

منطق تفسير الظواهر والمناهج العلمية في البحث عند العلماء المعاصرين
*The logic of the interpretation of phenomena and scientific methods in
 research for contemporary scientists*

ماني سعادة نادية*

جامعة غليزان،

مخبر الدراسات الاجتماعية والنفسية والأنتروبولوجية

nadia.manisaada@univ-relizane.dz

تاريخ الاستلام: ٢٠٢٣/٠١/٠٢ القبول ٢٠٢٣/٠٦/١١

النشر ٢٠٢٤/٠١/٢٢

ملخص:

لقد شغلت الظاهرة الضوئية جهود العلماء وبال الفلاسفة على مر المراحل التاريخية، وكانت تطلعاتهم تتجه نحو محاولة تفسيرها على أساس مبادئ ومفاهيم ترضي فضولهم، ولكن هذه المحاولات كانت في مجملها عامية لا تقنع فضول العالم المعاصر، ومع ذلك وبفضل توالي أبحاث العلماء تجددت الدراسات والتساؤلات على المجال الضوئي، وهذا حول ما إذا كان الضوء ذو طبيعة موجية أو جسيمية، ومن هنا برهن العلماء المعاصرون أمثال "ماكس بلانك" و"اينشتاين" أن الضوء مؤلف من جزيئات ومن موجات معا، بمعنى ذا طبيعة ثنائية موجية وجسيمية في نفس الوقت، وعليه يمكن أن نتساءل كيف تأسست الظاهرة الضوئية عند العلماء المعاصرين؟ وما هي المنطويات والشروط العلمية التي تطلبتها نظرياتهم العلمية؟ وماذا عن مناهجهم العلمية في البحث؟

الكلمات المفتاحية: ظاهرة ضوئية؛ أزمة؛ فيزياء معاصرة؛ تفسير؛ علماء.

Abstract :

The optical phenomenon has preoccupied the efforts of scientists and philosophers throughout the historical stages, and their aspirations have been directed towards an attempt at explanation on the basis of principles and concepts which would satisfy their curiosity, but these attempts were, in their together, familiar ones that the curiosity of the contemporary world has not convinced. Optics, and it relates to whether light is wave or particle in nature, hence contemporary scientists such as Max Planck and Einstein demonstrated that light is composed of particles and waves together, meaning that it has a double nature, wave and particle at the same time. One wonders how the optical phenomenon was founded by contemporary scientists? What are the scientific implications and conditions required by their scientific theories? What about their scientific methods in research?

KeyWords: optical phenomenon; the crisis; contemporary physics; Interpretation; Scholars.

* المؤلف المرسل

المقدمة:

إن الإطلاع على كل ما توصلت إليه الفيزياء المعاصرة من تطورات وما شهدته من تحولات سواء على مستوى المنهج أو الموضوع، يجعلنا نصل إلى قناعة مفادها أن العلماء في القرن العشرين، قد وسعوا من دائرة بحثهم العلمي، وغيروا من مناهجهم في توسيع النظريات العلمية وصياغة القوانين الفيزيائية، وعلى إثر هذا التحول شهد علم الفيزياء ثورة علمية ومنهجية مثلتها النظرية الكوانتية من جهة والنظرية النسبية من جهة أخرى، وهو الأمر الذي دفع أهل الاختصاص بالاهتمام بالمنهج لما أوكل إليه من دور حاسم في إدراك العالم الخارجي. إن أهم ما في الفيزياء المعاصرة، أنها تجاوزت واستبعدت الكثير من المفاهيم والمبادئ التي كان يركز عليها الأساس الميكانيكي الجبار الذي فرضه نيوتن في تفسير الظواهر الطبيعية، ومن ثم وضع صورة جديدة للظاهرة الضوئية في سبيل استبعاد ماهو حتمي وثابت، بدعوى أن النظريات العلمية المعاصرة، قدمت لنا مناهج بحث جديدة تتفق إلى حد بعيد مع ما تمده لنا الصيغ والمعادلات الرياضية من مقدرة كبيرة على فهم الواقع، وذلك بالاعتماد على عدد من الفرضيات يقوم فيها الاستنباط بدور يفوق دور الملاحظة والتجربة. وعليه إذا كانت المفاهيم والأسس العلمية للفيزياء الكلاسيكية تعرضت لتغيرات عميقة أدت في نهاية المطاف إلى رسم صورة جديدة عن الظواهر الطبيعية، فكيف تم النظر إلى الظاهرة الضوئية بالذات؟

قلب النص:

I. مدخل مفاهيمي نظري:

١. طبيعة التفسير العلمي النيوتوني والهيونجزي لنظرية الضوء:

مما لا شك فيه أن الضوء هو أكثر الظواهر الطبيعية التي احتك بها الإنسان، مما أدى به إلى محاولة تفسيره تفسيراً يرضي فضوله، لكن هذه التفسيرات كانت في مجملها تفسيرات عامة لا تقنع فضول العالم، ويمكن الإشارة إلى المحاولات التي قام بها اليونانيون القدماء وذلك من خلال توضيح أسرار الرؤية لا أسرار الضوء، بحيث كانوا مقتنعين أنذاك أن العين ثبت أشعة حساسة تقوم باستكشاف الأشياء والتعرف عليها. وخلال القرن الحادي عشر اقترح العالم العربي "ابن الهيثم" نظرية معاكسة ترى أن كل نقطة من أي شيء منير تبث موجة تؤثر على العين، ولكن نظريته هذه لم تؤخذ بعين الاعتبار إلا في القرن السادس عشر، وتم ذلك مع ما أنجزه "جاليليو" من آلات بصرية ذات جودة عالية سنة ١٦٠٩ (فهيم، ١٩٨٢، صفحة ٢٣)

كما أعلن كل من "كبلر" سنة ١٦١١، في كتابه "وحدة الانكسار الضوئي" و"ديكارت" في كتابه "الانكساريات" عن القوانين الأولى للبصريات" عن طريق دراسة انكسار الأشعة بكيفية خاصة، واعتبرا معا أن الضوء يتم بكيفية آنية إلا أن البحوث الجادة في طبيعة الضوء لم تبدأ إلا مع التناطح الذي وقع بين النظرية الجسمية بزعامة "نيوتن" والنظرية الموجية بزعامة "هوينجز" إذ اعتقد الأول أن الضوء يتألف من دقائق أو جسيمات مادية متناهية في الصغر أما الثاني ففسر الضوء على أساس أنه يتألف من موجات، ولقد ساهمت هذه التفسيرات بشكل كبير في تدعيم النظرة العلمية المعاصرة لتفسير المجال الضوئي. هذا واعتمدت النظرية الموجية في طرح تفسيراتها العلمية من خلال إدراكها لوجود تشابه بين الضوء والصوت، بحيث أن صوت الناقوس يصلنا في صورة اهتزازات سريعة أو موجات مغناطيسية بتوسط الهواء وكذلك الضوء ينتقل بنفس الطريقة باستثناء أنه يمر في الأثير كوسط (فهمني، نفس المرجع السابق، ١٩٨٢، صفحة ٢٤).

أما نيوتن فاستند في تفسير نظريته إلى ظاهرة الظل حيث استعمل أتباع هذه النظرية ورقة كحاجز أمام الأشعة الضوئية فلاحظوا سقوط ظلها على الجدار مما جعلهم يستنتجون أن الضوء ينتشر على شكل خطوط مستقيمة وفسروا الظل بأنه عبارة عن ظلام ناتج عن عدم قدرة بعض أجزاء الأشعة على الانعراج لأنها ليست من طبيعة موجية، ذلك أن لو كانت كذلك لا انعرجت في الاتجاهين أي اليمين واليسار ولا التفت على الورقة (بغورة، بدون ذكر السنة، صفحة ١١١).

ولكن علق أصحاب النظرية الموجية على ظاهرة الظل بقولهم: حين يكون الجسم صغيرا نجد الأشعة تنحرف من حوله وتلتقي مرة ثانية من خلفه ومن ثم لا توجد منطقة من الظل الكامل. ولم يكتفي أنصار النظرية الموجية بانتقاد ظاهرة الظل بل انتقدوا كذلك ظاهرة الألوان أو ما عرفت بظاهرة الطيف عند نيوتن، ذلك عندما فسر هذا الأخير الظاهرة تفسيراً مادياً وأكد على أن الضوء الأبيض ليس ضوء متجانساً، وشرح العناصر التي ينحل إليها الضوء الأبيض وقال بأن اختلاف العناصر يعود أساساً إلى اختلاف الحبيبات الضوئية ولقد برهن على وجود هذا الاختلاف بقلب عدسة يديه انعكست عليها أشعة الشمس فأنتجت ألواناً مختلفة الأصفر والأخضر والأحمر والبنفسجي، واتضح مع نيوتن أن اختلاف الألوان راجع إلى اختلاف الحبيبات الضوئية (فهمني، مرجع سبق ذكره، ١٩٨٢، صفحة ٢٤).

لكن هذا التفسير لم يقنع أنصار النظرية الموجية الذين أرجعوا اختلاف الألوان لا لاختلاف الحبيبات وإنما لاختلاف أطوال الموجات الضوئية، فسبب رؤيتنا لموجة الضوء الحمراء وعدم رؤيتنا لموجات الضوء ما فوق البنفسجية بسهولة يرجع إلى أن الأولى أطول من الثانية. ومن خلال ما تقدم، يتبين لنا أن الدراسات المعمقة لطبيعة الضوء سواء في شكلها الجسيمي أو الموجي أثارت جملة من التساؤلات أشارت في مجملها إلى أهمية المنهج التجريبي والحساب الكمي في علاقتهما بتطور علم الضوء للذات سيسمحان فيما بعد للعلماء بمراجعة هاتين النظريتين على حد سواء، وبالتالي تحديد علاقة الأثير بحقيقة طبيعة الضوء التي بدأها "نيوتن" و"هوينجز" Christiaan Huygens

(١٦٢٩/١٦٩٥) ولم يتم الفصل فيها إلا في نهاية القرن التاسع عشر مع الثنائي "ميكلسون" Albert michelson (١٨٥٢/١٩٣١) و"مورلي".

وعلى هذا النحو يمكن أن نقول أن نيوتن أكد في أكثر من موضع على الاهتمام بالتجربة وبدورها في بناء النظرية العلمية عموما والنظرية الضوئية بالخصوص. ونحن نتحدث عن ما قدمه نيوتن وهوينجز في هذا المجال، تستوقفنا خاصية مهمة استندت عليها الفيزياء الكلاسيكية في تفسيرها للظاهرة الضوئية، ألا وهي خاصية الأثير، لعب هذا الأخير دورا حاسما في تفسير النظريات العلمية وصياغة القوانين الطبيعية، فلقد افترضه العلماء أمثال "نيوتن" و"هوينجز" وغيرهما لحل مشاكلهم العلمية وظل قائما إلى غاية نهاية القرن التاسع عشر، كشرط أساسي تنتقل بموجبه الموجات الكهربائية المغناطيسية وبملاً ثانيا الكون، وكان لهذا الأثير خصائص عجيبة فهو أخف وألطف من الهواء جزيئاته دقيقة للغاية وموجودة بكمية وافرة وهو يتخلل كل الأجرام والأجسام الصلبة سواء كانت سائلة أو غازية وهو لا يرى وغير محدود، أفترضه نيوتن وفسر عن طريقه كل الظواهر المصاحبة لانتشار الضوء كما صاغ عن طريقه نظرية الجاذبية "فقد حسب نيوتن إنه إذا كان هناك متوسط الكثافة من الوسط الأثيري حوالي واحد من سبعمائة ألف جزء من الهواء وإن كان بالنسبة إلى الهواء أكثر مطاطية، حينئذ فإن مقاومة الوسط كحركة الأجسام خلالها سيكون صغيرا جدا، فهو في الحقيقة واحد من ٦٠٠ مليون جزء من الماء، لذلك فإنه لن يكون لدينا شعور بتبدل الحركات بالنسبة للكواكب من خلال المقاومة الاحتكاكية حتى بعد عشرة آلاف سنة" (نفادي، ١٩٨٣، صفحة ١٢٢).

ورغم أن هذا الوسيط الأثيري فكرة افتراضية لا تؤيدها المشاهدات التجريبية بمعنى تصور افتراضي غير مختبر إلا أنه عاش طويلا دون أي دليل يثبت صحته. وسنوضح في ما هو آتي كيف تم التخلص من هذه الفكرة الافتراضية الخاطئة والضارة بعلم الفيزياء. ويمكن أن نضيف خاصية أخرى تمس لها علماء الفترة الكلاسيكية وهي خاصية استخدام المنهج التجريبي، وهو منهج يبدأ مثل ما هو معروف بالملاحظة أولا ثم التجريب الذي كان معياره صدق الفروض العلمية، ولكن هذا لا يعني أن علماء هذا العصر استنكروا لما يمدده لنا المنهج الرياضي من دقة ويقين في صياغة القوانين العلمية، بل بالعكس فلقد تم استخدامه في مواضع عدة، ولكن ليبقى التجريب الخاصية الأكثر شيوعا في تلك الفترة، وأشهر المناهج المستخدمة في تفسير الظواهر الطبيعية، وبالمنهج التجريبي اندفع الفيزيائيون يشرحون الكون بأجزائه لمعرفة العلاقات الضرورية الموجودة بين الأجسام وذلك بتحديد مواضع كتل الأجسام وسرعتها والمسافة الموجودة بينها "ولكن سرعان ما واجهتهم ظواهر لا سبيل إلى أن تخضع لمثل هذا المنهج وكان ذلك إيذانا بأزمة حادة في الفيزياء الكلاسيكية وهي أزمة منهجية في جوهرها"، (وباشلار، ١٩٩٣، صفحة ٦٨). إذ قدمت لنا الفيزياء المعاصرة على خلاف ما جاءت به الفيزياء النيوتونية أساليب جديدة للبحث كان لها أبعاد الأثر في تغيير نظرة العلماء للكون، وذلك من خلال الانتقال من الطريقة التجريبية إلى الطريقة الرياضية وإثبات أن الثانية أكثر جدارة في التعرف على أسرار الطبيعة وظواهرها الخفية بما في ذلك الظاهرة الضوئية، خاصة إذا علمنا أن

الطريقة الرياضية تعتمد على عدد معين من الفرضيات التي تجعلها أكثر تجريدا وابتعادا عن الخبرة والتجربة (ياسين، ٢٠١٢، صفحة ٥٥).

إن هذا الانقلاب الذي حصل على مستوى الأساليب والمناهج العلمية للبحث يعتبر عاملا حاسما ومساعدًا لظهور اتجاهات فكرية هامة كشفت لنا عن حقيقة وطبيعة هذا الكون فلم تعد نظرتنا إلى الكون مثل ما كانت في عهد جاليليو ونيوتن بل تبدلت وأصبحت تلك النزعة الميكانيكية غير ملائمة وغير قادرة على فهم الكون، خاصة بعد أن ثبت عدم جدوى المناهج التجريبية، وفي المقابل تم الإقرار بما تمده الطريقة الرياضية من فائدة وقدرة على وصف وتفسير الظواهر الطبيعية، ولكن رغم ما لاقتته الرياضيات من نجاح في القرن الأخير إلا أنها تعجز في حقيقة الأمر عن صياغة القوانين العلمية بدون تحقيق تجريبي والذي يعتبر مرحلة ضرورية لا يمكن الاستغناء عنها بعد عملية طرح الفروض الصورية، وعليه نجم على إثر هذا الانقلاب الذي حدث على مستوى الموضوع والمنهج لعلم الفيزياء، أن ظهرت نظريات جديدة حلت محل النظريات القديمة، وبالتالي تغيرت المبادئ والتصورات التي سيطرت على الفيزياء مدة طويلة من الزمن وبات من الضروري تجنب تلك المفاهيم المسبقة كالحركة الميكانيكية، وخاصة الأثير، والتعامل مع الظواهر كما هي في الواقع، فبدأت الفيزياء المعاصرة تشق لها طريقا جديدا معتمدة على الرياضيات والتجربة معا في رسم صورة عامة للظواهر الطبيعية والكونية، وبرزت نتيجة لذلك عقلانية جديدة لا تحرم نفسها من التساؤل وذلك لتفسير أكبر قدر ممكن من المواضيع الفيزيائية مثل الطاقة، الكهرباء، الضوء، المجال الذري، ولولا تحير العلماء وتساؤلهم عن تلك الوضعية التأزمية التي انحصرت فيها الفيزياء النيوتونية لما استطاعوا أن يتقدموا في أبحاثهم، وأن يحدثوا قفزات كيفية كبرى أو قطيعة إستمولوجية على حد تعبير "جاستون باشلار" جعلت علم الفيزياء يتقدم نحو ما هو أفضل، نحو قيام ثورتين علميتين: الثورة الكوانتية مع ماكس بلانك، والثورة النسبية مع آينشتاين، ولعل التساؤلات المطروحة في هذا الشأن هي: إذا كانت الفيزياء الكلاسيكية وما تبعها من أعمال محصورة في دائرة متناهية الصغر والتفسير العلمي فيها محدود؟ فكيف تم تجاوزها؟ وما هو الجديد الذي طرحه العلماء المعاصرون فيما يخص مسألة الضوء؟ وهل هؤلاء العلماء قادرون فعلا على معرفة الطبيعة الضوئية معرفة دقيقة وصارمة؟ وما طبيعة المنهجية التي سيتبعونها؟ وماذا بقي للتجربة في وقت عزفت فيه أعمالهم عن الفيزياء النيوتونية بدعوى أن الرياضيات هي المفتاح الوحيد لكل الرموز الطبيعية؟ وإذا حصل واتفقت الرياضيات مع التجربة فكيف نسلم بهذه المسألة ونحن نعلم أن نشأه وتطور الرياضيات كانت دائما بعيدا عن التجربة؟ وللإجابة عن هذه التساؤلات سنكتفي بطرح بعض الأعمال الفيزيائية المعاصرة، بنوع من التفصيل وتبيان طبيعة موقفها من الظاهرة الضوئية ومسألة الأثير (ياسين، نفس المرجع السابق، ٢٠١٢، صفحة ٥٦).

٢. نظرية الضوء وتفسيراتها العلمية عند العلماء المعاصرين:

شهد القرن التاسع عشر أفول نجم النظرية الجسيمية وبزوغ نجم النظرية الموجية التي بعثت من جديد بفضل ما قدمه العالم الفيزيائي الإنجليزي "توماس يونغ" Thomas young (١٧٧٣/١٨٢٩) عن ظاهرة التداخل الموجودة

بين الموجات، ذلك أن التقاء الموجات الضوئية وحركة موجات الماء أمر يؤكد طبيعته الضوء، من حيث هو حركة موجية لا من حيث هو حبيبات ضوئية صغيرة منطلقة كما افترض نيوتن (محمد، بدون ذكر السنة، صفحة ١٧٢). ومن ناحية أخرى استطاع الفيزيائي الفرنسي "أوغسطين فرينال" Augustin Fresnel (١٧٨٨/١٨٢٧) في بداية القرن التاسع عشر من أن يفسر ظاهرة الظل الذي ارتكز عليها نيوتن في تفسير نظريته الجسيمية، وأوضح أن الشعاع يتوزع بسرعة وينحرف عند الزوايا كما يفعل الصوت (محمد، نفس المرجع السابق، ب.س، صفحة ١٧٣). هذا واستطاع "فوكو" Léon foucault (١٨١٩/١٨٦٨) أن يحسم الأمر نهائيا بإجراء تجربة فاصلة عالج من خلالها نقطة أساسية تختلف فيها النظريتين، وهي تصور سرعة الضوء وكيفية انتقاله في الأوساط المختلفة، بحيث قال نيوتن أن الضوء ينتقل بسرعة أكبر في الوسط الكثيف؛ يعني أنه ينتقل في الماء بسرعة أكبر من انتقاله في الهواء، بينما قال "هوينجز" أن سرعة انتقال الضوء في الماء أقل من سرعة انتقاله في الهواء، وهنا حسم الأمر مع العالم الفرنسي "فوكو" عام ١٨٥٠ "حين صمم مقياس لسرعة الضوء في المسافات القصيرة ووجد أن الضوء أقل سرعة في الماء عنه في الهواء" (علي، ١٩٨٣، صفحة ١٦٦).

من ثم أثبت الطابع التموجي للضوء ووضع حدا للتفسير الجسيمي للأشعة الضوئية. وربما يجب أن نشير إلى نقطة مهمة هنا وهي أن معظم ما شهده القرن التاسع عشر من تجارب وبحوث فيزيائية إنما كان امتدادا للميكانيكا الكلاسيكية، وبفضل توالي أبحاث العلماء تحددت التجارب على المجال الضوئي وهذه المرة مع الفيزيائي الإنجليزي "ميشال فرادي" faraday Michael (١٧٩١/١٨٦٧) والأسكتلندي "جيمس كليرك ماكسويل". أدرك فرادي من خلال التجارب التي قام بها أن قانون الجذب العام لنيوتن، قاصر عن تفسير طبيعة التجاذب الموجود بين الأجسام المادية، وذلك لأن القانون لا يشرح كيف يتم التجاذب بين القمر والأرض مثلا. فمن المستحيل "أن يحرك القمر مياه المحيطات بدون سلسلة من الاتصالات المستمرة بين القمر والأرض تكون على هيئة حزمة من الخيوط أو المطاطات. وبالتالي السؤال المطروح: ما الذي يقوم في الحقيقة بدور الخيوط أو المطاطات؟ (محمد، مرجع سبق ذكره، ب.س، صفحة ١٧٢).

ولفهم التفاعل والاتصال الموجود بين الأجسام المادية اقترح "فرادي" وجود هالة من التأثيرات لا مرئية كأخطبوط ضخم له زوائد عديدة سماها فرادي "خطوط القوى" عن طريقها يستطيع الجسم المادي أن يقوم بعملية الجذب والتنافر (محمد، المرجع نفسه، ب.س، صفحة ١٧٢).

وإذا نظرنا في النظرية التي وضعها "فرادي"، فسنجدها تمدنا بحل مقنع لغموض مشكلة الاتصال الكوني التي وقف "نيوتن" أمامها حائرا وعبر عنها بمصطلح أشد غرابة وهو التأثير عن بعد* فلقد ألغى "فرادي" هذا المفهوم وتم التعبير عن تلك الحركة المتصلة للقوى الكهربائية والمغناطيسية عبر الفضاء الخالي وذلك "باستخدام المفاهيم الرياضية كأداة

* تعتبر نظرية التأثير عن بعد الكهربائي بأنها سائل يتكون من جزيئات من نوع معين، تستقر داخل الأجسام المشحونة بالكهرباء، ويتدفق عبر دوائر أو دارات كهربائية. فقد كان يفترض بأن عناصر كهربائية منفصلة تتبادل التأثير بعضها بعضا، وعن بعد عبر المكان الفارغ أو الخلاء، بقوة تتوقف على المسافة الفاصلة بينها وعلى حركتها.

ضرورة لاحتواء الظواهر الفيزيائية الخفية على يد العالم "كلارك مكسويل" بدون الرجوع إلى مفهوم التأثير عن بعد. وبهذا التتويج العلمي عرفت الفيزياء لأول مرة في تاريخها مفهوم جديد لم يكن موجودا من قبل هو مفهوم "المجال" الذي أصبح يشكل الأساس لكافة النظريات الفيزيائية بدء من ماكسويل وصولا إلى آينشتاين واضع النظرية النسبية، ولكن رغم قوة الجانب الرياضي لنظرية ماكسويل الكهرومغناطيسية إلا أن العلماء تحفظوا في الأخذ بهذه النظرية، لأنهم لم يعهدوا هذا المجال الرياضي المجرد المستعصي على التجربة والخبرة الحسية هذا من جهة، ومن جهة أخرى استناد نظرية "ماكسويل" على فرضية الوسط الأثيري والتي ظلت قائمة في أبحاثه كأساس لا يمكن الاستغناء عنه في تفسير انتقال الموجات الضوئية، ومثل ما سبق وأن أشرنا خاصة الأثير هذه هي خاصية خيالية تتميز بالمرونة والصلابة وتنتشر عبر الفضاء، افترضها العلماء قديما من أجل حل ألغاز الكون، ولكن اليوم أصبحت مشكلة علمية ترهق العلماء في صياغة القوانين العلمية، ولهذا حاول كل من العالمين الفيزيائيين "ألبرت مايكلسون" و"إدوارد مورلي" من حل هذه المشكلة، وكان من رأيهما أنه إذا كان الفضاء فعلا مملوء بالأثير فإنه سوف يؤثر على سرعة شعاع الضوء المنطلق في اتجاه حركة الأرض تماما كما يبطئ الزورق عندما يسير في عكس اتجاه تيار المياه، وقد تم إنشاء جهاز لحل هذه المشكلة وهو جهاز يشطر حزمة ضوئية إلى شطرين ويرسل كل شطر منهما في اتجاه معاكس لاتجاه الآخر، بحيث ينطلق في اتجاه حركة الأرض أي اتجاه مضاد لحركة الأثير وينطلق الآخر في اتجاه مضاد لحركة الأرض أي في نفس اتجاه حركة الأثير (مدحت، ٢٠٠١، صفحة ١٧٩).

ومن خلال هذه التجربة توصلوا العالمان إلى حقيقة أنه لا يوجد فرق حقيقي بين سرعة شعاعي الضوء. كيف ذلك؟ فعند حساب سرعة سير الأرض اتجاه الأثير وكذلك ضده بالإشارات الضوئية، لاحظا العالمان أن السرعة تبقى ثابتة في كلا الاتجاهين.

ولدت هذه المسألة في نتائجها تناقضا، إذ أصبح بغير الإمكان إثبات الأثير مادام لا يؤثر في سرعة الضوء وبالتالي الأثير غير موجود لأن سرعة الشمس بقيت ثابتة ٣٠٠٠٠٠ كلم/ثا سواء الملاحظ الذي يقيسها يتحرك في اتجاه الشمس أو الاتجاه المعاكس لها. ولقد حاول كل من العالم الإيرلندي فيزجرال، والهولندي "لورنتز" Hendrik Lorentz (١٨٥٣/١٩٢٨) عام ١٨٩٠ إنقراض الأثير من مصيره المحتوم وذلك بتقديم معادلات رياضية تثبت أن حركة أي جسم بالنسبة للأثير تحدث انكماش في الجسم تجاه الحركة أي أن الأشعة الشمسية وهي من طبيعة كهرومغناطيسية، تتعرض لتقلص في اتجاه حركتها نحو الأرض وهذا التقلص هو السبب في بقاء سرعة الشمس ثابتة سواء كانت الأرض في اتجاهها أو تبتعد عنها. يتضح لنا لحد الآن أن التغيرات التي قدمت تدل دلالة واضحة على وجود صراع علمي معين وذلك من أجل تحديد جسيمية الضوء أو موجيته، وقد اتضح معنا ابتداء من هوينجز إلى غاية التجارب التي قدمت من أجل انقراض ظاهرة الأثير أن معظم التفسيرات قد أيدت النظرية الموجية ولكن هذا لا يمنع من أن البحث العلمي لم يتوقف، بل واصل طريقه ولكن هذه المرة أهملت النظرية الموجية لصالح النظرية الجسيمية وكان ذلك في بداية القرن العشرين على يد العالم الألماني "ماكس بلانك" والذي تصور الإشعاع ذو طبيعة جسيمية واستند في تفسيراته على تجربة بسيطة مفادها "حين يمر إشعاع في غاز ما فإن عددا قليلا من جزيئات هذا

الغاز تتبعثر بينما لا يتأثر عدد كبير من الجزيئات بمرور الإشعاع فإذا كان الإشعاع مؤلفا من موجات تسير عبر الأثير لا تبعثت جزيئات الغاز، ومن ثم أيد بلانك النظرية الجسيمية في الضوء." (الله، ٢٠١٤، صفحة ٢٣٥).

وأظهر عجز النظرية الموجية القائلة بأن الإشعاع إنما هو موجات. ولقد أيد "آينشتاين" موقف "بلانك" من النظرية الجسيمية وأثبت سنة ١٩٠٥ أن الطاقة تحدث على دفعات وأننا لا نواجهها إلا في سلوك كمومي، أي على شكل كموم ولقد استخدم تجربة بسيطة لإثبات أن الضوء من طبيعة جسيمية قوامها تسليط حزمة من الضوء على صفيحة معدنية ليتسبب هذا الاصدام الذي حدث بين الضوء والصفيحة في اقتلاع عدد من الإلكترونات، وكلما كان الضوء قوي كان عدد الإلكترونات المتطايرة في الهواء أكبر؛ يعني كلما زاد التواتر زاد عدد الإلكترونات وكلما قل التواتر انخفض عدد الإلكترونات، وما هو معلوم أن طول الموجة أو قصرها هو الذي يحدد عدد الإلكترونات المنتزعة من الصفيحة باعتبار أن التواتر يقل وتقل معه عدد الإلكترونات إذا كانت الموجة أطول والعكس إذا كانت الموجة أقصر كاستعمال أشعة X مثلا أو الأشعة فوق بنفسجية فإن التواتر يزداد وتزداد عدد الإلكترونات (ساهر، ٢٠٠٢، صفحة ٥٤).

وهذه الظاهرة لا يمكن أن تحدث إذا كان الضوء عبارة عن موجة تتحرك في الأثير بل لا بد أن يكون الضوء تيارا من حبيبات تندفع بطاقة معينة من شأنها اقتلاع الإلكترونات من الصفيحة "ولقد أطلق على هذه الحبيبات إسم الفوتون (ساهر، نفس المرجع السابق، ٢٠٠٢، صفحة ٥٣).

وأطلق إسم الكهروضوئي على الظاهرة نفسها، ولكن تواجها مشكلة هنا وهي أننا عندما نتحدث عن التردد في ظاهرة الكهروضوئي التي قال بها "آينشتاين" فسوف ننظر في هذه الحالة إلى الضوء باعتباره موجات لا حبيبات لأن التردد هو عدد الموجات التي تعتبر نقطة معينة، إذن لنطرح السؤال من جديد هل الضوء ذو طبيعة موجية أو جسيمية؟

٣. طبيعة الضوء الثنائية:

لقد برهن العديد من العلماء على أن الضوء ذو طبيعة موجية مما جعل البعض منهم يدافع على فرضية الأثير الخيالية، وذلك من أجل الحفاظ على التفسير الموجي، ولكن مع بداية القرن العشرين ومع علماء الكوانتوم بالذات اختلف الأمر بحيث نتحت فكرة الأثير نهائيا من الساحة العلمية إلا أنهم رغم ذلك استبقوا على التفسير الموجي، ذلك عندما وجدوا أن "مرور حزمة من الأشعة خلال فتحة ينشأ عنها دائرة مضيئة محددة على الحاجز لكن إذا صغرنا الفتحة فصارت في حجم ثقب الإبرة فستنشأ عن ذلك دوائر متبادلة من الضوء والظل على الحاجز وتسمى هذه الظاهرة ظاهرة الحيود" (فهيم، مرجع سبق ذكره، ١٩٨٢، صفحة ٣٥).

* لقد برهن في القرن ١٩ توماس يونغ على ظاهرة الحيود عندما استخدم الشمس كمنبع ضوئي فجعل ضوءها يمر من فتحة إلى حاجز صنع فيه ثقبين صغيرين جدا على خط عمودي، يمكن تغطية كل منهما بصفيحة معدنية ووراء الحاجز هنالك جدار يتلقى الضوء القادم من أحد الثقبين أو من كليهما، سمح يونغ لنور الشمس أن يمر من أحد الثقبين وكان الآخر مغلقا فوجد على الجدار بقعة ضوئية

تثبت هذه الملاحظة بما لا يدع مكان للشك أن الضوء هو طاقة متصلة يرتحل أثرها في موجات. كما أثبتت نظرية "آينشتاين" أيضا بأن الضوء ذا بنية جسيمية تؤلفها الفوتونات، وهكذا تتوفر لدينا حقيقة علمية جديدة وهي أن الضوء موجة وجسيم في نفس الوقت. لقد هزت هذه الحقيقة أركان الفيزياء التقليدية وأصبح من المعقول التوفيق بين حقيقتان تتنافى إحداهما مع الأخرى لأن الأثر الطاقوي شيء والجسيم شيء آخر. ولقد عبر "ريشنباخ" عن هذا الموضوع بقوله: "ولقد كانت نقطة التحول في تطور نظريات الضوء والمادة هي فكرة تقدم بها العالم الفيزيائي الفرنسي "لوي دوبرويلي" ففي الوقت الذي كان فيه علماء الفيزياء يكافحون من أجل حل مشكلة ما إذا كان الضوء مؤلفا إما من جزئيات وإما من موجات تجرأ برولي بإعلان الفكرة القائلة أن الضوء مؤلف من جزئيات ومن موجات معا، بل لقد بلغت به الجرأة إلى حد نقل هذه الفكرة إلى ذرات المادة التي لم يفسرها أحد من قبله على أساس موجي، فوضع نظرية رياضية يكون فيها كل جزيء صغير من المادة مقترنا بموجة وهكذا حل محله (ريشنباخ، ٢٠٠٧، صفحة ١٦٣).

أما فكرة معا يعني أن لتفسير طبيعة الضوء يجب الأخذ بالنظرية الجسيمية والموجية معا، بل أن هذه الثنائية التوفيقية هي تفسير علمي رياضي إنسحب حتى على المادة أيضا وبخاصة على الإلكترون، وأظهر "لوي دوبرويلي" أنه بإمكان موجة مادة أن تتوافق بنفس الطريقة مع حركة الإلكترونات مثلما تتوافق الموجه الضوئية مع حركة الكم الضوئي (حاتم، ٢٠١١، صفحة ٢٥).

إذن لا مناص من الأخذ بالنظريتين واعتبار أن الضوء ذو طبيعة ازدواجية فمرة يكون جسيما ومرة آخر يكون موجي، فإذا كان في الفضاء يكون موجي، أما إذا اصطدم بالأجسام يصبح جسيما بدليل وجود الظل، ولقد عبر "جيمس جينز" عن هذه الطبيعة الازدواجية بقوله: "أن الصورة الجسيمية هي الأنسب عندما يسقط الإشعاع على مادة وأن الصورة الموجية هي الأنسب عندما ينتقل خلال الفضاء"، (رجب، ١٩٨١، صفحة ١٨٢). وهذا فعلا ما أكدته معادلات "لوي دوبرويلي" الرياضية والتي تقول: "إن الشعاع الضوئي يتألف من جسيمات باستمرار، وتوافر هذه الموجه يتناسب مع طاقة الفوتون حسب قانون بلانك ($Q = H \times F$)، بمعنى عندما ينتشر الفوتون ويسير في الفضاء يكون مصحوبا دوما بموجة من عنده وتجعله يشتغل حيز لا يمكن ضبطه بدقة ولكن عندما يكتشف الفوتون عن موقعه بالضبط فإنه يتخلى عن مظهره الموجي ويصبح بالإمكان ضبط موقعه باحتمال يتناسب مع شدة الموجه وإذا تم الكشف عن الطبيعة الموجية للفوتون فمن المستحيل الكشف عن طبيعته الجسيمية (ساهر، مرجع سبق ذكره، ٢٠٠٢، صفحة ٥٦).

إذن لقد تجرأ برولي بإعلان الفكرة القائلة بأن الضوء يكون له سلوك الجزئيات وكذا الموجات وتجلت عبقريته في صياغة هذا الرأي في حلول رياضية تعتمد معادلات "آينشتاين" و"بلانك"، ولقد حددت حلوله الرياضية طول

غير منتظمة تماما يتداخل عند حوافها النور والظل لأن الضوء قد حاد عند الثقب ثم سمح للضوء أن يمر عبر الثقبين معا فوجد على الجدار بدلا من بقعتي ضوء تمثلان حيود الضوء عند الثقبين وجد عددا من المناطق المضيئة والمناطق المظلمة المتساوية وهنا أثبتت الطبيعة الموجية للضوء.

الموجات المرافقة للمادة مثبتاً أنه كلما أزداد عزم الجسيم كلما قصرت الموجة المرافقة له، لكن هذا التفسير لم يقنع "شرودينجر" Erwin schrodinger (١٨٨٧/١٩٦١) الذي ينفي تماماً وجود جزيئات، وإنما يفسر ما نلاحظه أنه عبارة عن حزمة من الموجات تتجمع أثناء مرورها مما تبدو للباحث أنها تسلك سلوكاً جسيمياً، لكن "ماكس بورن" Max born (١٨٨٢/١٩٧٠) رفض التفسيرين معا ونقصد هنا تفسير "لوي ديبروري" و "شرودينجر" ونفي عن الموجات أي طبيعة مادية معتبراً حقيقتها مقادير رياضية فحسب صاغها صياغة احتمالية، وهو ما أكدته فيما بعد "هيزنبرغ"، وعبر عنه بمبدأ اللاتعائن والذي يعني أنه من المستحيل إثبات موقع وسرعة الإلكترون عند دورانه حول النواة في وقت واحد، وإنما العمل هنا يكون على حساب الموقع والسرعة كل على حدى، وبذلك النتائج تكون احتمالية تقريبية، هذا ولما بدأ علماء الكوانتوم يفسرون الظواهر الفيزيائية وخاصة تلك المتعلقة بالمادة والضوء على أسس ومبادئ علمية جديدة، كان لزاماً عليهم أن يقفوا من مسألة المنهج موقفاً يتلاءم مع نظرهم العامة للكون، فلقد أوحى تلك التطورات التي مروا بها إلى ضرورة التخلي عن المنهج التجريبي بصورته الكلاسيكية القديمة، إذ لم يعد بالإمكان التنبؤ بنتائج يقينية مطلقة، أي بشكل حتمي، إذا عرفت الشروط الابتدائية لأي حادثة ما لأن العلماء اليوم أصبحوا يتعاملون مع كائنات غير قابلة للملاحظة ومع جسيمات ذرية لا يمكن رصدها، مما يستدعي التعامل هنا مع فرض صوري يتحرك على أساسه العلم، فرض يفترضه العقل ويبدعه ابتداءً ثم يستنبط نتائجه (ساهر، المرجع نفسه، ٢٠٠٢، صفحة ٥٧).

الختامة:

إن ما يمكن إستنتاجه هو أن أهم ما في الفيزياء المعاصرة، أنها تجاوزت واستبعدت الكثير من المفاهيم والمبادئ الكلاسيكية القديمة التي كان يرتكز عليها الأساس الميكانيكي الجبار، الذي فرضه نيوتن في تفسير الظواهر الطبيعية كمفهوم المطلق، الأثير، الحتمي، وغيرها من المفاهيم التي سيطرت على التفسير الفيزيائي التقليدي القديم، ومن ثم أصبح من الضروري وضع صورة جديدة للمنهج العلمي في سبيل استبعاد المنهج الاستقرائي القائم على الملاحظة والتجربة، بدعوى أنه غير صالح لاستنتاج حقائق فيزيائية مهمة في بحث الظاهرة الضوئية. إن النظريات العلمية المعاصرة، قدمت لنا مناهج بحث جديدة، تتفق إلى حد بعيد مع ما تمده لنا الصيغ والمعادلات الرياضية من مقدرة كبيرة على فهم الظاهرة الضوئية، وذلك بالاعتماد على عدد من الفرضيات يقوم فيها الاستنباط بدور يفوق دور الملاحظة والتجربة، وبهذا يمكن القول أن قيمة المنهج الاستقرائي في الأوساط العلمية المعاصرة قد ترحلت، بعد كل ما وجه إليه من انتقادات، على أساس أنه أصبح غير كافٍ إذا كان بمفرده في أداء مهمته العلمية، وهذا يعني أنه بحاجة إلى فرض يؤطره ويوجهه، وذلك لا يكون إلا إذا توفرت الابتكارات الذهنية والعقول الرياضية التي تساعد العلماء على فهم الطبيعة، وهذا ما صرح به "ماكس بلانك" الذي بفضلته تحول جيل من العلماء إلى استخدام المعادلات الرياضية في الأغراض العلمية. فلقد كان "ماكس بلانك" أول من نقل علماء الفيزياء من "التفسير الميكانيكي المحسوس إلى التفسير الصوري اللامحسوس، أي أنه استبدل المنهج الاستقرائي بالمنهج الرياضي

الاستنتاجي، ليعد هذا العمل قفزة عملاقة حققها عندما اجتاز الفجوة الفاصلة بين العالم المحسوس الماثل في الفيزياء الكلاسيكية إلى العالم اللامحسوس الماثل في فيزياء الكوانتا، ونود أن نختتم عملنا هذا بنقطة مهمة وهي أن المنهج العلمي الجديد هو ألصق بالفروض، وهذا النوع من الفروض وثيق الصلة بالاستدلال الرياضي حيث يقوم الاستنباط هنا بدور يفوق دور الملاحظة والتجربة وعلى العالم أن ينتقل وسط صياغات رياضية معقدة تنتهي به إلى نتيجة يمكن أن تخضع للملاحظة. فالضوء مثلا ونظرا لأنه متناه في الصغر، ومن ثم لا نستطيع إخضاعه للملاحظة المباشرة بحيث تتساوى في تفسيره نسبة الصدق والكذب، فإن النتائج المتوصل إليها أثناء البحث عن طبيعة الضوء هي نتائج قائمة على صيغ رياضية بحثية، ومن ثم هذه المعادلات أو الصيغ ما هي إلا تصورات فكرية تساعد العالم على فهم أوسع للعالم الخارجي بطريقة تجريدية تجعل من الباحث يستخدم خياله وذنه في صياغة القوانين العلمية، إذن الحادثة الفيزيائية في هذه الحالة هي من صنع الباحث الذي يساهم بوعيه في صنع خواصها، من خلال الرصد والمراقبة، ليصبح هنا من غير الإمكان صياغة قوانين النظريات العلمية المعاصرة بغير الرجوع إلى الوعي الانساني العلمي الحر، وفي هذه الحالة يصبح العالم مجرد صيغ وفروض يمكن اقتراحها متى سمح الوضع لذلك. إذن المسائل الفيزيائية في هذه الحالة طورت من مفهوم التجربة العلمية الكلاسيكية ليصبح لدينا كيانات ووقائع ذهنية، الخيال والعقل هما معملها، والورقة والقلم هم أجهزتها، أي اختفت تلك الصورة التقليدية للمعمل، بما يملكه من أجهزة وأدوات، وخير مثال على ذلك معادلة "شرودنجر" الموجية، وموجات الاحتمال التي تنبأ بها "نيلز بوهر".

قائمة المراجع:

١. إسلام أحمد مدحت. (٢٠٠١). الكون في فكر الانسان قديما وحديثا (الإصدار د.ط.). القاهرة: دار الفكر العربي.
٢. السيد نفادي. (١٩٨٣). الضرورة بين الفلسفة والعلم (الإصدار الطبعة ٠١). بيروت (لبنان): دار التنوير للطباعة والنشر.
٣. بوعزة ساهل. (٢٠٠٢). المرجع نفسه (الإصدار الطبعة ٠١). الدار البيضاء: دار القرويين.
٤. بوعزة ساهل. (٢٠٠٢). علم الهندسة بين العلماء والفلاسفة، من مرحلة التأسيس إلى مابعد الأزمة (الإصدار الطبعة ٠١). الدار البيضاء: دار القرويين.
٥. بوعزة ساهل. (٢٠٠٢). مرجع سبق ذكره (الإصدار الطبعة ٠١). الدار البيضاء: دار القرويين.

٦. بوعزة ساهل. (٢٠٠٢). نفس المرجع السابق (الإصدار الطبعة ٠١). الدار البيضاء: دار القرويين.
٧. جينز جيمس، تر: جعفر رجب. (١٩٨١). الفيزياء والفلسفة. القاهرة (مصر): دار المعارف.
٨. حسن شعبان، برونشفيك وباشلار. (١٩٩٣). بين الفلسفة والعلم "دراسة نقدية مقارنة" (الإصدار الطبعة ٠١). الجزائر: دار التنوير للطباعة والنشر.
٩. خليل ياسين. (٢٠١٢). مقدمة في الفلسفة المعاصرة، دراسة تحليلية ونقدية للاتجاهات العلمية في فلسفة القرن العشرين (الإصدار الطبعة ٠١). الجزائر: دار الشروق للنشر والتوزيع.
١٠. خليل ياسين. (٢٠١٢). نفس المرجع السابق (الإصدار الطبعة ٠١). الجزائر: دار الشروق للنشر والتوزيع.
١١. زواوي بغورة. (بدون ذكر السنة). مدخل جديد إلى فلسفة العلوم-دراسة تاريخية نقدية-، مع نصوص مترجمة. عين مليلة الجزائر: مطبعة دار الهدى.
١٢. زيدان محمود فهمي. (١٩٨٢). مرجع سبق ذكره. القاهرة (مصر): دار النهضة العربية للطباعة والنشر.
١٣. زيدان محمود فهمي. (١٩٨٢). مرجع سبق ذكره (الإصدار د.ط.). القاهرة (مصر): دار النهضة العربية للطباعة والنشر.
١٤. زيدان محمود فهمي. (١٩٨٢). من نظريات العلم المعاصر إلى المواقف الفلسفية. القاهرة (مصر): دار النهضة العربية للطباعة والنشر.
١٥. زيدان محمود فهمي. (١٩٨٢). نفس المرجع السابق. القاهرة (مصر): دار النهضة العربية للطباعة والنشر.
١٦. صلاح محمود عثمان محمد. (ب.س.). المرجع نفسه (الإصدار الطبعة ٠١). الاسكندرية (القاهرة): منشأة المعارف.
١٧. صلاح محمود عثمان محمد. (ب.س.). مرجع سبق ذكره (الإصدار الطبعة ٠١). الاسكندرية (القاهرة): منشأة المعارف.
١٨. صلاح محمود عثمان محمد. (بدون ذكر السنة). الاتصال واللاتناهي بين العلم والفلسفة. الاسكندرية (مصر): منشأة المعارف.
١٩. صلاح محمود عثمان محمد. (بدون ذكر السنة). نفس المرجع السابق. الاسكندرية (القاهرة): منشأة المعارف.
٢٠. فرانك فيليب: ترجمة علي علي. (١٩٨٣). فلسفة العلم-الصلة بين العلم والفلسفة- (الإصدار الطبعة ٠١). لبنان (بيروت): المؤسسة العربية للدراسات والنشر والتوزيع.
٢١. محمود فهمي زيدان، ومحمد فتحي عبد الله. (٢٠١٤). الاستقراء والمنهج العلمي (الإصدار الطبعة ٠٢). القاهرة (مصر): دار الوفاء لنديا الطباعة والنشر.

٢٢. هانز ريشنباخ. (٢٠٠٧). *نشأة الفلسفة العلمية* (الإصدار الطبعة ٠١). لبنان (بيروت): دار الوفاء والنشر لدني الطباعة والنشر.
٢٣. هيزنبرغ فريتر، تر: صلاح حاتم. (٢٠١١). *الفيزياء والفلسفة* (الإصدار الطبعة ٠١). سوريا: دار الحوار للنشر والتوزيع.