القوة النووية الشديدة و القوة النووية الضعيفة ، و التناظر يعني أن هذه القوى- التي هي منفصلة و مختلفة في الطبيعة - تتخذ خصائص مشتركة عند طاقات معينة ،و بعد مرور سنوات ظهرت ما تسمى بنظرية الأوتار الفائقة ،حيث حققت في نموذج رياضي ما يعرف بالتناظر الفائق Supersymmetry ،و يعني توحيد الفيرميونات التي هي جسيمات المادة مع البوزونات التي هي الجسيمات المرسالة أو الحاملة للقوى، بهذا التناظر الفائق تصبح المادة و القوة متصلتين في مفهوم نظري واحد ([2]) . إن التناظر الفائق يعني توحد القوى الأربعة مع مكونات المادة، حيث لا نستطيع تمييزها عن بعضها، و هذه الحالة كانت موجودة في بداية الكون.

رغم أن نظرية الأوتار نجحت نظريا في توحيد نظريتي النسبية و الكم و تخلصت من التناقضات الرياضية ،لكن تجاوز هذه التناقض تطلب افتراض أكثر من أربعة أبعاد ، لقد رأى فيزيائيي الأوتار أن افتراض الأبعاد الإضافية هو الطريقة الوحيدة لتحقيق التناظر و لا يمكن التخلي عنه في معادلات الأوتار الفائقة ، إن صياغة النظرية دون افتراض عشرة أبعاد سوف يوقعنا في مطبات رياضية و تناقضات ، لقد افترض فيزيائيو الأوتار أن الأبعاد الإضافية هي ملتفة على نفسها في كرات صغيرة قطرها حوالي 10^{-33}سنتمتر ،و هذا الصغر اللامتناهي يجعل من الصعب ملاحظتها ([3]).

تعتبر نظرية الأوتار الفائقة نموذج رياضي متسق حقق تناظر القوى الفيزيائية و المادة ، لكن هذه النظرية تبقى بحاجة لاختبارات تجريبية تنزلها من عالم الرياضيات المجرد إلى العالم المادي ، على النظرية أن تثبت وجود الغرافيتون Graviton ، فقد عمل الفيزيائيون على دمج الجاذبية من خلال افتراض جسيم الغرافيتون باعتباره مسؤولا عن نقل القوة الجاذبية من منظور كوانتي ،كما أنه على النظرية أن تثبت التناظر بين القوى الأربعة ،و تثبت وجود الأوتار و الأبعاد الإضافية ، و رغم أنها توجد حسب النظرية في مقاييس متناهية الصغر ،لكن على منظري الأوتار أن يثبتوا ذلك و لو بطرق غير مباشرة .

2- مشكلة التجريب في نظرية الأوتار:

افترضت نظرية الأوتار وجود أوتار وتشكيلات فيزيائية مثل التناظر الفائق والأبعاد الإضافية، فهل هذه الأفكار تمثل الواقع الفيزيائي أم أنها مجرد تخمينات رياضية مجردة ؟ و كذلك أفرزت النظرية الوترية جسيمات لم يكشف عنها أي

جهاز في العالم لحد الآن ، إن الحلول التي قدمتها النظرية تعاني كلها من مشكلة جوهرية هو أنها تفتقر إلى التأكيد التجريبي.

إن اختبار نظرية الأوتار تجريبيا يتطلب طاقات عالية إن لم نقل خيالية ،كما أن اكتشاف بنية المادة الأساسية و المكان في مقياس 10^{-33}سنتمتر أمر صعب في ظل التكنولوجيا الحالية ، لقد انتقد شلدون غلاشو بشدة نظرية الأوتار الفائقة لأنها تشترط طاقات هائلة وغير متوفرة للتجريب حيث يقول: **"**... أنا سعيد جدا بهذا العدد من زملائي الذين يعملون في النظريات الوترية لان ذلك يبقيهم خارج دائرة اهتمامي، إني أعلم أنهم لن يتوصلوا إلى شيء عن العالم الفيزيائي الذي أعرفه وأحبهُ... و مع ذلك ما يزال بعضنا يحاولون إتباع الطريق المستقيم الذاهب من التجربة إلى النظرية، بدلا من أن يلاحقوا فكرة الوتر الفائق التي تتطلب من الطاقات العالية فوق ما نحلم ببلوغه لبناء نظرية تتعامل مع العالم الأرضي الأدنى الواقع تحت أقدامنا **"** ([4])

كذلك نجد ريتشارد فاينمان وهو واحد من شيوخ الفيزياء المعاصرة ينتقد بشدة فكرة الأبعاد المتعددة ، خاصة لانعدام أي دليل تجريبي يثبت صحتها حيث يقول : **"** خذ مثلا أن النظرية تتطلب عشرة أبعاد لكن ربما كان ستة منها تقوقعت بطريقة ما ، نعم، هذا ممكن رياضيا ، ولكن لماذا لم تكن سبعة ؟ أنهم يضعون معادلاتهم ويتركون للمعادلة اتخاذ القرار بعدد الأشياء التي تقوقعت، لا للرغبة في الانسجام... إنها مسألة وضع أفكار على محك التجربة ومعرفة مدى الدقة في النظرية **"** ([5])

يرى أنصار نظرية الأوتار انه ربما يطور الفيزيائيون النظرية بفهم أعمق للآلية الرياضية واستخلاص تجارب تتيح اختبارها في طاقات متوفرة ، يقول شوارتز في هذا الشأن :**"** إن هذه ليست نظرية للفيزياء عند الطاقة 10^{28} إلكترون فولط وحسب، فلو ثبتت صحتها لكانت نظرية للفيزياء عند كل المقاييس، ويتوجب علينا تطوير أدواتنا الرياضية كي نخلص من النظرية إلى النتائج الخاصة بالطاقات المنخفضة **"**([6])، إننا هنا أمام مفاهيم مستنبطة رياضيا ولها أهمية كبيرة على الصعيد التجريدي في اتساق النظريات وخلوها من التناقضات الرياضية، لكنها تفتقر إلى التأكيد التجريبي، إن الملاحظ في الفيزياء المعاصرة هو انه كلما تقدمت ازدادت تجريدا، وقل ارتباطها بالتجريب، وهذا يعد في نظر البعض نقطة ضعف.

لكن ألا يمكن إن نتفهم تطور الفيزياء التي ابتعدت عن التجريب لا لسبب إلا لأن ما تدرسه يشكل طموحا مشروعا حول توحيد القوى، وما دامت هذه القوى منفصلة في الواقع الفيزيائي، فإنها بالتأكيد تحتاج إلى ظروف أكثر تطرفا و استثنائية لتوحيدها، إن من خصوصيات هذه النظرية أنها تصف حالات فيزيائية لا توجد في الواقع الفيزيائي على خلاف نظريتا النسبية والكم، وعلينا أن نأخذ هذا بعين الاعتبار، علينا اعتبار نظرية الأوتار فرضيات تنتظر التحقيق ولا يوجد أي سبب لإلغائها أو وصفها بالخيالية، لقد انطلق منظروها من قوانين النسبية و الكم، غير أن عدم توفر الطاقات أخرَ اختبارها، ألم ينتظر غلاشو – الذي ينتقد نظريتا التوحيد و الأوتار – أكثر من 15 سنة للتأكد بشكل موثوق من النظرية الكهروضعيفة، فلا مناص إذن أن نعتبر أن صحة نظرية الأوتار هي مسألة وقت و تقنية فحسب، بل إن البحث عن سبيل للاختبار غير المباشر يبقى قائما.

إن الانتقاد الذي يوجه لهذه النظريات يذكرنا بنظرية النسبية في بداياتها، ألم تقابل بالانتقاد اللاذع و وصفت بالنظرية الخيالية لأنها تحوي أفكارا غريبة، لكن تبين فيما بعد صدق هذه الأفكار، ألم يثار جدل واسع حول نظرية الكم التي جعلتنا نعيد النظر في تصوراتنا حول العالم الآلة، إن واقع النظريات الحالية يشبه حال سابقاتها، إن الصراع الذي يدور حول التجريب في الفيزياء، خاصة مع النظريات الجديدة ليس بجديد، إننا هنا أمام مشكلة لها باع كبير بين الفلاسفة و العلماء لعقود كثيرة من الزمن، إنها مشكلة النظرية و التجريب في الفيزياء، هل يجب أن نكون وضعيين لكي ترتبط الفيزياء بالواقع و يكون التجريب هو الفيصل، أم نكون عقلانيين حيث نستند إلى وجهة نظر صورية بحتة و يكون الاختبار العقلي هو الأولى، و الذي بدونه نكون أمام تراصف تجارب و ليس نظريات ؟

منذ عصر فرنسيس بيكون كان المقصود بكلمة علم العلم التجريبي، فالتجريب منذ بيكون هو السبيل الوحيد للدراسة العلمية، و من دونه يبقى العلم فارغا من أي محتوى مادي، فنحن ندرس المادة و علينا أن نخضعها للمشاهدة و التجربة،إن النظرية الفيزيائية ستكون عديمة المعنى دون تجربة، بل و أكثر من هذا أنه في بعض الأحيان تقود الاكتشافات

التجريبية إلى إنشاء نظريات، و مثال ذلك: النشاط الإشعاعي (اضمحلال النوى الذرية) والطيف الذري (الألوان المميزة للضوء المنبعث من الذرات المشعة)، فقد اكتشفها الفيزيائيون عن طريق التجربة ثم وضعوها في إطار نظري، و هذا يبين لنا أهمية التجريب علاوة على أنه يشكل اختبارا لصدق النظرية، فهو يشكل مصدرا لتعديلات جديدة و فتح أبواب أخرى.

إن العلماء و الفلاسفة الذين يولون للنظرية أهمية من حيث صوريتها قد يفتحون " مجال للمناورة التفسيرية، فتكون النظرية العلمية مناورة أو حيلة لفرض نموذج على الواقع المتحجب المراوغ، أكثر من أن تكون استدلالا موثوقا به، ناتجا عن المواجهة الصريحة مع طبيعة العالم الحقيقية "([7]) ، إن النظرية الفيزيائية حسب بيير دوهيم Duhem ستكون تحت وصاية الميتافيزيقا إذا لم تعتمد على مبادئ مستقاة من التجربة.

لكن بالمقابل ألا يمكن أن تكون المعطيات التجريبية في حد ذاتها بلا معنى دون نظرية أو منظور يكسبها ذلك المعنى، كما أن التجربة قد تحوي مضمونا مخادعا، لقد حاول علماء الفيزياء في الخمسينيات فهم سلوك الجسيم المعروف بالميزون عند انحلاله، حيث لاحظوا نمطين مختلفين لسلوك هذا الجسيم، حتى تصوروا وجود نوعين من هذا الجسيم، لكن بعد عامين من المحاولات الدءوبة تمكن العالمان اليابانيان " لي T. Lee و " يونغ V. Yong " من وضع اقتراح بسيط مفاده أن الجسيمات من هذا النوع في الانحلال الضعيف ليس بالضرورة أن تسلك سلوكا واحدا و معنى هذا انه نوع ميزوني واحد لكنه يكشف عن مسلكين مختلفين ([8]) و هذا يبين بوضوح كيف أن التجريب يمكن أن يظللنا ، و تاريخ العلم مليء بتجارب أخطئ تأويلها مثل تجربة سرعة الضوء في الماء و التي بدت قاطعة ، و التي أعتقد أنها ستفصل في التعارض الموجي و الجسيمي للإشعاع ، لكنها أعطت حقيقة أخطئ في تأويل مضمونها .

إذن لا بد من إطار نظري ، لقد رأى كارل بوبر أن " النظرية هي التي تحكم العمل التجريبي من وضع الخطة في صورتها المؤقتة إلى اللمسات الأخيرة في المعمل "([9])، و هذا يبين بوضوح أن الاحتكام إلى التجربة وحدها لا يأتي بجديد، فالعلم يحتاج إلى وجهات نظر و مشكلات نظرية، و لقد رأى ماكس بلانك أن الدعوة الوضعية القائلة بالتجريب وحده تؤدي إلى هدم الفيزياء و إلغاء موضوعيتها فهو يرى " أن العقل شيء أساسي و أن المادة مشتقة من العقل" ([10])، كذلك لقد أولى الفيزيائي الإنجليزي ستيفن هوكينغ أهمية كبيرة للعمل النظري حيث قال " ... لم أسمع عن أي نظرية كبرى قد طرحت على أساس من التجربة فحسب، فالنظرية هي التي تأتي دائما أولا، و تطرح بسبب الرغبة في الحصول على نموذج رياضي رائع و متسق ثم تعطي النظرية تنبؤات و هذه يمكن اختبارها "([11]).

يتضح أن النظرية الفيزيائية هي نتاج ذلك الحوار الخفي الذي يجري بين عقل الفيزيائي و حوادث الطبيعة، لقد رأى اينشتاين أن المعرفة التجريبية وحدها أو المعرفة العقلية وحدها لن تزودنا بفهم دقيق لهذا الواقع، فلا بد من تآزر ما هو عقلي و ما هو تجريبي حتى يمكن أن نؤسس نظرية علمية([12])، و حال الفيزيائي الذي يريد فهم سنن هذا الواقع كحال من يحاول أن يفهم آلية عمل ساعة مغلقة، فهو يرى حركة عقاربها و يسمع صوتها، لكنه لا يملك وسائل فتح غلافها، و مع هذا فإنه يمكن أن يتصور لهذه الآلية تركيبا يجعله السبب في كل ما يرى، لكن هذا التركيب يضل دون مقارنة مع الآلية الفعلية، و السبيل أمام الباحث في أن " يوقن بأن تكاثر المعلومات التي تتجمع لديه عن طريق البحث تساعده شيئا فشيئا على إيضاح الصورة، و على تفسير ظواهر تنتمي إلى مجالات أوسع فأوسع من انطباعاته الحسية ".([13])

3- معايير النظرية الفيزيائية:

إن البحث الفيزيائي الساعي إلى فهم الطبيعة ومحاولة الكشف عن المنطق الداخلي الذي يحكمها، أبدع نظريات تعتبر تصورات لنواميس الظواهر الفيزيائية ،فهي تعكس العلاقة بين عقولنا والعالم الذي نحاول فهمه،وعلى الرغم من إن البحث الفيزيائي لم يصل إلى نظرية ناجزة فان العلماء والفلاسفة قد اجمعوا على بعض الخصائص التي يجب إن تتميز بها النظرية الفيزيائية حتى تكون علمية ،وتعكس ما يجري في الطبيعة بشكل محكم .

إننا نطرح هنا إشكالية المعايير التي يجب إن تتوفر في النظرية الفيزيائية ،لأن الكثير من العلماء يحكمون على بعض النظريات الفيزيائية الجديدة بالخيالية لأنها لم تؤكد بالتجريب ،بينما يرى البعض الآخر إن التجريب ليس معيارا وحيدا للحكم على النظرية ،و إنما هناك معايير أخرى تعتبر مؤشرات داعمة للنظرية ، و هذه المعايير هي كالتالي:

أ-الاتساق و التماسك :

لقد اعتبر بعض العلماء و الفلاسفة إن التماسك و الاتساق يشكل معيارا للصدق ،فالعبارة تكون صادقة إذا اتسقت مع غيرها من العبارات التي تدخل في إطار علم معين([14])،فالاتساق بالنسبة للنظرية الفيزيائية يعني ترابط الأفكار و التصورات الفيزيائية مع بعضها في بناء محكم خال من التناقضات ، و كذالك اتساق النظرية نفسها مع هيكل المعرفة الفيزيائية و هو ما يوطد الروابط فيما بين النظريات الفيزيائية لكي تشكل انساقا مترابطة .

لقد كانت نظرية النسبية تمثل بناءا محكما و متسقا،وقدمت لنا تنبؤات غاية في الدقة ،لقد رأى اينشتاين " إن موضوع أي علم إنما هو تنظيم تجاربنا و الربط بينها على صورة نسق منطقي محكم "([15]) ، بالنسبة لنظرية الأوتار الفائقة فإن فيزيائي الأوتار يصفون نظرياتهم بالاتساق و التماسك،لأنهم قضوا على التناقضات الرياضية التي كانت تحبط كل محاولة لتوحيد نظريتي النسبية و الكم ،و لذا لا نستغرب قولهم أنهم قطعوا شوطا كبيرا عندما قضوا على التناقضات.

كما أن اتساق النظرية الفيزيائية مع النظريات الأخرى شرط مهم ،و إلا أعدنا النظر من جديد ، ومثالنا في ذالك هو النسبية العامة :لقد وجد اينشتاين أن تأثير الجاذبية عند نيوتن ينتقل بسرعة اكبر من سرعة الضوء ،و هذا التصور يخرق النسبية الخاصة التي تنص إن سرعة الضوء هي السرعة القصوى في الكون ،و هذا ما دفع اينشتاين إلى إعادة النظر في نظرية نيوتن للجاذبية ،كذالك بالنسبة للنظرية الوترية في بدايتها وجد العلماء أنها تفرز جسيمات تفوق سرعة الضوء ، و هذا يفضي إلى خرق مبدأ النسبية ،ولذا اضطر الفيزيائيون إلى إعادة النظر في صياغة النظرية ،و من هنا يتبين أن انسجام النظرية و اتساقها مع هيكل المعرفة الفيزيائية أمر ضروري ،إذ لا بد وأن تتفق مع النظريات الفيزيائية التي تم قبولها و تأكيدها ، و هذا لكي تشكل النظريات الفيزيائية نسقا أكبر غير متناقض،و لعل هذا السر في إيمان علماء الأوتار أن نظريتا النسبية والكم غير متناقضتين و يمكن توحيدهما.

لقد أولى كارل بوبر أهمية للاتساق حيث رأى أنه يجب أن يكون النسق النظري مشبعا بالاتساق،و النسق المتناقض ذاتيا يجب رفضه لأنه كاذب و ليس ذا محتوى إخباري ،فالنسق المتسق يمكن أن نميز من خلاله القضايا المناقضة له ،و القضايا المتفقة معه،و من هذه القضايا الأخيرة يمكن اشتقاق النتائج، وهذا ما يجعل مطلب الاتساق مطلب مهم بالنسبة للنسق النظري . ([16])

إن بروز مفاهيم جديدة مثل الأوتار و الأبعاد المتعددة قد يوهم في الوهلة الأولى أنها تلغي مفهوم الزمكان الرباعي الأبعاد ، و فكرة "الجسيم النقطي" التي تقول به نظرية الكم ، لكن هذا غير صحيح خاصة إذا اعتبرنا أن النسبية تعتمد على هندسة ريمان التي تتيح أكثر من أربعة أبعاد، بالإضافة إلى هذا فإن الأبعاد الإضافية الملتفة ليس لها دور على المستوى الماكروسكوبي، كما أن فكرة الوتر لا تعارض نظرية الكم و تبقى قوانين هذه الأخيرة ، و لقد افترض هايزنبرغ في يوم ما أن الأجسام النقطية ربما تكون عبارة عن فقاعات ، و الأكثر من هذا فإن فكرة الوتر حلت مشكلة كثرة الجسيمات النووية الأولية .

ب- البساطة :

يعتبر الكثير من العلماء البساطة مؤشر على صحة النظرية الفيزيائية ، ليس المقصود بالبساطة البساطة الرياضية و لو كان كذلك لفضل الكثير المعادلات الجبرية ذات الدرجة الأولى على المعادلة ذات الدرجة الثانية و الثالثة لأنها أبسط منها، إذن ليس المقصود بالبساطة سهولة الفهم، و لكن الاقتصاد في المضامين، أي تحديد النظرية بأقل عدد ممكن من متضمناتها([17]) ، أي أن تحتوي النظرية على أقل عدد ممكن من المبادئ و المفاهيم التي تبنى عليها التصورات الأخرى،لقد رأى اينشتاين " أن الضرورة التي أدت إلى نشوء النظرية النسبية ، بالإضافة إلى التناقض الواضح في النظرية القديمة و الذي لم نستطع التخلص منه بكل الطرق الممكنة، و تعزى قوة النظرية إلى البساطة و الدقة التي حلت بها المشكلات مع استخدام فروض منطقية و قليلة " . ([18])

لقد أولى فيلسوف العلم فيليب فران ، أهمية كبيرة للبساطة ، فقد رأى أنه إذا لم نبني نظرياتنا على أقل عدد ممكن من المبادئ و إن لم يكن هناك بساطة فلن يكون هناك علم([19]).لقد علق ستيفن وانبرغ قائلا: " إن الفيزياء تبدو معقدة لدرجة كبيرة ، و لكن السمة الواضحة للفيزياء هي أن كل تعقيداتها تنشأ بطريقة منطقية من مفاهيم أولية قليلة، و لكنها

عميقة مثل الشجرة، تنشأ من حبة منفردة، فربما يستلزم الأمر سنوات عديدة من الدراسة لكي يمكن للدارس أن يدرك بساطة المفهوم الجوهري للقوانين الأساسية، بل إن إدراك الفيزيائي الباحث لظهور هذه البساطة بعد انتهاء كفاحه، يكون جزءا من إيمانه الراسخ" ([20]).

لقد أعتبر فيزيائيو الأوتار تشكل معيارا و مرشدا موثوقا في الفيزياء ، و كما يلاحظ شوارتز فإن التاريخ يعلمنا " أن الجمال يحسن صنعا عندما تكون بصدد سبر البنى الأساسية ، فقد لا يكون الجمال آلية ناجعة في البيولوجيا، لكن إذا شئت هبوطا عميقا في الفيزياء الأساسية فإن ما تحرزه من نجاح يتوقف على بساطة واتساق و جمال نهجك الموظف في تناول المسألة ، و لا يدري أحد ما السبب في ذلك " ([21])

يتحمس فليب فرانك لخاصية البساطة ويوليها أهمية ،حيث يجعلها في مرتبة واحدة مع التجريب ويقول في هذا الشأن: "... لو سألنا رجل العلم ، فالمحتمل أن يجيب بأنه يختار النظرية التي تتفق مع الواقع ،أما البساطة فتحتل أهميتها مرتبة ثانوية ، ولكننا إذا أمعنا التفكير في مثل هذه الإجابة، فسوف نبين شططها ، فمن الواضح أن قيمة النظرية تكمن في اتصافها بأنها أكثر بساطة ، قبل أن تكون مجرد سجل للمشاهدات ومن المؤكد أنه لا توجد نظرية تتفق مع كل مشاهداتنا اتفاقا تاما ، وإذا تطلبنا مثل هذا الاتفاق التام ، فيمكننا بالتأكيد أن نحققه بمجرد تسجيل المشاهدات، غير أن مثل هذا السجل لا يمكن لأحد أن يعتبره نظرية مقبولة بالرغم من اتفاقه التام معه المشاهدات ، فالنظرية إنما تتخذ صفة النظرية لأنها تفوق سجل المشاهدات بساطة وإيجازا ، ومن ثمة فإن قبول النظرية هو دائما نتيجة تسوية بين مطلبي البساطة والاتفاق مع الواقع والمشاهدات "([22]).

ج- التفسير و التنبؤ:

على النظرية العلمية في الفيزياء أن تقدم تفسيرا للحادثة ،والتفسير هو خطوة في اتجاه التعميم ، فبناء النظرية العلمية يتم بربط الواقعة بأسبابها المنطقية و بنتائجها، لقد ركز كارل بوبر على أهمية التفسير حيث أن القضايا التي تصف الحوادث الفيزيائية نستخدمها كمقدمة لاستنباط القوانين التي تفسر لنا الحادثة ([23]) ، كما أن إميل ميرسون جعل للتفسير أهمية قصوى لأنه أصبح حقيقة لا يمكن تجاهلها في العلم، فـ" تاريخ العلم يرينا بوضوح أن تفسير الحوادث كان دوما على رأس المشاكل التي اهتم بها العلم و العلماء، وهذه الرغبة الجامحة التي تسيطر على الفكر البشري، و التي تجعل النظرية الفيزيائية تهتم بتفسير الحوادث التي تتجلى ليس فقط في اندفاعنا المستمر نحو مزيد من البحث، بل أيضا في ذلك الاطمئنان الداخلي الذي نشعر به عندما نتوصل إلى تفسير معين للحوادث" ([24]).

إن التفسير يعد معيارا للتقدم العلمي ، فالنظرية العلمية الأكثر جدارة هي التي تتوغل في المعرفة التفسيرية، لأنه دون التفسير تبقى العلوم في مرحلة التصنيف، و تبقى الفيزياء على ما هي عليه منذ ثلاث قرون ، فتقدم المعرفة العلمية متوقف على التفسير ([25])، إن نظرية النسبية مثلا تقدم لنا تفسيرا للجاذبية ، و كذلك نظرية الكم تقدم تفسيرا لتحولات الذرة، و الملاحظ في نظريتي النسبية و الكم أنهما تقدمان تفسيرا لحوادث موجودة في الطبيعة، أما في نظرية الأوتار فالأمر يختلف ، إنها لا تقدم لنا تفسيرا لحوادث موجودة في الطبيعة، بقدر ما تحاول تفسير حوادث استثنائية، إنها تهتم بحوادث غير موجودة في الطبيعة ، فالقوى الفيزيائية هي منفصلة في الطبيعة ، و لا يمكن أن تتحد إلا في ظروف استثنائية ، إن هذه النظرية يمكن أن تفسر لنا حوادث كانت موجودة في بداية الكون ، حيث كانت القوى الأربعة مندمجة

إن أهمية التنبؤ لا تقل عن أهمية التفسير ، فإذا تمكنا من تفسير حادثة فإنه تكون لدينا مؤشرات للتنبؤ بها، فالتفسير يؤدي إلى التنبؤ كما أن القدرة على التنبؤ بحوادث تعزز تفسيرات النظرية و تكون لها مصداقية أكبر، إن التنبؤ يشير إلى عمق النظرية في فهم الحادثة ،فالتنبؤ الناجح يعطي تأييدا قويا للنظرية، و هو بمثابة اختبار للنظرية لدعمها أو إلغائها ،و من أمثلة التنبؤات الناجحة التي أثارت أعجاب الفيزيائيين تنبؤ نظرية النسبية، فلقد تنبأ اينشتاين أن مسار الضوء سينحرف عند مروره بكتلة كبيرة ، وقد تأكد هذا فعلا عام 1919، لقد أفرزت نظرية الأوتار بعض التنبؤات مثل الجسيم المسؤول عن نقل قوة الجاذبية الذي يدعى الغرافيتون ،وتناظر القوى عند طاقات معينة.

لقد جعل كامبل ،التنبؤ بظواهر لم تلحظ بعد ،مطلبا هاما يجب إن تستوفيه النظرية العلمية ([26]) ،و هذا ما هو متوفر في نظرية الأوتار،و تبقى مسالة تأكيد التنبؤات مسألة وقت ،وإذا لم تتوفر الشروط اللازمة سوف يتم البحث عن

تنبؤات في طاقات متوفرة، يتضح مما سبق أن التفسيرات المعززة بتنبؤات ناجحة يشكل مصدر قوة النظرية الفيزيائية و يعطيها مصداقية علمية أكثر.

د- الديناميكية:

من الخصائص الإيجابية التي يجب أن تتمتع بها النظرية العلمية هي أن تكون ذات ديناميكية، أي أن تفتح المجال للمزيد من البحث، لقد رأى فليب فرانك أن " النظرية التي كانت موضع تفضيل هي النظرية التي أثبتت أنها تجعل العلم أكثر ديناميكية، أي أقدر على التوسع إلى مجالات غير معروفة " ([27])، لقد كانت نظرية النسبية و نظرية الكم أكثر ديناميكية لأن الفيزياء حتى الآن لا يمكن أن تستغني عنهما، إن النظريات الجديدة مبنية بشكل أو بآخر على نظريتا النسبية و الكم، و إن هاتين الأخيرتين تشكلان هيكلا للفيزياء المعاصرة .

لكن قد يعترض سائل و يقول لنا أن نظرية الأوتار الفائقة لا تفتح آفاقا للمزيد من البحث، بل و أكثر من ذلك سوف تعمل على عرقلة تقدم للفيزياء، و قد عبر غلاشو عن هذا الاعتراض، حيث قال إنها تبقى مسيطرة على العقود القادمة بدون أن تثبت نفسها، و تصرفنا عن اكتشافات من المفترض أن نكتشفها، " فهي تهدد مستقبل الفيزياء بالطريقة نفسها التي اتبعها لاهوتي القرون الوسطى لهدم العلم في أوروبا آنذاك، و كان هذا في حقيقة الأمر السبب في أن أوروبا وحدها هي التي لم تشاهد المستعر الفائق Supernova الهائل الذي حدث عام 1054 لأنهم كانوا مشغولين بالبحث عن عدد الملائكة القادرين على الرقص على رأس دبوس " ([28]) ،لكن ألا يمكن أن نتفهم أن هذه النظرية تدرس حالات استثنائية و تتحدث عن مقاييس متناهية الصغر ،إن مجرد الخوض في هذه المواضيع يعتبر نقلة نوعية في العلم ،كما أن النظريات الكبرى لطالما كان تعرضت للرفض في تاريخ العلم و بعد زمن تبينت صحتها و خصوبتها .

لقد عبر برتراند راسل عن ديناميكية النظريات العلمية قائلا: " إن العلم في مسيرته من أجل التوصل إلى فهم الأشياء يتوقف بين الحين و الآخر ليعدل عن نظريته، و يوسع مجال تطبيقها، و ذلك بنقدها و تمحيصها و لا يلغي العلم هذه النظرية جملة، و إنما تستمر بوصفها عناصر داخلة في بناء نظرية علمية جديدة، و بهذا تشكل النظرية السابقة و اللاحقة نسقا علميا جديدا يمتاز بالشمول و السعة عما سبقه من أنساق، و يمكن تطبيقه على أكبر قدر من الظواهر التي تندرج تحته " ([29])،يمكن اعتبار نظرية الأوتار أنها طرقت مجالات جديدة تمثلت في حالة التناظر التي كانت في بداية الكون ،و كذلك الحديث عن مستويات أعمق من المادة و المكان الميكروسكوبي و إذا كتب لها النجاح فيمكنها أن تفسر ظواهر بمستوى اشمل و تفتح الباب لتطوير الفيزياء على ضوء المفاهيم الجديدة.

هـ- التناظر:

لقد جعل بعض الفيزيائيين للتناظر (Symmetry) دور للحكم على النظريات " فهو شرط هام لقبول النظرية ... و النظرية الصادقة يجب أن تحتوي على تناظر " ([30]) فهو بمثابة دليل أو برهان على صدق النظرية، و اعتبره بعض الفيزيائيين لا يقل أهمية عن التجريب، فهو تقنية فعالة لاكتشاف قوانين جديدة في التفاعلات العالية فكما يعجب الإنسان بالأشكال المتناظرة فإن الفيزيائيين مولعون بالوصول إلى قوانين متناظرة حيث تعطهم انطباعا قريبا جدا من الانطباع الذي يحدثه تناظر الأجسام وهذا ما يجعلهم يصفون هذه القوانين بالمتناظرة .

لقد أعطى الرياضي الألماني غايل هيرمان تعريفا للتناظر: " تقول عن شيء أنه متناظر إذا لم يتغير مظهره بعد فعل معين عليه، ذلك هو ما نعنيه عندما نقول عن قانون فيزيائي أنه متناظر، فيمكن أن نطبق عليه فعلا معينا، دون أن يغير ذلك شيئا من نتائجه ذلك هو مظهر القوانين الفيزيائية " ([31])، إن القوانين الفيزيائية منذ عهد ماكسويل تنطوي على تناظر و كل نظرية خالية من التناظر تجعلنا نعيد مراجعتها، فالدرس الذي استقاه العلماء من فيزياء العقود الأخيرة هو أن القوانين الفيزيائية الصحيحة لابد أن تكون متناظرة ([32] وهنا تكمن قيمة التناظر ليس كعامل مساعد على التوحيد فحسب وإنما أيضا كمؤشر على أن النظرية الفيزيائية و البحث الفيزيائي يسيران في الاتجاه الصحيح .

بعد استعراض المعايير التي يجب أن تتوفر في النظرية الفيزيائية ،يتبن أن نظرية الأوتار رغم صعوبة اختبارها تجريبيا إلا أنها تتوفر على المعايير التي على الأقل تشجع على البحث مستقبلا عن سبل و مؤشرات تجريبية ، و يجب ألا ننسى أن البحث الفيزيائي انتقل إلى مستوى مختلف ، البحث في مستوى أعمق من المادة و الزمكان،و كذا البحث في مستوى أعمق من تاريخ الكون الفيزيائي ، إن نظرية الأوتار تتكلم عن تناظر كان موجودا في بداية الكون ، و تتكلم عن أصل

واحد مشترك للمادة و الطاقة ،و ربما الأبعاد الإضافية التي فرضها الاتساق الرياضي و أزعجت بعض الفيزيائيين تعكس شيئا في عمق المكان الميكروسكوبي ، إن منطق المعادلات الرياضية قد يكشف لنا أشياء تبدو مزعجة و خيالية و هي في الواقع تعبر عن حقيقة ، إن تاريخ العلم مليء بالنتائج المزعجة التي تبين فيما بعد أنها صحيحة ، في العشرينات كان اينشتاين مقتنعا في قرارة نفسه أن الكون ساكن لا يتمدد وهذا الاعتقاد كان سائدا آنذاك ،لكن بعد طرحه للنسبية العامة اصطدم بنتيجة مزعجة ، فقد كانت مختلف المحاولات التي بذلها في حل معادلات النسبية العامة تشير إلى كون غير مستقر وفي حالة توسع، وقد لجأ اينشتاين في ذلك الوقت إلى إدخال ثابت رياضي يجعل الكون مستقرا في المعادلات ،لكن بعد أرصاد ادوين هابل التي أثبتت أن الكون في حالة توسع اسقط اينشتاين الثابت الرياضي الذي أقحمه في معادلاته ،و هذا يبين أن الحلول الرياضية كانت تشير إلى شيء صحيح ،و لعل حال نظرية الأوتار كحال معادلات اينشتاين،فالاتساق الذي لا يتحقق إلا بافتراض أبعاد إضافية ربما يشير إلى حقيقة في العالم الفيزيائي،ان نظرية الاوتار التي تتهم بالغرق في التجريد الرياضي ربما هي تعكس بنية فيزيائية عميقة ،فلطالما كانت الرياضيات آلية كشفت ما يجري في الواقع الفيزيائي قبل وسائل التجريب ، ولقد عبر الفيزيائي الألماني هنري هرتز عن إعجابه بالرياضيات قائلا :" إن المرء لا يستطيع الإفلات من الشعور بأن هذه الصيغ الرياضية لها وجود مستقل ، ونوع من الذكاء الخاص بها ، بحيث تبدو أكثر منا حكمة ، وأكثر حكمة من مكتشفيها ، ذلك لأننا نأخذ منها أكثر مما نضع فيها أصلا" ([33]) .

المراجع:

[1] - Barry Dainton , (2010). **Time and space** , Canada,Mc gill- queen univer press, pp393-394

[2] - بول ديفيس ،جوليان براون ،(1993)، **الأوتار الفائقة** ، ترجمة : أدهم السمان،(ط 1 ،دار طلاس ،دمشق، ،ص 64.

[3] - المرجع نفسه ،ص 80

[4] - المرجع نفسه ، ص176.

[5] - المرجع نفسه، ص178-179

[6] - ميشيو كاكو ، جونيفر ترينر،(2001)، **ما بعد اينشتاين** ، ترجمة:سعد الدين خرفان ،الكويت ،عالم المعرفة ، ص 157.

[7] - جون بولكن هورن ،(2000)،**ما وراء العلم**،ترجمة: يمنى طريف الخولي ، القاهرة ،المكتبة الأكادمية،ص15

[8] - المرجع نفسه ، ص 15.

[9] - كارل بوبر ، **منطق الكشف العلمي**،ترجمة: ماهر عبد القادر، بيروت، دار النهضة العربية، ، ص 153

[10] - محمود فهمي زيدان ،(1982) **من نظريات العلم المعاصر إلى المواقف الفلسفية**، بيروت ، دار النهضة العربية، ، ص 82.

[11] - يمنى طريف الخولي ، (2000) **فلسفة العلم في القرن العشرين**، الكويت ، مطابع الوطن، ص 137.

[12] - ماهر عبدالقادر، (1985) **مشكلات الفلسفة**، بيروت ، دار النهضة العربية ، ص 135.

[13] ألبرت انشتاين ، ليوبولد انفلد (1992)، **تطور الأفكار في الفيزياء** ،ترجمة : أدهم السمان ،سوريا، دار طلاس للنشر ،ص 33.

[14] عبد المنعم الحفني ،(1996)،**المعجم الفلسفي**، ،القاهرة ،الدار الشرقية ،ص353

[15] .عادل عوض ، (2000).**منطق النظرية العلمية وعلاقتها بالعلم التجريبي**، الإسكندرية ،نشأة المعارف، ص232

[16] كارل بوبر،**منطق الكشف العلمي**،ص131.

[17] - جميل صليبا،(1973)، **المعجم الفلسفي** ، بيروت ، دار الكتاب اللبناني،ص 209.

[18] - ألبرت اينشتاين ، ليوبولد انفلد ، **تطور الأفكار في الفيزياء** ، ص 143

[19] - فيليب فرانك،(1983)، **فلسفة العلم** ، ترجمة: علي ناصف، بيروت، المؤسسة العربية للدراسات والنشر،ص 67

[20] - جوليان براون، بول ديفيس : **الأوتار الفائقة** ، ص156.

[21] - ميشيو كاكو ، جنيفر ترينر ، **ما بعد اينشتاين** ،ص215- 216 .

[22] - فليب فرانك ، **فلسفة العلم** ، ص425

[23] - كارل بوبر ، **منطق الكشف العلمي** ، ص97.

[24] - محمد عابد الجابري ،(1998) ، **مدخل إلى فلسفة العلوم** ، ط4، بيروت ، مركز دراسات الوحدة العربية ، ص 301.

[25] - عادل عوض، **منطق النظرية العلمية وعلاقتها بالواقع التجريبي**، ص 274.

[26] -المرجع نفسه، ص276

[27] - فيليب فرانك، **فلسفة العلم** ، ص 423.

[28] - يول ديفيس، جوليان براون ، **الأوتار الفائقة** ، ص 108.

[29] - محمد قاسم، (1993)، **برتراند راسل :الاستقراء و مصادرات البحث العلمي**، الإسكندرية، دار المعارف الجامعية، ، ص 81.

[30] . Peter kosso,(1999)، **symmetry argument in physics** , studies in history and philosophy of science, p 486.

[31]- ريتشارد فاينمان ،(1974)، **طبيعة قوانين الفيزياء** ، ترجمة: أدهم السمان ، دمشق ، مؤسسة الرسالة،ص 87.

[32] - ميشيو كاكو، جنيفر ترينر،**ما بعد اينشتاين**، ص 16.

[33]- هانز باجلز ،(1989)، **رموز الكون**،ترجمة :محمد عبد الله البيومي ،مصر،الدار الدولية للنشر ، ص427 .