عدد **14** ديسمبر (2000)، 111-123

مبدأ "النظام السوي" عند ريشنباخ وتطبيقاته في العالم المتناهي الصغر (الذرة والضوء)

ملخص

يتناول المقال مبدأ "النظام السوي" وتطبيقاته في مجال العالم الفيزيائي متناهي الصغر، ذلك أنه من السهل ملاحظة العالم الخارجي، ومن ثم حساب النتائج بدقة، والتنبؤ بما سيحدث. أما في العالم متناهي الصغر، فنجد مجموعتين من الظواهر:
المجموعة الأولى يمكن ملاحظتها، وحساب نتائجها، مثل ظواهر العالم الكبير. أما المجموعة الثانية لا يمكن ملاحظتها، ومن ثم يستحيل حساب نتائجها بدقة فيتساوى اليقين باللاّيقين، ونسبة الصدق بنسبة الكذب، وكنموذج على ذلك تقدم الإجابة عن التساؤل، هل طبيعة الضوء والمادة جسيمية أم موجية؟

أ. علي بوقليع
قسم الفلسفة
جامعة منتوري
قسنطينة (الجزائر)

لقد هاجم *ريشنباخ* الفلسفة التأملية الكلاسيكية التي اتخذت العقل وسيلة لاكتساب المعرفة، والمنهج العقلي الاستنتاجي كطريقة موصلة إلى نتائج يقينية، معتقدا أنها تتعارض والعلم، بل ذهب إلى أبعد من هذا، فقد حمل الفلاسفة العقليين أو المثاليين (لا يفرق بين العقلي والمثالي) التأخر الذي أصاب العلم، معتبرا أن بداية الفلسفة كان القرن التاسع عشر الذي ظهرت فيه بوادر الفلسفة العلمية التي لا فلسفة غيرها - ذلك أنها بالإضافة إلى كونها تجمع وفرت الكشوف الفنية،إضافة للتحليلات المنطقية الزاخرة، فإنها تربت وترعرعت بين أحضان العلم الجديد.

كما يعترف أن هذه الفلسفة العلمية لم يؤسسها فلاسفة عقليون، وإنما تأسست على يد رياضيين أو فيزيائيين أو بيولوجيين أو علماء نفس. حيث انصب اهتمامهم ليس على بناء أنساق فلسفية-

Résumé

Cet article a pour objectif de montrer comment appliquer "le système normale" dans la philosophie de Reichenbach.

Ce système explique que, dans le monde macrophysique, il est aisé d'observer les phénomènes, de prédire et de calculer les résultats. Par contre, dans le monde microphysique, on distingue deux sorte des phénomènes:
- des phénomènes observables, dont on peut calculer et prédire les résultats avec certitude.
- Des phénomènes non observables, dont il est impossible de calculer et de prédire les résultats.

© جامعة منتوري، قسنطينة، الجزائر2000

كما فعل العقليون - وإنما على "إيجاد حلول لمشكلات يصادفها العالم خلال بحثه العلمي، وهي مشكلات تتحدى الوسائل الفنية التي كانت تستخدم حتى ذلك الحين، وتقتضي إعادة اختبار أسس المعرفة وأهدافها".

أما أهم المشكلات التي تتعرض لها هذه الفلسفة العلمية دراسة الواقع الفيزيائي، وبالأخص في مظهريه "الذرة والضوء".

أولا : الذرة

لبناء فلسفته العلمية، انتهج *ريشنباخ* مرحلتين:

المرحلة الأولى: سماها "مرحلة الخطأ"، انتقد فيها الفلسفة التأملية التي اتخذت من العقل أداتها، ومن الاستنباط والتأمل العقلي منهجا لها.

أما المرحلة الثانية التي سماها "مرحلة الصواب"، والتي أقامها على أنقاض المرحلة الأولي، فهي التي سماها المرحلة العلمية التي تستعمل التجربة أولا والعقل ثانيا كأدوات، والمنهج الفرضي الإستنباطي كمنهج لها، وتحاول صياغة كل ما تقدمه الملاحظة والتجربة صياغة كمية. وحتى يتم هذا الانتقال فإنه تكلم ضمنيا على مرحلة تتوسط المرحلتين - وإن لم يقف عندها طويلا لأنها مرحلة انتقالية لا غير مهدت لظهور المرحلة التي تلتها، - وهي المرحلة التي استعملت فيها الملاحظة والتجربة لوحدهما كأداة لاكتساب المعرفة، وانتهجت المنهج الاستقرائي. صحيح أنها لم تقع في الأخطاء التي وقعت فيها المرحلة الأولى، إلا أنها كذلك لم ترق إلى صحة المرحلة الثانية.

وبنفس المنهج حاول أن يطبق فلسفته العلمية على الواقع الفيزيائي، حيث يقر بوجود ثلاث مراحل كان موضوعها المشترك هو الواقع الفيزيائي (الذرة والضوء)، إلا أن لكل مرحلة وسائلها وأدواتها التي استعملتها في دراستها لهذا الواقع.

المرحلة الأولى: والتي يسميها مرحلة الخطإ أو التبرير العقلي، رغم أنه يعترف بوجود محاولات فلسفية لدراسة الواقع الفيزيائي في هده المرحلة وبالأخص دراسة المادة وأقسامها والاستدلال على وجود الذرة، حيث قام اليونان بأول محاولة لتفسير الذرة _ إلا أن تبنيهم التأمل العقلي منعهم من الوصول إلى نتائج علمية. ويستشهد بما حققه *ديمقريطس* (420 ق م) في هذا المجال، والذي حاول تقديم تفسيرا مقنعا للخصائص الفيزيائية للمادة مثل قابليتها للإنضغاط والانقسام. فقد توصل *ديمقريطس* إلى افتراض تأليف المادة من الجزيئات الصغيرة، بدليل أنه إذا ضغطنا على المادة يحدث تقارب أكثر للذرات المكونة لها دون أن تتأثر، والتي من خاصيتها الصلابة، لهذا يظل حجمها بلا تغير.

أما كيف كانت تتماسك هذه الذرات فقد فسرها فلاسفة اليونان بأنها تتماسك بواسطة خطافات صغيرة. ثم حاولوا التمييز بين ذرات مكونة للمادة ذات طبيعة لطيفة، كالنفس والنار بأنها ذرات "شديدة الصغر والنعومة، بينما تتكون الأجسام الأكبر حجما من ذرات متساوية الحجم، وقد استمدوا هذه التفسيرات مما يحدث على شاطئ البحر، أين تنتقي أمواج البحر الحصى ذات الأحجام المتساوية" (1).

إن الهدف من عرضه لهذه التفسيرات المقدمة، بيان عجز وفشل العقل والاستدلال التأملي للوصول إلى نتائج علمية مقبولة دون الاستعانة بالملاحظة، لذلك يعتقد أن نظرية *ديموقريطس* إنما هي مثل واضح لما يستطيع الاستدلال العقلي أن يحققه، ومالا يستطيع بلوغه. ومن ثم فقدرة العقل - في رأيه - هو تقديم تفسيرات ممكنة، أما الحكم على هذه التفسيرات بالصحة والخطأ فإنه أمر لا يمكن معرفته عن طريق الاستدلال، وإنما ينبغي أن يترك للملاحظة، لذلك فإن اليونانيين _ ونظرا لهيمنة التأمل العقلي على تفكيرهم لم يستطيعوا التخلص منه، ولهذا لم يحاولوا إخضاع ما فسروه للملاحظة والتجربة وإنما "حاولوا تكملة النظرية بنظرية أخرى بدلا من تكملتها بالملاحظة" (2).

لقد سعى *ريشنباخ* بموقفه هذا من الفلسفة اليونانية إلى إبراز دورها السلبي في مسيرة العلم، ويعتقد أنها لو تخلصت من هيمنة المنهج التأملي العقلي لاستطاعت أن تقدم للإنسانية تفسيرات مقبولة في مجال الواقع الفيزيائي. فهو بهذا أهمل دور العامل الاجتماعي في تطوير الفكر البشري وأثره في التفسيرات التي تقدم، فحاكم نظريات اليونان من وجهة العصر الذي عاش فيه، بمعنى أنه لم يضع النظرية اليونانية في سياقها التاريخي، وإنما ثمّن القديم بالحديث دون مراعاة الظروف المحيطة، وهذا إجحافا في حق العلم، ذلك لأن للعلم تاريخا، ولولا ما وصل إليه أسلافنا لانطلقنا من نقطة الصفر، ولما وصل العلم إلى المستوى الذي هو عليه الآن.

<u>المرحلة الثانية</u>: والتي يتجاهل فيها *ريشنباخ* كل المجهودات التي بذلت في مجال تفسير الذرة، خصوصا في الحضارة الإسلامية، وفي عصر النهضة الأوروبية. ويعتقد أن كل التفسيرات التي قدمت هي من نوع التفسيرات التي رفضها سابقا. ولهذا لم تزرع نظرية الذرة في تربة خصبة إلى حد ما إلا في نهاية القرن الثامن عشر وبداية القرن التاسع عشر أين "اقتلعت من تربة التأمل الفلسفي وأعيد غرسها في تربة البحث العلمي" (3)، حيث بدأ البحث العلمي الجاد، ووضع لها أساس من التجارب الكمية قبل مستهل القرن التاسع عشر مباشرة، ثم يستشهد بالمجهودات التي قام بها بعض الفيزيائيين في هذا المجال، منهم *جون دالتون* (4)، الذي قاس نسب الأوزان التي تدخل بها العناصر الكيميائية في مركبات، ثم أثبت أن هذه النسب ثابتة يمكن التعبير عنها بأعداد صحيحة وبسيطة، وكمثال على ذلك أن عنصري الهدروجين والأكسجين يتحدان بنسبة واحد إلى اثنين (أي ذرتين من الهيدروجين وذرة من الأكسجين).

ثم توالت البحوث العلمية التي تعتمد على الملاحظة والتجربة مستعملة في ذلك لغة الكم في المجال الذري. صحيح أنها ليست دقيقة دقة مطلقة _ إلا أنها "تقدم تفسيرات مقنعة" (5).

من النظريات التي استعملت للبرهنة على وجود الذرة "النظرية الحركية للغازات"(6) التي استطاعت أن تحسب عدد الذرات أو الجزئيات في البوصة المكعبة الواحدة، وأن تفسر السلوك الحراري أي (الحرارة) تفسيرا ذريا. بل إن التطور الذي أحرزته الكيمياء في مجال الصناعة يرجع أساسا إلى النظرية الذرية.

في هذه الأثناء ظهرت نظرية أرجعت الكهرباء إلى جملة من الذرات الدقيقة أطلق عليها فيما بعد (الإلكترونات) التي تحمل شحنة كهربية سالبة، ثم أكتشف في وقت لاحق إلكترونات موجبة تسمى "البوزيترون"، و"النيترون". ثم وضع *نيوتن* (7) النظرية الجسيمية للضوء.

وبعد هذه الجولة في تاريخ الذرة ينتهي *ريشنباخ* إلى نتيجة حيث يقول: "وقرب نهاية القرن التاسع عشر، كانت الفيزياء قد وصلت إلى مرحلة تبدو نهائية، فقد بدا أن التركيب النهائي للضوء والمادة - وهما أعظم مظهرين للواقع الفيزيائي - أصبح معروفا، فالضوء مركب من موجات، والمادة من ذرات، وكان كل من يجرؤ على الشك في هذين الأساسين اللذين يقوم عليهما العلم الفيزيائي يعد دخيلا على العلم أو شخصا غريب الأطوار، ولم يكن أي عالم جاد يقبل أن يتجشم عناء مناقشته" (8).

بالفعل قد تبدو الفيزياء أنها اكتملت، ولكن ريشنباخ يعترف أنه لا يمكن الوصول إلى نتائج يقينية، لذلك يؤكد أن هناك نظريات فيزيائية دعمتها التجربة والملاحظة والعقل أماطت اللثام على الكثير من الظواهر الفيزيائية في المرحلة اللّاحقة.

المرحلة الثالثة: وتبدأ - في نظر *ريشنباخ* - في مستهل القرن العشرين، أين ظهرت وسائل جد متطورة بإمكانها ملاحظة وقياس الظواهر المتناهية في الصغر، كما ظهرت (نظرية الكوانتم) (9)على يد الأستاذ *بلانك* (10) سنة 1900م. ومن أبرزالنظريات التي حاولت أن تضبط تركيب الذرة هي نظرية *جوزيف جون طومسون* (11)، الذي استطاع أن يحل لغز الذرة ولو جزئيا، فقد أكتشف أنها تتركب من إلكترونات، هذه الأخيرة تتشابه من حيث التركيب في كل الذرات، وإنما تختلف فقط في العدد، ذلك أن لكل ذرة عددها الخاص بها.

أما أنجح نظرية في هذه الفترة هي التي قال بها *رادرفورد* (12) والذي شبه الذرة بالنظام الفلكي، حيث شبه الشمس بالنواة والكواكب الأخرى التي تدور حولها بالإلكترونات، ومن ثم فإن دوران الإلكترونات حول النواة تشبه دورة الكواكب حول الشمس، وبما أنه يوجد فراغ بين الشمس والكواكب، فإنه أيضا يوجد فراغ بين النواة والإلكترونات، أما حجته على ذلك فهو التجربة التي قام بها بواسطة أشعة "أكس"، حيث لاحظ أنها تخترق المادة مما يثبت وجود فراغ بين الذرات (13).

ثم توالت التفسيرات حول تركيب الذرة تتوسع وتتخذ شكلا دقيقا نسبيا، حيث أفترض *بليز بور*(14) - إضافة إلى تأييده لنظرية *رادرفورد* - أن لكل إلكترون عددا من المدارات التي يسبح فيها دون أن تصدر منه طاقة، أما إذا شرد من مدار إلى آخر فإنه في هذه الحالة فقط يصدر طاقة محددة. ثم أراد *صمرفالد* (15) أن يحدد عملية الدوران التي قام بها *رادرفورد* حيث حدد شكل الدوران بأنه إهليلجي، وهذا ردا على النظرية القائلة بأنه الشكل الدائري.

ثم تعمقت البحوث العلمية حول تركيب الذرة ودوران الإلكترون حول النواة، وذلك بإدخال الكم في هذه التفسيرات، ويعتبر *ريشنباخ* الفترة الممتدة بين عام 1926 و1936 رغم قصرها إلا أنها غنية بالمكتشفات الذرية والافتراضات العلمية، حيث "أمكن وضع

فيزياء جديدة لعناصر المادة، أتاحت لعالم الفيزياء أداة رياضية قوية كان عليه أن يتعلم الموجات والجسيمات" (16).

والنتيجة التي انتهت إليها الفيزياء هو أن الذرة تتكون من:

1- إلكترونات وتحمل شحنة كهربائية سالبة.

2- النواة والتي تتألف من نويات، وهو مصطلح يطلق تصغيرا للنواة وتتكون من:

ا. بروتونات ذات كهرباء موجبة، وظيفتها أنها تبطل مفعول الكهرباء السالبة التي تحملها الإلكترونات.

ب. نوترونات، و هي جزيئيات محايدة لا تحتوي على كهرباء.

وقد لاحظ علماء الفيزياء وجود تساو بين عدد الإلكترونات وعدد النيترونات مما جعلهم يعتقدون أن الذرة حيادية (أي لا كهرباء فيها).

إضافة إلى هذه الاكتشافات الدقيقة المتناهية في الصغر، فقد أكتشف علماء الفيزياء - خارج الذرة- عددا آخر من الجسيمات، لكنها لا تدوم زمنا طويلا، حيث أنها تزول في لمح البصر، مثل الميزون، والهيبرون، وجسيمات أولية أخرى أطلقوا عليها مضادات الجسيمات أي بوزيترون لا إلكتروني، بمعنى مضاد للإلكترون، ذلك أن له نفس الشحنة التي للإلكترون إلا أنها موجبة. ولم تتوقف البحوث العلمية في مجال الفيزياء فقد اكتشفت جسيمات أخرى - بعد موت *ريشنباخ* - منها مضاد البروتون، وهو عبارة عن جسيم له نفس الشحنة والكتلة للبروتون، ولكن شحنته الكهربائية سالبة.

ثانيا: طبيعة الضوء

إن الضوء أكثر الظواهر الطبيعية التي أحتك بها الإنسان، مما أدى به إلى محاولة تفسيرها تفسيرا يرضي فضوله، لكنها تفسيرات عامية، صعبت من مهمة العلماء فيما بعد، لأنه من الصعوبة أن يجد العلماء تفسيرا علميا يقنع به الجمهور الذي أقنعته التفسيرات العامية.

صحيح هناك محاولات قامت بها حضارات سابقة، كالحضارة الإسلامية متمثلة فيما قدمه *ابن الهيثم*، إلا أن البحوث الجادة في طبيعة الضوء لم تبدأ إلا في القرن التاسع عشر - حسب ما ذهب إليه *ريشنباخ* - أين ظهرت نظريات تبحث في طبيعة الضوء. هل هي جسيمية أم موجية ؟

يعترف *ريشنباخ* بوجود ثلاث نظريات، نظريتين متناقضتين، ونظرية توفيقية.

النظرية الأولى: وهي النظرية الجسيمية (المادية) ويمثلها نيوتن (17) الذي يفسر الضوء تفسيرا ماديا، بمعنى أنه يتركب من جزيئات صغيرة تسبح في الفضاء (18).

النظرية الثانية : وهي النظرية الموجية التي تعتبر الضوء "أحداث"والتي لا تكتمل إلا بالاعتماد على أشياء أخرى، بمعنى أنها عبارة عن أمواج تنتقل عبر الأثير(19) ويمثلها الرياضي الهولندي *هويغنز* (20).

ويتجلى صراعهم في تفسيرهم لبعض الظواهر الضوئية في:

1- ظاهرة الألوان أو ما عرفت بظاهرة (الطيف): لقد لاحظ الإنسان أن الضوء أبيض، مما جعله يتساءل عن مكوناته.

وهذا ما حاول أن يجيب عنه نيوتن - الذي كان يقلب في يديه عدسة انعكست عليها أشعة الشمس، فأنتجت ألوانا مختلفة، الأصفر والأخضر والأحمر والبنفسجي وغيرها(21). وقد فسر نيوتن هذه الظاهرة تفسيرا ماديا، حيث اعتقد أن اختلاف الألوان يعود أساسا إلى اختلاف الحبيبات الضوئية، ذلك أن لكل لون حباته الخاصة به، بحيث مثلا أن اللون الأحمر تكون حباته حمراء، والأخضر حباته خضراء، وهكذا دواليك.

لكن هذا التفسير لم يقنع أنصار النظرية الموجية، الذين أرجعوا اختلاف ألوان الطيف إلى اختلاف أطوال الموجات الضوئية، فسبب رؤيتنا لموجة الضوء الحمراء وعدم رؤيتنا بسهولة لموجات ما فوق البنفسجي، يرجع إلى أن موجات الضوء الحمراء طويلة، أطول من البنفسجية.

وقد تدعم هذا التفسير من طرف العلم المعاصر، وأثبت صحته - رغم أن نيوتن كان يعارضه حتى لا تقع ـ نظريته في المكانيك العامة – في تناقض (22).

2- الظاهرة الثانية :الانتشار المستقيم للضوء: ويسميها *ريشنباخ* "الإبصار الهندسي" أو"علم البصريات الهندسية" والذي يعني أن الضوء ينتشر في خط مستقيم، هذه الظاهرة أيضا فسرت كسابقتها تفسيرين.

تفسير قدمته النظرية الجسيمية، ويتمثل في التفسير الذي قدمه نيوتن، حيث يذهب إلى أن جزيئات الضوء تنطلق من مصدرها على شكل خطوط مستقيمة يطلق عليها الأشعة الضوئية، والتي هي عبارة عن مسالك تسلكها هذه الحبيبات، وبالتالي فإن طبيعة هذه الخطوط عبارة عن جسيمات، وتسمى هذه النظرية " بنظرية الإصدار" (23).

هذا التفسير لم يقبله *هويغنز* ودعاة النظرية الموجية، حيث يعتقدون أن المصدر الموجي ينشر موجات ضوئية حوله عبر الأثير، وسرعة تواتر هذه الموجات هي سرعة الضوء، ويمكن أن نوضح هذا القول الموجي بمثال نستمده من الواقع، حيث إذا ألقي حجر في بركة ماء هادئ ماذا يلاحظ؟

لا شك أن الملاحظ يلاحظ أمواجا تندفع متتابعة انطلاقا من النقطة التي وقع فيها الحجر، إلا أن قطرات الماء لا تغادر مكانها، وإنما تصدر ذبذبات عمودية، ويظهر هذا واضحا إذا رمي على سطح الماء جسم يطفو، سيلاحظ انتشار الأمواج في أنحاء معينة، إلا أن الجسم الطافي يبقى يصعد ويهبط، مما يجعلنا نعتقد أن الحركة هي حركة الموجات لا الماء. أما المسافة بين قمة موجة وموجة أخرى موالية لها فهي ما يعبر عنها بطول الموجة، أما عدد ذبذبات الموجة (الجسم الطافي) فيسمى فيزيائيا التواتر أو التردد. وترجع هذه الذبذبات إلى حركة الأمواج. وهو ما يحدث للضوء، فسرعته هي سرعة التذبذب (أي التواتر). ولهذا صيغ القانون التالي ليعبر عن هذه العلاقة (طول الموجة متناسب عكسيا مع تواترها) (24).

وإذا كانت كل من النظريتين قد استطاعت أن تفسر هاتين الظاهرتين تفسيرا مقبولا، فإن الظواهر الأخرى عجزت النظرية الجسيمية عن تفسيرها، أما النظرية الموجية فقد استطاعت إلى حد ما أن تفسرها تفسيرا أكثر معقولية. وتتمثل هذه الظواهر في: ظاهرة الانعراج (الانحراف)، وظاهرة التداخل، وظاهرة الاستقطاب.

3- الظاهرة الثالثة: ظاهرة الانعراج (الانحراف والحياد) التي قال بها أصحاب النظرية الموجية ردا على ظاهرة الظل التي قال بها أصحاب النظرية الجسيمية. وحتى يمكننا فهم الظاهرتين يتوجب على أن أوضح كل واحدة على حدة.

ا- ظاهرة الظل: كان يقول بها أصحاب النظرية الجسيمية، حيث أجروا تجربة بأن أتوا بورقة استعملوها حاجزا أمام الأشعة الضوئية، فلاحظوا سقوط ظلها على الجدار، مما جعلهم يستنتجون أن الضوء ينتشر على شكل خطوط مستقيمة، وفسروا الظل أنه عبارة عن ظلام ناتج عن عدم قدرة بعض أجزاء الأشعة على الانعراج، لأنها ليست من طبيعة موجية، ذلك أنها لو كانت من طبيعة موجية لانعرجت إما إلى اليمين أو إلى اليسار، ثم التفت حول الورقة لتتلاقى أمامها كما كانت خلفها (25).

وقد انتقد أنصار النظرية الموجية هذه الاستنتاجات، واعتبروا الملاحظة الحسية- في الغالب تكون مضللة. صحيح أن الورقة ترسل ظلا، والسبب في ذلك ليس لأن الأشعة من طبيعة جسيمية، وإنما لأن حجم الورقة كبير بالمقارنة إلى طول الموجات الضوئية، لذلك لها القدرة على منع انتشار وانعراج هذه الأشعة، وبالتالي لو أتينا بجسم صغير بحيث يكون قياسه يساوي أو أقل من قياس الأشعة، للاحظنا أنه لا يرسل ظلا، ولا يحدث ظلاما في الجهة المقابلة، مما يؤكد أن الأشعة انحرفت وانحادت وانعرجت.

ب- ظاهرة الانعراج والانحراف: قال بها أنصار النظرية الموجية، وهي في الحقيقة تكملة للنقد الذي وجهوه لخصومهم والبديل الذي قدموه، إضافة إلى التجارب التي قاموا بها للرد على ظاهرة الظل، هناك تجارب أخرى قاموا بها لإثبات صحة وجهة نظرهم ذكرها *ريشنباخ* في كتابه "الذرة والكون ". فقد أثبتوا تجريبيا أن الضوء ينتشر إذا مررناه عبر ثقب صغير، وهذا يتناقض وقول النظرية الجسيمية التي ذهبت إلى أنه ينتقل على شكل خط مستقيم (26). ويورد *ريشنباخ* عدة تجارب قام بها دعاة النظرية الموجية والتي زادت من انتصارها والتأكيد على صحة تفسيراتها، من هذه التجارب نذكر تجربة قام بها *هويغنز*: لو أن شعاع ضوئي سقط على ثقب فإن هذا الثقب يصبح منبع الموجات الضوئية التي تنتشر دائريا في كل الاتجاهات مما يثبت أن الشعاع ينتشر (27):

4- الظاهرة الرابعة ظاهرة التداخل: طرح السؤال التالي بماذا نفسر، أنه عندما نجمع شعاعين ضوئيين في نقطة ما يؤدي إلى ظلمة، وكان من المفروض - وكما هو شائع - أن يؤدي هذا الجمع إلى زيادة الضوء إلى الضعف؟

إن النظرية الجسيمية اعتقدت أن جمع الشعاعين لا شك سيؤدي إلى زيادة الإضاءة، لكنها صدمت عندما لاحظت أن الجمع قد يؤدي إلى ظلمة، ففشلت في تفسير هذه

الظاهرة غير المتوقعة، لذلك جاءت النظرية الموجية وفسرت هذه الظاهرة تفسيرا مقبولا إلى حد ما، حيث أكدت – وهذا من خلال التفسيرات التي قدمها فرينل – أن لكل موجة قمة وقعر، فإذا تطابقت قمتا الموجتان، وقعرهما فإن هذا سيؤدي إلى زيادة الإضاءة، أما إذا انعكست قمة مع قعر، وقعر مع قمة فستتولد الظلمة، بمعنى إذا تطابقت الموجتان أدى إلى زيادة الإضاءة، أما إذا انعكستا أدى ذلك أن إحداهما تلغي الأخرى (28).

لكن هذا التفسير الموجي لم يقنع *ريشنباخ*، والذي يبدو أنه يحاول أن يقنعنا بوجهة نظره الداعية إلى التفسير الجسيمي، حيث يرى أن هذا التفسير يخالف وجهة نظره. وينطلق من تجارب، حيث يمرر شعاع ضوئي من شق فيسقط على الجهة المقابلة كشرائط سوداء وبيضاء، وبما أن النظرية الموجية فسرته بوقوع قمم الموجودات فوق سفوحها والذي قد يكون مقبولا في حالة اتساع ا لشق، أما إذا مررنا شعاعا " ضئيل الكثافة جدا "فإن *ريشنباخ* يعتقد أنه يكون " نتيجة عدد كبير جدا من الاصطدامات البسيطة على الشاشة، هذه الإصطدامات التي تحدث لا يمكن تفسيرها تفسيرا تموجيا وإنما تفسر تفسيرا جزيئيا، ويشبه هذا الاصطدام بإطلاق النار من البندقية (29).

5- الظاهرة الخامسة ظاهرة الاستقطاب :لقد أثبتت التجارب الفيزيائية وجود نوعين من الأمواج:

الأمواج الطولانية والتي تتبع انتشار الماء بحيث تتبع اتجاه تموجه، ومثال على ذلك الموجات الصوتية (30).

أما النوع الثاني من الأمواج فهي **الأمواج العرضانية**، ولقد أثبتت التجارب التي قام بها دعاة النظرية الموجية أن تواتر شعاع الضوء يتم في اتجاه عمودي على امتداد الضوء وانتشاره، ومن ثم فإن موجات الضوء - مثل موجات الماء - عرضانية (31).

من خلال ما تقدم فإن التفسيرات التي قدمت تدل دلالة واضحة على الصراع العلمي من أجل تفسير طبيعة الضوء، وأن الدارس سينتهي إلى نتيجة يعتقد فيها أن التفسيرات التي قدمها دعاة النظرية الموجية أكثر اقناعا، ولهذا فإن طبيعة الضوء موجية، إلا إن البحث العلمي لم يتوقف حتى وقتنا الحالي ولن يتوقف، لأن توقفه يعني الوصول إلى القول الفصل (اليقين)، وهذا يخالف روح العلم الحديث الذي اتصف بالاحتمال، ولهذا توصلت النظرية الثالثة إلى التوفيق بين النظريتين السابقتين

أما النظرية الثالثة التوفيقية (وهي السائدة الآن) يمثلها *لويس دي برولي* (32) و *شرودنجر* (33)، *وهيزنبرغ* (34)، وغيرهم، والتي ترى أن طبيعة الضوء جسيمية وموجية، ويعبر *ريشنباخ* على هذا التحول في تفسير الضوء بقوله: "ولقد كانت نقطة التحول في تطور نظريات الضوء والمادة، هي فكرة تقدم بها الفيزيائي الفرنسي *لوي دي برولي*، ففي الوقت الذي كان فيه علماء الفيزياء يكافحون من أجل حل مشكلة ما إذا كان الضوء مؤلفا إما من جزيئات وإما من موجات، تجرأ برولي بإعلان الفكرة القائلة أن الضوء مؤلف من جزيئات ومن موجات معا..... وهكذا حل محل "إما....وإما

"فكرة "معا"ومن ثم فإن كشف دي برولیی يمثل بداية عهد التفسير المزدوج، الذي تأكد منذ ذلك الحين بوصفه نتيجة محتومة للطبيعة التركيبية للمادة"(35).

ماذا يعني *ريشنباخ* بقوله "معا" ؟ هل معنى أن الضوء ومعه المادة أحيانا تكون ذات طبيعة موجية، وأحيانا ذات طبيعة مادية في نفس الوقت ؟ حول هذه الإشكالية يورد الكثير من المواقف لينتهي إلى موقف يبرره، مبتدأ بموقف برولي الذي يقر بوجود جزيئات وموجات في آن واحد، وأن الموجات تتحكم في حركة الجزيئات. هذا التفسير لم يقنع *شرونندنجر* والذي ينفي تماما وجود جزيئات وإنما ما نلاحظه هو عبارة عن حزمة من الموجات تتجمع أثناء مرورها، مما تبدو للباحث أنها تسلك سلوكا جزيئيا. لكن بورن يرفض التفسيرين وينفي عن الموجات أية طبيعة مادية، معتبرا حقيقتها مقادير رياضية فحسب، صاغها صياغة احتمالية (36). وهو ما أكده فيما بعد *هيزنبرج* وعبر عنه بمبدأ اللاتحدد، و يعني أنه من المستحيل أن نتنبأ بمسار الجزيء تنبؤا دقيقا.

صحيح أن *ريشنباخ* يتبنى التفسير الثنائي القائل أن طبيعة الضوء والمادة جسيمية و موجية، إلا أنه يعترف بصعوبة تبني أي من هذه المواقف، ذلك أن كل موقف يحتمل الصدق بنفس النسبة التي يحتمل بها الكذب. ويبرر حكمه هذا بقوله: "ذلك أن مسألة كون المادة موجات وجزيئات، هي مسألة تتعلق بموضوعات غير قابلة للملاحظة، وتتميز هذه الموضوعات في عالم الأبعاد الذرية، على خلاف نظائرها في العالم المعتاد، بأن من المستحيل تحديدها بطريقة موحدة بواسطة افتراض نظام سوي إذ لا يوجد نظام كهذا" (37). فتطبيقه لمعيار النظام السوي، جعلته يقف هذا الموقف الاحتمالي، فماذا يعني النظام السوي ؟

يعرفه *ريشنباخ* بأنه "وصف تكون فيه الموضوعات غير الملاحظة على قدم المساواة مع الموضوعات الملاحظة" (38)، حيث إذا طبقناه على العالم الفيزيائي الكبير فإننا نستطيع أن نحسب ونتنبؤ ما ستكون عليه الظواهر غير ملاحظة من خلال حسابنا للظواهر الملاحظة بالاعتماد على مبدأ السببية، القائل أن نفس أسباب ستؤدي لا محالة إلى نفس النتائج.

أما في مجال الذرة فالأمر مختلف، حيث نجد ظواهر يمكن ملاحظتها وأخرى لا تخضع للملاحظة، فالظواهر التي يمكن ملاحظتها كالصدمات ابين جزئيين، أو بين جزيء وشعاع، أما الظواهر التي يستحيل ملاحظتها، فهي ما يحدث خلال الفترة الواقعة بين الصدمتين أو في الطريق من مصدر الشعاع إلى الصدمة، لأنه إذا سلطنا الضوء مثلا على الإلكترون فأن شعاع الضوء سيغير من مساره. فإذا كان بإمكاننا أن نحسب بطريقة استدلالية ماذا يحدث قبل الملاحظة في العالم الكبير، فإن العالم المتناهي الصغر لا ينطبق عليه هذا الحساب نظرا لأنه لا يخضع لمبدأ السببية، ومن ثم تتساوى التفسيرات الممكنة التي فسرته.

لينتهي في الأخير إلى نتيجة وهو أن "في استطاعتنا أن ننظر إلى المركبات الأولية للمادة على أنها جزئيات وموجات، وكلا التفسيرين يلائم الملاحظات بنفس القدر من الدقة أو من الافتقار إلى الدقة" (39).

والنتيجة التي يصل إليها *ريشنباخ* في مناقشته للنظريات السابقة هي أن النتائج التي نتحصل عليها في المجال الذري خصوصا والمجال الفيزيائي عموما تكون احتمالية ترجيحية. وأن هذا العالم الصغير خاضع لمبدأ الاحتمال وليس لمبدأ السببية حيث يقول: "أن خضوع الحوادث الذرية لقوانين احتمالية لا لقوانين سببية يبدو أن نتيجة ضررها هين نسبيا" (40).

من خلال العرض السابق نصل إلى بعض النتائج منها:

أن *ريشنباخ* رفض الفلسفة التأملية الكلاسيكية التي قامت على العقل والتأمل العقلي وحده، معتبرا إياها أنساقا فلسفية، ومفاهيم مجردة بعيدة عن الواقع. ليتبنى فلسفة علمية تربت بين أحضان العلم، (أي فلسفة تابعة للعلم وليس العكس كما كان يعتقد). هذا العلم الذي طلق الخوض في الغيبيات والتجريد ليهتم بالواقع الفيزيائي، وبالخصوص مظهريه "المادة والضوء". ولهذا يقر بوجود مراحل مرت بها هذه الفلسفة، قبل أن تصبح على ما هي عليه الآن.

فالمرحلة الأولى وهي مرحلة الفلسفة التأملية، والتي حاولت دراسة المادة والذرة والضوء لا كواقع وإنما كمفاهيم مجردة، مستعملة في ذلك العقل والمنهج التأملي، مما جعل النتائج التي تصل إليها غير علمية وغير مقنعة رغم أنها تدعي الدوغماطيقية. أما المرحلة الثانية فقد حاولت الفلسفة أن تتخلص ـ ولو جزئيا ـ من التأمل، لكنها انتهجت التجربة والاستقراء لوحدهما، مما جعلها لا تستطيع التنبؤ بالنتائج. والمرحلة الثالثة تمثلها الفلسفة العلمية، ويعتبرها الفلسفة الحقة، لأنها تأثرت بنتائج العلم، مستعملة في دراستها المنهج الفرضي الاستنباطي والذي هو مزيج من التجربة والاستقراء والعقل والرياضيات، أما موضوع دراستها الواقع الفيزيائي بمظهرية الذرة والضوء.

ورغم وجود اختلافات كثيرة في تفسير هذا الواقع المتناهي في الصغر، وفي النتائج المتوصل إليها، والناتجة عن صعوبة ملاحظته وتطبيق المنهج التجريبي عليه، ورغم عجز المنهج الفرضي الاستنباطي التنبؤ بنتائجه بدقة ويقين، إلا أن *ريشنباخ* يعتبر هذا من صميم العلم، ذلك أن مبدأ النظام السوي سيؤدي إلى القول بالاحتمال والترجيح وهو المبدأ الذي يجب أن يسود في تفسير هذا الواقع.

الهوامش

1- ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، ترجمة، د. فؤاد زكرياء، دار الكتاب العربي للطباعة والنشر، القاهرة، مصر، 1968، ص .151

2- المصدر نفسه، ص .151

3- المصدر نفسه، ص .151

4- جون دالتون: كيميائي إنجليزي ولد سنة 1766م وتوفي سنة1844م، وضع نظريته الذرية التي تشكل أساس النظرية الكيميائية الحديثة، وقد اعتبر أن الذرة غير قابلة للتجزئة، من أشهر كتبه "نظام جديد للفلسفة الكيميائية"

5- ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، ص .151

6- النظرية الحركية للغازات: لقد اعتقد علماء الفيزياء أن الغازات عبارة عن عدد كبير جدا، ودقيق جدا من الجزئيات التي تتحرك عشوائيا، فتصطدم ببعضها البعض مما صعب من إمكانية قياس سرعتها، قياسا دقيقا، فاستعملوا القياس الإحصائي، بمعنى أنهم بحثوا عن السرعة المتوسطة لهذه الجزئيات بنفس الطريقة التي أستعملها علماء الاجتماع في إحصاء متوسط أعمار الشعوب. أما النتيجة التي توصلوا إليها هي أن الحرارة نوع من الطاقة الميكانيكية الناتجة عن حركة الجزيئات، وبالتالي فحرارة الغاز مظهر لحركات الجزئيات. وارتفاع درجة الحرارة معناها ازدياد سرعة الجزئيات.
من كتاب، محمد عابد الجابري، المنهاج التجريبي وتطور الفكر العلمي، دار الطليعة، بيروت، لبنان، ج2، ط2، 1982، ص .100

7- نيوتن إسحاق: رياضي وفيزيائي إنجليزي، ولد سنة 1642 وتوفي سنة 1727، قدم الكثير في مجال الفلك، والرياضيات التطبيقية، والفيزياء خاصة في الضوء. ففي الفلك تطرق لطبيعة المسار الإهليلجي للنيازك، كما طور نظريته الديناميكية المتعلقة بالجاذبية وتطبيقها على النظام الشمسي. أما في مجال الرياضيات فقد أدخل النظريات ذات الحدين، وطور نظرية حساب التفاضل والتكامل التي أبدعها معاصره لايبنتز. من أهم بحوثه "نظرية جديدة في الضوء والكون". أما من أهم كتبه" الفلسفة الطبيعية للمبادى ء الرياضية".

8- ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، ص .153

9- نظرية الكوانتم (الكوانطا) أي كم الطاقة، بمعنى أن الطاقة مثل الكهرباء والمادة تظهر بكيفية على شكل وحدات أو قذائف متتالية. من كتاب، سالم يفوت، وعبد السلام بنعبد العالي، درس الإبيستيمولوجيا، دار توبقال للنشر، الدار البيضاء، المغرب، ط 2 سنة 1988، ص 187.
ماذا قدمت؟ لقد أثبتت نظرية الكوانتم أن الذرة إضافة إلى تكونها من جزئيات فهي أيضا تحتوي على طاقة والتي تتشكل على شكل حرارة وضوء وصوت وكهرباء وطاقة حركية وطاقة كيميائية وطاقة كهربائية، ثم أثبتت أن الضوء نوعان" ضوء مرئي، وضوء غير مرئي الذي يسمى الشعاع، والذي يتشكل على شكل موجات المذياع والتلفزيون والأشعة السينية والأشعة تحت الحمراء، وأشعة فوق البنفسجية.
من كتاب: فهمي زيدان، من نظريات العلم المعاصر إلى المواقف الفلسفية، دار النهضة العربية، بيروت، لبنان، 1982، ص .76

10- ماكس كالال إرنست لودفينغ بلانك، عالم فيزيائي ألماني ولد سنة 1858م وتوفي سنة 1947م أشتهر بطرح نظرية الكوانتم، مما أهله للحصول على جائزة نوبل للفيزياء سنة 1918م.

11- جوزيف جون طومسون فيزيائي بريطاني ولد سنة 1865م وتوفي سنة 1940م عمل أستاذا للفيزياء التجريبية في جامعة كامبردج، نال جائزة نوبل للفيزياء في سنة 1907م. له أبحاث عديدة في المغناطيسية والديناميكا والفيزياء بصفة عامة.

12- راذرفورد :إرنست لورد فيزيائي بريطاني ولد سنة 1871م وتوفي سنة 1937م ن تحصل على جائزة نوبل للفيزياء سنة 1908م من مكتشفاته الإشعاعات الموجبة والسالبة والمتعادلة والتي أطلق عليها اسم ألفا وبيتا وغاما، جسد صورة الذرة كما هي معروفة حاليا، مكونة من نواة موجبة ومدارات سالبة.

13- محمد عابد الجابري، المنهاج التجريبي وتطور الفكر العلمي، ج2، ط2، ص 104.

14- بليز بور:فيزيائي دانمركي ولد سنة 1885 م، حصل على جائزة نوبل للفيزياء سنة 1922م طور نظرية الكوانتم، ونظرية الذرة.

15- محمد عابد الجابري، المنهاج التجريبي وتطور الفكر العلمي، ص 104

16- ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، ص. 157.

17- يعتقد البعض أن أول من قال بما يشبه نظرية الإصدار هو رنيه ديكارت الذي اهتم بالبحث في البصريات بعد ابن الهيثم، حيث ضبط قانون انكسار الضوء وعبر عنه بالمعادلة التالية جا س جا ك = ن، بمعنى العلاقة بين جيب زاوية السقوط وجيب زاوية الانكسار ثابتة. أما كيف فسر طبيعة الضوء، فإن هذا القانون يؤكد أن الضوء عبارة عن حبيبات صغيرة جدا، كما لاحظ أن سرعتها في الوسط الكثيف تكون أكبر من سرعتها في الوسط أقل كثافة، بمعنى أن سرعتها في الماء أكبر من سرعتها في الهواء، وقد شبه انكسار الضوء عندما يصطدم بعائق ما، بالكرة أثناء إعاقتها بجسم ما، يحدث أنه كلما كان الجسم العائق صلبا كثيفا أدى إلى رد فعل قوي.
من كتاب، محمد عابد الجابري، المنهاج التجريبي وتطور الفكر العلمي، ج 2، ص 105.

18- Reichenbach, "Atome et cosmos", traduit par Maurice Lecat, Flammarion, 1934, p. 91.

19- ما ذا يعني الآثير أو فرضية الأثير؟ الأثير هو فرضية وضعها دعاة النظرية الموجية حتى يتمكنوا من تفسير عملية انتقال الموجات من مجال إلى آخر ويعني أنه "وسط يتخلل كل مكان سواء بفعل الحركة أو بفعل المتبدلات الشكلية لهذا الوسط" وقد افترض هؤلاء العلماء بأنه على شكل بحر يحيط بالكرة الأرضية، من خصائصه أنه لا يتحرك، إلا أنه يسمح للموجات الضوئية والكهرومغناطيسية بالتنقل عبره.
من كتاب: عبد السلام بن ميس، السببية في الفيزياء الكلاسيكية والنسبية، دار توبقال للنشر، لدارالبيضاء المغرب، ط 1، سنة 1994م، ص 88.

20- Reichenbach, atome et cosmos, p. 92.

21- Ibid, p. 85.

22- محمد عابد الجابري، المنهاج التجريبي وتطور الفكر العلمي، ج 2، ص 10.

23- Reichenbach, atome et cosmos, p. 91.

24- محمد عابد الجابري، المنهاج التجريبي وتطور الفكر العلمي، ج 2، ص 107.

25- المرجع نفسه، ص 190.

26- محمود أمين العالم، فلسفة المصادفة، ص 272.

27- Reichenbach , atome et cosmos, p. 95.

28- Ibid, p. 93.

29- Ibid, p. 94.

30- Ibid, p. 100.

31- Ibid, p. 99.

32- لويس دي برولي: فيزيائي فرنسي ولد سنة 1892م حصل على جائزة نوبل للفيزياء سنة 1929م، إشتهر ببحوثه في الفيزياء النووية والتي ربط فيها بين النظرية الموجة والجسيمية.

33- شرودنجر أرقن: فيزيائي نمساوي ولد سنة 1887م وتوفي سنة 1961م حصل على جائزة نوبل للفيزياء بالإشتراك مع الفيزيائي ديراك سنة 1933، له عدة

بحوث في موضوع ميكانيك الموجية، من أشهر مؤلفاته : أربع محاضرات على الميكانيك الموجية" "الحرارة الحركية الإحصائية" و"ما هي الحياة".

34- هيزنبرغ: عالم فيزيائي ألماني ولد سنة 1901م، حصل على جائزة نوبل للفيزياء سنة 1932م عرف بمبدأ اللاتحدد (اللاتعين) كما إشتهر بدراسته لنظرية الكوانتم. من أهم مؤلفاته "الفلسفة والفيزياء" "مبادىء نظرية الكم" "المشاكل الفلسفية للعلوم النووية" "الطبيعة في الفيزياء الحديثة".

35- ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، ص .156

36- المصدر نفسه، ص .175

37- المصدر نفسه، ص .167

38- المصدر نفسه، ص .167

39- المصدر نفسه، ص .167

40- المصدر نفسه، ص 166. □