النسباوية في التحليل الإجرائي للعلم

د. عبد النور عبدالمنعم عبداللطيف(*)

مقدمة:

انشغل العلم الحديث " النيوتونى " بدراسة الظواهر خواصها وصفاتها (خاصية البقاء للطاقة على سبيل المثال) دون أن يهتم بالقائم بعملية التجريب نفسه أو العالم مهملاً حتى المنهج أو الطريقة التي يسلكها هذا العالم في بحثه أو دراسته التي يقوم بها . وهذا بدوره خلق بعض المفاهيم شكلت نوعاً من الموضوعية تهتم بالدرجة الأولى بدراسة الأشياء الموضوعية والظواهر من حيث الصفات والخصائص دون أن ترتبط نتائج الدراسة بالعالم أو الباحث القائم بالعمل ، أو تفسح مجالاً للنسباوية Relativism في المعرفة.

وإذا انتقلنا إلي العلم المعاصر حيث نظرية النسبية لأنشتين Einstein والكوانتم لماكس بلانك M. Plank ، وبفضل وجود بعض المفاهيم الجديدة نجد أن هذه الموضوعية قد اتخذت شكلاً جديداً يختلف بدوره عن الموضوعية في العلم الحديث النيوتونى ؛ فهذه الموضوعية الجديدة لم يعد لها الدلالة الكاملة إذ أن تحديد المكان والسرعة أصبح من الصعوبة بمكان وأصبح التنبؤ احتمالياً ، كما أن التعين في المكان والزمان مرتبط بعنصر " التآني " Simultaneity هذا بجانب تدخل أداة القياس مع الظاهرة . الأمر الذي جعل الاضطراب مسيطراً على عملية التحديد . هنا ظهرت الذاتية والنسباوية واختفت الموضوعية الحتمية وأصبحت الظاهرة مرتبطة بأداة القياس وليست مستقلة عنها . والواقع أن النسباوية الذي خلقها العلم المعاصر جعلت كل قضايا العلم مجرد فرضيات احتمالية صدقها ويقينها مرتبط كلياً وجزئياً باختبارنا نحن لهذه الفرضيات ومن خلال هذا الاختبار يستطيع العالم أن يتوصل إلي قرارين ذاتيين بشأن الصدق والكذب . هذا معناه أن قرارات الصدق والكذب لا يمكن أن تنفصل ولا تستقل عن عنصر الزمن ، كما أنه من المستحيل التأكد من هذه الفروض عملياً . عندئذ

(*) مدرس فلسفة العلوم بكلية الآداب بسوهاج.

يحـــاول العـــالم اتخاذ قرار للحكم على الفرض في صورة احتمالية طالما أن عملية التأكد أصبحت مستحيلة.

فالمعـــرفة اليقينـــية والبـــرهنة علـــيها برهنة مطلقة عملية تبدو الآن فـــي غاية الصعوبة وهذا ما يجعل اليقين والحقيقة مرتبطين باختبارات يقوم بها العالم نفسه . ومن ثم ليس لها أي أساس موضوعي . وهذا هو ما أكده بوبر K. Popper وطوره "بريد جمان" W. Bridgman وسارت على هـــذا النهج مدرسة كوبنهاجن (هيزنبرج وبوهر... الخ) . فعندما نعكف على أفكـــار هذه المدرسة ، نلاحظ أن الظواهر عندها " لا تملك أي واقع فيزيائي موضـــوعي قـــائم بذاته وباستقلال عن طريق تحقيقها وملاحظتها والقياس علـــيها ، أي أنها لا توجد إلا بالنسبة لذات تختبرها وتجرب عليها " ويترتب علـــي وجهـــة النظـــر هـــذه أن القضايا العلمية تشير إلي طرائقنا التجريبية وليـــست تـــشير إلي الأشياء ذاتها التي هي موضوع التجربة " [1] كما كان ماثلاً من قبل في ميكانيكا نيوتن .

وخيـــر دلـــيل علـــى ذلـــك تفـــسير مدرسة كوبنهاجن لنظرية " الكم " ؛ فقـــد نـــبدأ في ميكانيكا " نيوتن " بأن نقيس موقع وسرعة الكوكب الذي نود دراســـته ثـــم نتـــرجم نـــتائج الملاحظـــات إلي صورة رياضية بأن نستنبط من الملاحظات أرقاماً لإحداثيات الكوكب وكمية حركته . ثم نستخدم معادلات الحـــركة كـــي نـــستنبط من قيم الإحداثيات وكمية الحركة في وقت معين ما ســـتكون علـــيه هـــذه القيم أو غيرها من خصائص النظام في وقت لاحق . إنـــه يـــستطيع – مثلاً – أن يتنبأ بالضبط بوقت خسوف القمر . أما الإجراء فـــي نظـــرية " الكـــم " فيختلف ، فقد نهتم مثلاً بحركة إلكترون خلال غرفة ســـحابية ، وقـــد نـــستطيع أن نحدد بملاحظات من نوع ما موقعه الابتدائي وســـرعته ، ولكـــن هـــذا الـــتحديد لن يكون دقيقاً ، إذ سيحتوى على الأقل على اللادقة الناتجة عن العلاقات اللامحققية وربما احتوى على أخطاء أكبر ناجمة عن صعوبة التجربة .

وعـــدم الدقة الناجم عن العلاقات اللامحققية هو الذي يسمح بأن نترجم نتـــيجة الملاحظـــة إلي المخطط الرياضي لنظام الكم ، ستسجل دالة احتمال تمـــثل الوضـــع التجريبـــي وقـــت القياس وتتضمن حتى الأخطاء المحتملة

في القياس . تمثل دالة الاحتمال مزيجاً من شيئيين بعضاً من الحقيقة وبعضاً من معرفتنا بالحقيقة . إنها تمثل حقيقة بقدر ما تنسب من يقين كامل للوضع الابتدائي وقت البدء : الإلكترون يتحرك بالسرعة الملحوظة عند الموقع الملحوظ ، والملحوظ تعني الملحوظ داخل درجة دقة التجربة وهي تمثل معرفتنا بالنسبة لمراقب آخر قد يستطيع أن يعرف موقع الإلكترون بدرجة دقة أكبر.[٢] .

فالعلم ، في رأي بوبر ، لا يعطينا منظومة قضايا يقينية مبنية بناءً صحيحاً ... كما أن الحقيقة واليقين متقيدان بأمثلة جزئية وباختبارات يقوم بها العالم وليس لهما أي وجود موضوعي . والحقيقي يكون كذلك ، في حدود خبرتي التي أجريتها على الأشياء ... فالحقيقة واليقين مرتبطان بما نجريه على الظواهر من اختبارات . فهما نسبيان ذاتيان وليسا موضوعين.[٣] وهنا تلتقي آراء " كارل بوبر " بآراء " بريدجمان" في عدم الاعتراف سوى بالظواهر القابلة للتجريب والقياس عليها وأن المفاهيم إجرائية إنها ترد إلي إثباتات شخصية وتقريرات ذاتية ، فحقيقتها وطرائق إثباتها شيء واحد. لذا فهي لا تملك أي يقين بمعزل عن اختبار العالم لها ولا تملك أي وجود واقعي خارجاً عن ارتباطها بالعالم " [٤] .

فالمفاهيم العلمية الآن ، فيما يرى " بريدجمان " ، يجب أن ترتبط بإجراءات تحدد قيمتها . وهذه الرؤية ــ في واقع الأمر ــ اكتسبها "بريدجمان" عن طريق مناقشة آينشتاين لمفهوم التأني Simultaneity والتكافؤ خصوصاً بعد أن تقدم مفهوم التعريفات الإحداثية عن طريق تطبيق هندسة ريمان في نظرية النسبية عند آينشتاين .

أولاً : البعد المنهجي للإجرائية في العلم

(أ) النسباوية في فلسفة آينشتاين الإجرائية للعلم

يرتكز البعد المنهجي للإجرائية على وجود أنظمة متباينة تمثل الإجراءات الخاصة بقياس الطول – مثلاً – سواء كانت إجراءات الأشعة الضوئية في عالم المجرات أو الإجراءات الواقعية التي يمكن تحديدها فيزيائياً على أرض الواقع الملاحظ .

نعلم أن " نيوتن " قد ناقش مفهوم الزمان على أنه مطلق ومستقل عن كل الأحداث المادية . ففي المقام الأول عرف الزمان في حدود الخصائص بدلاً من الإجراءات ، كما أن هذه الخصائص نفسها ليس لها تعريف إجرائي في حدود الإجراءات الفيزيائية الفعلية بل عُرفت في حدود إجراءات ميتافيزيقية ومثالية التي محت أي ثقة في أن تتطابق مع ما سوف نجده في الخبرة (٥) .

وبالنسبة لتصور المكان ، يبدو تماماً بأنه كان مسبوقاً " بالموضع " ، ويسهل فهمه سيكولوجياً " الموضع " يدل أولاً على قطعة صغيرة " من المساحة الأرضية والتي نعطيها اسماً ما . إن الشيء الذي يُخصصه " الموضع " هو ما نسميه " الشيء المادي " ، الجسم ... هل للكلمة " موضع " ذاتها (أو هل يمكن أن يكون لها) معنى مستقل عن الشيء المادي ؟ إذا أجبنا بالنفي على هذا السؤال ، نصبح مضطرين للتفكير بأن المكان (أو الموضع) ليس على الإجمال سوى نوع من نظام للأشياء المادية.

فعندما تم اشتقاق مثل هذا التصور للمكان ، المحدد بهذه الطريقة فقد أصبح من المستحيل الكلام عن مكان فارغ ، إذ ليس لهذا من معنى . وكما أنه مع ذلك ، كان إنشاء التصورات في كل زمان بالغريزة محكوماً بهمِّ الاقتصاد الذهني ، فقد كنا مضطرين طبيعياً لحذف فكرة المكان الفارغ (٦) هكذا قرأ آينشتاين جاليلو ونيوتن . فالمكان والزمان يتدخلان دائماً معاً ، فيما يرى " آينشتاين " ، إن حدثاً مهماً كان يُخصص على الدوام بواسطة إحداثياته ط – ع – أ واحداثى الزمان .

هذا يعني أن وصف الأحداث الفيزيائية كان دائماً رباعي البعد . وهذا المتصل بالأبعاد الأربعة يمكن أن ينفصل إلي متصل له ثلاثة أبعاد المكان ، وإلي متصل له بعد واحد الزمان . وهذا الفصل الظاهري لم يكن سوى وهم سببه أن معنى تصور الآنية يُسلم به ، وذلك لأننا بواسطة الضوء نتلقى بطريقة شبه آنية معلومات تأتى من أشياء قريبة (٧) .

وهذا هو ما دفع " آينشتاين " إلي رفض المكان الفارغ والإحداثيات أو الإجراءات التي تستخدم في تطبيق معادلات لأي موقع فيزيائي حددته الفيزياء النيوتينية التي رأت أنه يجب علينا أن نكون قادرين على تحديد

إحداثـيات تطابق ظاهرة تحت الملاحظة مثل انتشار الضوء أو حركة كتلة . وهـذا يتـضمن تحديد النقطة التي تحدث منها الظاهرة . إن المكان الفارغ غير منظم ونقاطه غير محددة وإمكانية التحديد تتطلب أساس فيزيائي بمعنى أن الإطار الذي في ضوئه تحديد الإحداثيات يجب أن يكون إطاراً فيزيائياً ... أي أن تحديـد الإطـار يتضمن تحديداً لخصائصه الفيزيائية . باختصار ، إذا اسـتخدمنا إطـاراً مـرجعياً يتـضمن فصلاً اصطلاحياً إلي إحداثيات الفضاء والـزمان ، فـإن تحديد الإطار بمعنى الإحداثيات المكانية يجب أن تحدد عن طريق " قضيب صلب " وإحداثيات الزمان عن طريق " الساعات " [٨] .

هـذا معـناه أنـه لديـنا فـي المقام الأول إحداثيات المكان والزمان ، وفـي المقـام الثانـي الحوادث المختلفة الفيزيائية التي تسمح بوجود هذه الإحداثيات وتطبق بصددها ولكي نحدد الإحداثيات لأي حادثة فلابد من وجود إطـاراً مرجعياً . وهو إطار بالضرورة حيث يتألف من قضيب قياس الأطوال بالإضـافة إلي ساعات زمنية ، وبدون ذلك بشأن الإطار المرجعي ، لم يكن عندنا الإمكانية لتحديد نقاط الإطار [٩] .

أما بالنسبة إلي نظرية " النسبية " الخاصة والعامة لآينشتاين فتعلمنا أن خاصـيات وعلاقـات الأحـداث الفيزيائية والأشياء تختلف في أشكال عديدة هامـة عما سلم به " نيوتن " من علاقات وأحداث فيزيائية وخاصيات . يقول مـاكس بورن M.Born في بحثه عن الواقع الفيزيائي : " لا تتبنى نظرية النـسبية كل المحاولات لتحديد خاصيات المادة ، بل تنتقى طريقة لعمل ذلك بحـيث تـتطابق مـع خبرات جديدة معينة ... فمثلاً الكمية الممكنة القياس ليـست خاصية لشيء ، بل خاصة لعلاقته بأشياء أخرى ... فمعظم القياسات فـي الفيـزياء ليـست متعلقة مباشرة بالأشياء التي تهمنا بل بنوع متصور ويبدو حقيقياً Projection – وهذا اللفظ مأخوذ بمعناه الواسع جداً " [١٠] .

ويفيد تحليل " آينشتاين " للإجراءات أنه قياس المسافة لأجسام متحركة، وهـناك مـناورات بوسائل مختلفة مع الساعات مثلما هو الحال مع العصي المتـرية ... إنـه لـم يحدث أبداً لأي واحد أن الإجراءات الخاصة بالقياس لموضـوع متحـرك هي ذاتها بالنسبة للإجراءات الخاصة بجسم ثابت نتيجة لأي دلالـة مطلقة قد نسبت إلي مفهوم المسافة . وعندما اقترح أيضاً تحليل

" آينـشتاين " أن هـناك إجراءات عديدة لقياس مسافة أي جسم متحرك فإن لا أحد منا يتضمن حتمية منطقية أو حتى فيزيائية . فالطريقة المعدة للإدراك بأن المسافة لجسم متحرك لم تكن هي نفس مسافته في حالة السكون ، كما أن الطريقة الدقيقة تتمثل في أن المسافة تختلف مع الحركة ، وأن هذا الأمر سوف يكون دالة لتعريف المسافة للجسم المتحرك . فلا يغيب على أحد الآن أن تقلـيص المسافة لأي جسم متحرك هو جزء لا يتجزأ من نظرية النسبية الخاصـة ، وتجـريبياً ، التقلـيص موجود ، لكن سوف تكون المسافة أكثر تقليـصاً تحت ظروف معينة ويصبح مهماً فقط في السرعات العالية المقتربة من سرعة الضوء (١١) .

والواقـع أن " آينـشتاين " قد خرج من نظريته في النسبية إلي مفاهيم كثيـرة قـد غيـرت مـن طبـيعة فهمـنا للعالم ، فبالإضافة إلي ما سبق ، اسـتبدل أيـضاً بمفهـوم التأنـي أو التزامن بوصفه علاقة Two-place (ثنائـية المكـان أو الموضـع بين الحوادث) علاقة جديدة Three-place ثلاثـية الموضـع لـتؤكد بـذلك أن التأني لا يمكن فهمه إلا في ضوء إطار مرجعـي (١٢) . فالقـرار هـنا اتفاقي (١٣) أي أن التأني الآن أصبح مفهوماً نسباوياً في ضوء هذا الإطار المرجعي بعد أن كان مطلقاً . هذا معناه أنه إذا كـان الـزمن هو المفهوم الأساسي الذي يقوم عليه نظرية النسبية الخاصة لآينـشتاين ، فإن " آينشتاين " بأفكاره الجديدة قد حال دون الحكم بأن حادثاً وقـع قـبل أو بعـد الآخـر . فتسجيل الزمن الآن أصبح متوقفاً على حركة مرجعية وكل من الشخصين يسجل زمناً خاصاً به حسب منظومته المرجعية وحـركتها . ولما كانت المسافات تتوقف على الملاحظ ، فإن " آينشتاين " قد دمـج المكان والزمان معاً بحيث يمكننا القول : إنه إذا وقع حادثاً في المكان نفـسه لكن في لحظتين مختلفتين بالنسبة لملاحظ ، فيمكن اعتبارهما قد وقعا في مكانين مختلفين إذا نظر إليهما ملاحظ آخر في حالة حركية أخرى . وإذا كانـت حادثتان متزامنتين (أي في اللحظة ذاتها) لكن في مكانين مختلفين بالنـسبة لملاحظ ، فقد لا تكونان كذلك عند آخر . هكذا استطاعت النسباوية العامـة عـند " آينـشتاين " أن تضم معاً بُعد الزمان مع أبعاد المكان الثلاثة لتـشكل مـا يسمى المكان الزمان (الزمكان) وتدمج النظرية تأثير الجاذبية

بـــأن تذكر أن توزيع المادة والطاقة في الكون يحنى ويشوه المكان – الزمان بحـــيث أنـــه لا يكون مسطحاً . تحاول الأجسام في هذا المكان – الزمان أن تتحرك في خطوط مستقيمة ، ولكن لما كان الزمكان منحنياً ، فإن مساراتها تظهر منحنية . وهي تتحرك كلها لو كانت متأثرة بمجال جذبوى (١٤) .

مـــن هـــنا فإن مفهوم " التأني " جاء ليؤكد على أن النسباوية في الحكم علـــى الـــشيء والتأمل الحر الخلاق هو لسان حال العلم اليوم وكأن السمة الشخـــصية للمعـــرفة العلمية هي السمة التي فرضت نفسها على العلم اليوم كمـــا يرى " ميشيل بولانى " M. Polanyi حيث يرى أن العالم فعلاً منشغل باســـتجواب عـــالم فيزيقي لا شخصي ، لكن العلم ذاته لا يمكن تتبع معالمه إلا مـــن خلال أشخاص . المعرفة العلمية معرفة شخصية ، سلسلة من أفعال أشـــخاص وأحكـــامهم التـــي تتطلب تعهداً والتزاماً شخصياً بوجهة للنظر . هـــذا على الرغم من أن إمكانية التكذيب والتعديل والتصويب في العلم تعنى إمكانـــية أن تكون تلك الوجهة خاطئة . ولابد من الحكم بأن الفرض العلمي يجـــب اســـتبعاده ولـــم يعد مجدياً أو أن ثمة أدلة كافية للتحقق منه والإبقاء علـــيه . وفـــي هـــذا لا توجد قواعد محددة يمكن برمجتها في حاسب إلي . ولكنها أيضاً ليست مسألة هوى شخصي أو مزاج خاص ، بل إنها لا تتم إلا فـــي قلب مجتمع مائج من العلماء ذوى إعداد خاص ومقصد كلى عام . وفي كـــل هـــذا لا تقـــرأ نتائج العلم مباشرة من المعطيات التجريبية ، بل تتضمن بالـــضرورة وثـــبة عقلـــية خلاقه (١٥) . فالبصيرة والعقلية الخلاقة لخيال " آينـــشتاين " جعلـــته يشير إلي مفاهيم " نيوتن " ويبدع نظرية في النسباوية "خاصـــة" قد غيرت من شكل وطبيعة فهمنا للعالم كما رأينا في مفهوم التأني مـــثلاً الذي أكد على أن ملاحظين مختلفين لم يتوصلا إلي نفس النتيجة ، لذا فإن التزامن Simultaneity لم يكن خاصة مطلقة للحادثتين ، لكنه نسباوياً بالنسبة للنظام المراقبى ، أي النظام المسئول عن تكوين القياس للأشياء.

هـــذا معـــناه أن الدلالة الإجرائية الهامة والأكثر دقة للمعنى اقترحت عن طـــريق " آينـــشتاين " عـــندما أدرك أنـــه بالإشـــارة إلي المواقف الفيزيائية فـــإن الإجـــراءات التـــي تعطـــى معنى لمفاهيمنا الفيزيائية ينبغي أن تكون إجـــراءات فيزيائية فعلية (١٦) ، هكذا لم ينشغل " آينشتاين " بدراسة خواص

وصـفات الأشـياء بل اهتم بالقائم بعملية التجريب أو العالم ، وبفضل وجود مفاهـيم جديـدة في نظريته للنسبية اتخذت الموضوعية شكلاً جديداً يختلف عـن الموضـوعية فـي العلـم النيوتونى إذ لم يعد لها الدلالة الكاملة ذلك لأن تحديـد المكـان والـسرعة أصـبح من الصعوبة بمكان وأصبح التنبؤ احتمالـياً ، كمـا أن التعيـين في المكان والزمان مرتبط بعنصر التأني هذا بجانـب تـدخل أداة القـياس مع الظاهرة . وهنا فسح مجالاً للنسباوية في المعرفة واختفت الموضوعية الحتمية .

(ب) المبادئ الأساسية للتحليل الإجرائي عند " بريدجمان "

رأيـنا كـيف أن مفاهـيم المتـصل الزمانـي المكاني والتأني والتكافؤ فـي النظـرية النـسباوية هـي التـي فرضت المنظور الإجرائي النسباوى خصوصاً بعد أن تقدم مفهوم " التعريفات الإحداثية " من جراء تطبيق نظرية النـسباوية لهندسة ريمان ... فقد عجز العلم عن إيجاد الجسم الذي افترضه " نـيوتن " فـي حالـة سـكون مطلق ، أو بالأصح أثبت استحالة وجوده . فالقمـر متحـرك بالنـسبة لـلأرض والكـون كلـه في حركة دائبة . لذلك فالنـسباوية تعلم أنه لا يوجد في الكون كله مقياس معياري للطول أو الكتلة أو الـزمان ، لأنه سوف يتضمن الثبوت في مكان معين وهذا شيء لا وجود لـه ، والـزمان الذي تحدده حركة الأجرام السماوية ، وبعدها المتغير عنا ، نـسباوى غيـر منتظم ، ولا يجرى في جميع أنحاء الكون بالتساوي ، فأين الزمان المطلق الذي تحدث عنه نيوتن ؟! (١٧)

يـؤكد لـنا هـذا أن النظـرية الخاصـة في النسبية تعدنا بإمكانية القول بأن أدواتنا للقياس قد تعدلت في أي مجال جاذبي ... أي أن الأفكار الخاصة يجـب أن تمـدنا بـبديل ممكن عام في المكان – الزمان لأي مجال جاذبي . والواقع أنه في وصف المكان الزمان يجب علينا أن نستخدم إحداثيات تسمح بوجـود معظـم العلاقات الممكنة العامة ، وأن هذه الإحداثيات هي إحداثيات عامة لهندسة " ريمان " التي نوقشت عن طريق علماء الرياضيات (١٨) .

هـذا معـناه أنـه عـندما اتسعت التجربة وتناولت سرعات هائلة بدلاً مـن الضيقة ، أصبح مفهوم التزامن غير مطابق لها – أي التجربة – بهذه الـصورة الأخيـرة ؛ فقديماً كان يقصد بالتزامن لحادثتين وصف الخصائص

والصفات للحادثتين وعلاقتهما بالزمان وأن احداهما إما سابقة أو لاحقة للأخرى ، والتزامن بذلك أصبح خاصة للحادثتين إما أن تكونا متزامنتين أو غير متزامنتين . ولكن مع اتساع نطاق التجربة والسرعات المرتفعة لم يعد هناك مكان لهذه العلاقة المطلقة بين الحادثتين . وهنا حاول " آينشتاين " في نظريته للنسبية أن يتناول مفهوم التزامن بالنقد والفحص الدقيق مؤكداً على علاقة المراقب بالحادثتين وإبراز دور الإجراءات ومدى قدرة المراقب على استخدام هذه الإجراءات في قياس تزامن الحادثتين معاً . وقد أوضح " آينشتاين " أيضاً أنه من الممكن أن تتغير هذه الإجراءات بالنسبة إلى المراقب الذي يتحرك ، ووضع صياغة كمية تعبر عن حركة المراقب على الزمن النسبي الخاص بالحادثتين .

وعندما نأتي إلي " بريدجمان " نرى أنه قد وضع مبادئ أساسية للتحليل الإجرائي وهي كالتالي :

١- لكي نتجنب الغموض ، فإنه ينبغي على كل حد علمي أن يُعَّرف عن طريق معيار إجرائي فريد . وحتى لو افترضنا بأن هناك أنظمة إجرائية مختلفة (مثل الوسائل الضوئية والواقعية لقياس الطول) وشكلت نفس النتائج ، فإنها ما تزال مفاهيم مختلفة معرفة وينبغي أن تكون مميزة لأن توافقها نابع من بينة تجريبية .

٢- المعاني إجرائية : لكي تفهم معنى أي حد علمي ، يجب أن نعرف المعايير الإجرائية لتطبيقها ، كما أن كل حد علمي له معنى يجب أن يسمح بتعريف إجرائي . وربما لمثل هذا التعريف أن يشير إلي إجراءات رمزية معينة .

٣- الإصرار بأن الحدود العلمية يجب أن تكون واضحة ... يتضمن اختباراً للفروض المتكونة عن طريق هذه الحدود (١٩) .

هنا يركز " بريدجمان " على الدقة في الإجراءات مؤكداً على أنه ينبغي أن تكون الإجراءات المستخدمة في العلم لإعطاء معنى للمفاهيم دقيقة سواء كانت فيزيائية (دقة في المنهج) أو منطقية (دقة في النتيجة) فمفهوم الطول مثلاً يؤكد أن طول أي شيء يتحدد معناه من خلال إجراءات معينة للقياس (دقة في المنهج) كما أن النتيجة هي عدد يمكن أن يدعى طول مسافة ما إذا

كـــان أحد عناصره مرتبطاً بنظام فيزيائي وبهندسة اقليدس – مثلاً – ومهما كان نوع الإجراء .

لكـــن قـــد تكـــون هـــناك إجـــراءات أخرى لتحديد المفهوم فكيف الربط بـــين الـــوحدة والدقة ؟ ذلك لأن الإجراءات إذا كانت متعددة ، فإن المفاهيم ســـوف تـــتعدد بالتالـــي ، فـــيمكن قياس الطول بواسطة قضيب القياس أو بواســـطة حـــساب المثلثات ، كما أن نظرية النسبية قد عند آينشتاين أبطلت التعـــريف القـــديم للطـــول بفضل تطور الأوضاع التجريبية وازدياد الدقة في عملـــيات القـــياس . وتـــساعد هذه الدقة في التخلص من مصادر الخطأ في التعـــريفات الإجرائية ، إلا أن " بريدجمان " يؤكد دائماً على أن معنى مفهوم يتحدد من خلال مرادفته لمجموعة واحدة من الإجراءات التي تناظره " وكأن العمـــل المـــضمون الوحيد في الأوضاع الفيزيائية هو تحديد المعنى بواسطة الإجـــراءات " [٢٠] هذا معناه أن هناك نوعين من الإجراءات منهجية (وسائل متباينة من الملاحظة والقياس) أما النوع الثاني فهو إجراءات الورقة والقلم أي إجـــراءات لفظـــية ، تجارب ذهنية . وهذه المجموعة تستوعب تكنيكات الاستدلال المنطقي الرياضي بالإضافة إلي التجارب في الخيال ... الأمر الذي يمكن أن نطلق عليها الإجراءات الرمزية .

جـ : الإجراءات المنهجية عند " بريدجمان " في ضوء هذه المبادئ

(١) التعريف الإجرائي في المنهج الفيزيائي .

إن المفاهـــيم الفيزيائية وليدة تجارب أو أحكام واقع صيغت بصدد نتائج تجـــارب. ومـــن ثم فهي توضع عن طريق تعريف إجرائي . وهذا يعنى أنها تعـــرف بالطـــريقة التـــي تـــسمح بـــبلوغها وقياســـها ... فضلاً عن ذلك ، فـــإن فكرة التعريف الإجرائي تتضمن ربطاً ونوعاً من التفاعل المتبادل يدخل فـــيه الموضـــوع الـــذي يعبـــر عنه ذلك المفهوم ، فهذا المفهوم يكون إذن فـــي جوهـــره مفهـــوماً وظيفياً . وهو يعبر عن نوع من التفاعل المتبادل ، كمـــا هـــو الـــشأن بين كتلة جسم وجميع القوى ... ولقد فرضت التعاريف الإجرائية نفسها عندما ساد العلم عقبات تعرقل سيره إلي الأمام ومنها الثقة بالحدس ... فالحد لا يتمتع بالقدرة على المعرفة – وهو ليس إلا لفظاً يطلق علـــى العـــادة أو حدة الفكر ومهارته ، وليس للغة قيمة معرفية – فلا فكرة

خالـــدة ولا حقيقية واقعية تعطى صورة عنها تجد أن التعبير عنها في لغتنا بالـــضرورة ... وعـــندما أحطـــت نظرية النسبية من قيمة الزمان المطلق ، ذلـــك المفهوم الذي يجد فيه الحدس ميدانه المفضل ، حينذاك فرض التعريف الإجرائي نفسه على المنهج الفيزيائي (٢١) .

وإذا كـــان المفهوم العلمي مجموعة إجراءات ، فإنه ينبغي أن ندرك جيداً أن طبـــيعة المفهـــوم ســـواء كـــان يتـــضمن إجـــراءً فيـــزيائياً في المعمل أو إجـــراءات الورقة والقلم تتطلب الوضوح دون الغموض (٢٢) كما يجب أن نعى جيداً أيضاً أنه عندما تختلف الإجراءات ، لابد أن تختلف المفاهيم (٢٣) . هذا معناه أن التمييز بين المفاهيم يتم على أساس من الإجراءات المترادفة :

الطول الملمـــــــوس = الطول في الحيـــاة العادية .

الطول الشعاعى = الطول في نظرية النسبية .

والـــسبب أن لكـــل مفهـــوم مجمـــوعة معيـــنة من الإجراءات المترادفة لـــه ووجـــود أكثـــر من مجموعة واحدة للوصول إلي نفس النتيجة إنما هو أحياناً منهجاً للتحقق واختبار ضد الأخطاء (٢٤) .

(٣) مفهوم الطول

قلـــنا أنـــه مـــن ضـــمن مـــبادئ " بـــريدجمان " في التحليل الإجرائي لكـــي نتجـــنب الغموض ، فإنه ينبغي على كل حد علمي أو مفهوم أن يعرف عـــن طريق معيار إجرائي فريد فيزيائي (المنهج) أي لا نقصد بأي مفهوم ســـوى مجمـــوعة إجـــراءات ؛ فالمفهـــوم مـــرادف لمجمـــوعة مـــتطابقة مـــن الإجـــراءات . فـــإذا كان المفهوم فيزيائياً – مثل المسافة أو الطول – فالإجـــراءات لـــم تتجاوز الفيزيائية الفعلية ، إنها ما يقال به الطول ، أما إذا كـــان المفهوم عقلياً – مثل المتصل الرياضي – فإن الإجراءات تكون عقلية أو ذهنية ، إنها تحدد ما إذا كان حاصلاً لمقادير المتصل أم لا (٢٥) .

نعـــود لتفاصيل أكثر بالنسبة للمفهوم الفيزيائي ، ونتساءل : ماذا نقصد بمسافة أي موضوع ؟ لكي تتمثل المسافة أو الطول بالنسبة لأي موضوع ، ينبغـــي علينـــا أن نقدم إجراءات فيزيائية معينة . إن هذا المفهوم يبدو ثابتاً وخـــصوصاً عـــندما تكـــون الإجـــراءات التـــي بموجبها يقاس الطول ثابتة

أي أن مفهوم الطول ليس أكثر من مجموعة إجراءات يمكن أن يقاس بها الطول [٢٦].

أما إذا كنا بصدد مسافات هائلة لأجسام متحركة بسرعات عالية كما هو ماثل في النجوم وجزئيات الكاثود – مثلاً – فيجب علينا أن نتبنى تعريفاً آخر وإجراءات أخرى للمسافة وهذا هو عين ما فعله "آينشتاين "[٢٧].

والواقع أن مفهوم الطول مرتبط بتحديد مفهوم المكان . وهذا الأخير مرتبط بالوضع أي وضع الأشياء . ويتحدد وضع الأشياء عن طريق نظام قياسي أو احداثي في ضوء قياس ثلاثي للطول . وهنا التعمق في مناقشة مفهوم المكان يربطنا بمفهوم الطول ... نضيف إلي ذلك أنه لا يمكننا قياس المسافة بين نقطتين لفضاء أو مكان فارغ ، لأنه إذا كان الفضاء فارغاً ، فإنه لا يوجد شيء يحدد وضع نهايات القضيب المقيس وخصوصاً عندما نتحرك من وضع إلي القادم . والواقع أننا نرى أنه من وجهة نظر الإجراءات أن إطاراً للهندسة الديكارتية – الذي غالباً ما يكون رياضياً مثالياً – إطار فيزيائي وأن ما نقصده بالخصائص المكانية ليس شيئاً أكثر من كونها خصائص لهذا الإطار . وعندما نقول أن المكان إقليدى ، علينا أن ندرك أنه من غير المعنى أن نسأل ما إذا كان المكان الفارغ إقليدياً أم لا ... على الوجه الآخر إن المكان الفلكي لم يكن مكاناً فيزيائياً للقضبان المترية ، لكنه مكان أمواج ضوئية . إذن لدينا أنواع مختلفة للمكان استناداً إلي إجراءات أساسية . فمكان القضبان المترية يطلق عليه " المكان الملموس " Tactual place وأن المكان الموجى هو " المكان الضوئي البصري " Optical Place [٢٨].

(٣) مفهوم الزمان

والزمان يتحدد ــ في رأي الإجرائية ــ عن طريق الإجراءات التي تقيسه . لكن ينبغي علينا ونحن بهذا الصدد أن نميز بين نوعين من الزمان : زمان الأحداث المتعاقبة (الزمن المتقارب) في المكان أو الزمان Local time ، أما النوع الثاني فهو زمان النقاط المنفصلة في المكان أو الفضاء أو الزمان الممتد أو الطويل Extend tome .

وهـنا يتـضح لنا تماماً أن النوع الثاني من الزمان يبدو مندمجاً مع المكان أو الفضاء [٢٩] .

لكـن يبدو أننا ، والحديث للإجرائية ، لو اتخذنا الزمان المحلى طريقاً لنا فنـصاب بحيـرة ، وسـنقع فـي اضطراب وخصوصاً عندما ندخل في حيز الـسرعات الهائلـة جـداً ... هذا معناه أن مفهوم الزمان المحلى يفتقر إلي قيمـته ويصبح فقط أداة متخطية [٣٠] عندئذ ينبغي توحد الزمان والمكان ولا يعـرف الـزمان إلا في حدود ذلك [٣١] ، وكأن مفهوم الزمان الطويل الممتد متضمناً مقياس المكان . والـزمان المحلـى هنا هو زمان مطلق يعالج في ضـوء خـصائص الـزمان المحلى فبناء حادثة - مثلاً - هو ساعة محلية مفـردة . وعـندما نـستخدم عقرب رنان للقياس ، علينا أن نعرف جيداً أن الـزمان المتردد يستند إلي مدى الاهتزاز ... أي أن الزمان يعالج في ضوء خصائصه [٣٢] . وبطبيعة الحال لا يمكننا فهم المقصود بالزمان المطلق ما لم نعلـم كيف يمكن أن نحدد الزمان المطلق لأي حادثة أي ما لم نقيس الزمان المطلق . [٣٣]

ويعتـرض " بـريدجمان " علـى قـول " أدينجـتون " بـأن التعـريف في الفيزياء طريقة مغلقة دائرية Cyclic فعندنا قائمة من المفاهيم هي :

١- القـوى Potentials	٢- الفترة Interval
٣- المقياس Scale	٤- المادة Matter
٥- الشـدة Stress	

فـإذا طلب منا تعريف القوى ، فيما يرى " أدينجتون " ، أجبنا أنها كمـيات ضـرورية تدعـى فترات . وإذا ما سؤلنا عن تعريف الفترة لكانت الإجابـة مقتـصرة على بيان العلاقة بين حادثتين يمكن أن تقاس بمقياس . ويُعـرف المقياس بأنه قشرة مادية مدرجة . ولكي نعرف المادة ، نلجأ إلي ثـلاث كميات فيزيائية هي الكتلة والزخم والشدة . وإذا استمر التعريف فإننا سـنرجع ثانـية إلـي القوى مكونين بذلك دائرة مغلقة بدأت بالقوى وانتهت إلـيها [٣٤] . هكذا رفض " بريدجمان " الزمان المطلق ، كما سبق أن رفض المكـان المطلق ، ويؤيد " ماخ " الوضعي هذا الاعتقاد إذ رفض فكر فلاسفة العلـم وعلمـاء القـرن الثامن عشر والتاسع عشر جود وجود مكان مطلق

وزمـــان مطلق – وهو التصور الذي أكده " نيوتن " في فلسفته الميكانيكية . وبـــذلك يكـــون " مـــاخ " قد أدرك نقاط الضعف الموجودة في فلسفة نيوتن العلمـــية . فاســـتناداً إلـــي فلسفته التجريبية لا يمكن التسليم للأفكار التي لا تـــسندها التجـــربة ، وأن المكان والزمان المطلقين ليست إلا أفكار ليس لها معانـــي تجـــريبية والمكـــان فـــي فلسفة " ماخ " ليس إلا مجموعة العلاقات المكانـــية للأشـــياء . وإنـــه لـــيس كما اعتقد نيوتن وعاءً خالياً توضع فيه الأشياء في أمكنة ومواضع [٣٥].

(٤) الإجرائية والخبرة

يـــبدو أن التحلـــيل الإجرائـــي فـــي العلم (وخصوصاً بعده المنهجي) في غاية الأهمية . والسبب في ذلك يرجع إلي التركيز على عنصر الخبرة . فهـــذه الأخيـــرة تبـــين لـــنا أن هـــناك أنواعاً معينة من الإجراءات صالحة لأغـــراض معيـــنة ، كمـــا أنها تبين لنا أنه إذ لم تكن مفاهيمنا متضمنة نوع الإجـــراء المفتـــرض ، فلابـــد أن نـــبدل رأينا بشأن المفهوم الصالح للشيء موضع التساؤل [٣٦]

هـــذا معـــناه ، أن قيمة التحليل الإجرائي تكمن في كونه يجعلنا نستفيد أكثـــر وببـــساطة من خبراتنا العامة – إذ أن خبرتنا هذه تبين لنا أن أنواعاً معينة من الإجراء صالحة لأغراض معينة . فلو أن تحليلاً إجرائياً أظهر أننا على خطأ في الإجراءات المستخدمة لمفاهيم معينة – وهذا غالباً ما يحدث – فإن خبرتنا تمكننا من أن نعدل تقديرنا ... والواقع أن التحليل الإجرائي أيضاً غالـــباً مـــا يكـــون غير ذى قيمة خصوصاً إذا تشكل بدون خلفية معرفية أو خبـــرة ، كما أن النتائج المستخلصة من هذا التحليل تبدو غير صالحة طالما لم تأخذ في حسبانها عامل الخبرة [٣٧] .

وهذا يؤكد على أنه يستحيل أن نخصص إجراء بدقة مطلقة ، كما أنه لا يمكن أن نكرر أي إجراء والبرهنة بأنه ناضج بصورة تامة وكاملة . لكن في الممارســـة ، هـــناك إجـــراءات يمكـــن أن تتكرر عن طريق نفس الشخص أو أشخاص متباينة وتحت ظروف مختلفة دون تردد [٣٨] .

هكـــذا يـــتوقف نجـــاح أي مفهـــوم : منـــضدة ، نجـــم ، إلي الإشارة إلي أشكال معينة لخبرتي ؛ هنا نجد أنها موجودة exist – وهذا هو المعنى

الإجرائـــي للوجود . كما أن مفهوم العدد – مثلاً – ناجح بالإشارة إلي أشكال معيـــنة هو أن استخدامه يجب ألا يقود إلي تناقض . ولو اتجهنا إلي السؤال كـــيف نعـــرف مفهوم معين بأنه ناجح – على سبيل المثال – كيف نعرف أن مفهـــوم الأعداد بأنها لا تقود إلي تناقض ، فإن الإجابة على ذلك هي إجابة الخبرة : فالمفاهيم ناجحة لأننا نخبر بها Tried them وتقوم بعمل (٣٩) .

وكـــان " بـــريدجمان " يـــريد القول هنا : إن الرياضيات علم تجريبي ، والتحـــرر مـــن التـــناقض لا يأتى عن طريق البرهان ، بل طريق الملاحظة والتجـــربة (٤٠) . وهنا يتفق " بريدجمان " مع " بونكاريه " الاصطلاحي الذي يـــرى بضرورة التركيز على الهندسة الأنسب والملائمة . وهذا لا يتشكل إلا فـــي إطـــار الحيـــز الذي نعيش فيه ؛ فبالنسبة للتعامل مع الفضاء الواسع ، علينا أن نتخذ الهندسات اللاإقليدية ، وإن كنا نتعامل مع الأشياء على كوكب الأرض فـــيحق لـــنا الـــتعامل مـــع هندسة إقليدس ، ومن ثم تتحدد ملائمة الهندســـة طبقاً للحيز . وكأن الخبرة مجرد مرشد فقط أن التجربة يمكن أن توحـــي إلينا بالتصورات الرياضية المناسبة ولكن هذه التصورات لا يمكن أن تستنبط من التجربة (٤١) .

وهـــنا يتـــضح لنا نسباوية المعرفة وخصوصاً عندما نعلم أن إجراءاتنا للقـــياس لا غنى عنها للاكتشاف أو للمعرفة (٤٢) . كما أنه إذا كان التعريف الإجرائـــي للمفهوم متوافق ، وأن الخبرة توصف في حدود المناهج ، ولأن مفاهيمـــنا تبنى إجراءات ، فإن كل معرفتنا ينبغي أن تكون نسبة للإجراءات المختـــارة . كمـــا أن المعرفة نسباوية أيضاً بالمعنى الضيق خصوصاً عندما نقـــول بأنـــه ليس هناك سكوناً (أو حركة) مطلقة ، أو حجماً مطلقاً ، لكن الـــسكون والحجـــم حدود نسبية . والواقع أن نتائج هذا النوع متضمنة في الـــسمة الخاصـــة للإجـــراءات في حدود تسمح بتعريف السكون والحجم . نـــضيف إلي ذلك أن اختيار هذه الإجراءات التي في ضوءها نحدد ما إذا كان جـــسم فـــي سكون أو في حركة يوضح أن الإجراءات نسباوية : السكون أو الحركة تحدد في ضوء جسم آخر مختار كمقياس ولاشك أن القول بأن ليس هـــناك سكوناً أو حركة مطلقة يؤكد بأنه لا يمكن صياغة قضية حول الطبيعة بهـــذا الـــشكل – أي المطلـــق ... فبالنظر إلي الحجم ، فإن اختيار إجراءات

عمليـة القـياس يبين أن الحجم يقاس نسبة إلي قضيب القياس الأساسي . ومن ثم فإن " المطلق " يختفي تماماً من المعنى الأصلي للعالم (٤٣).

هكـذا يتـضح الـبعد المنهجي للإجرائية وخصوصاً بعدما شعر كل عالم بقـيمة هذا الاتجاه ، وبعد أن تبين أن المفهوم غير قابل للاشتقاق استقرائياً مـن مجمـوعة مفاهـيم (٤٤) وأن الخبرة بمثابة مرشد لنا جميعاً في اتخاذ الإجـراء المناسب ومن ثم فإن كل الظواهر والكميات الفيزيائية يمكن لها أن تقـاس ويمكـن إعـداد إجراء قياسي لها . لكن هل هذا معناه أن الإجرائية قريبة جداً من التجريبية المنطقية ؟ الإجابة كما سنراها الآن .

مما سبق يتضح أن الإجرائية قد ذهبت إلي عدم الاعتراف إلا بالظواهر القابلـة للتجـريب والقـياس عليها . واعتقدت أن المفاهيم العلمية مفاهيم إجرائية ، إنها ترتد إلي إثباتات شخصية وتقريرات ذاتية ، فحقيقتها وطرائق إثـباتها شيء واحد ، لذا فهي لا تملك أي يقين بمعزل عن اختبار العالم لها ولا تملك أي وجود واقعي خارجاً عن ارتباطها بالعالم (٤٥) . والإجرائية بذلك صياغة حديثة لبعض الملامح الأساسية للمنهج التجريبي وللتجريبية عموماً – كمـا رأي فايجـل أحـد أقطـاب التجريبية المنطقية في كتابه " الإجرائية والمنهج العلمي " (٤٦) .

هـذا معـناه أنـه إذا كانـت التجـريبية المنطقية ترى بالظواهر ، فإن الإجرائية ترى بالظواهر القابلة للقياس . وهي بذلك – أي الإجرائية – قريبة جـداً من التجريبية المنطقية فكلاهما يؤكد على أن المعرفة نسباوية ، ومن ثـم لا تقـدم أي يقـين عن الوقع ذاته أي مفاهيم توضح طريقة القياس لا جوهر أو ماهية الشيء ذاته الذي يقيس . والإجراء يعنى أيضاً طريقة يتحدد بهـا شـيء أو نتعـرف من خلال هذه الطريقة على الشيء وعلاقته بغيره من الأشياء الأخرى المماثلة لا حقيقته كشيء في ذاته .

كمـا يلتقي " بريدجمان " مع التجريبية المنطقية خصوصاً عندما يكشف المـنهج الإجرائـي عـن الأسـئلة الفلسفية والأخلاقية والدينية التي ليس لهـا معنـى واعتبارها مشكلات زائفة . Pseudo-Problems حيث يقول " تنطـبق هذه الخاصة – أي الأسئلة التي ليس لها معنى – على المشكلات الفلسفية التقليدية (الدين والأخلاق) (٤٧) .

هـذا يؤكد على أن كلاهما – أي التجريبية المنطقية والإجرائية – يؤمن بتعـريفات المعنـى التجريبـي ، وكلاهمـا أيـضاً قـدما مجهـودات قوية في عرض معايير واضحة للدلالة التجريبية . لكن التجريبية المنطقية عالجت هـذا علـى كونه سمة أو خاصة للعبارات – أي اختبار القضايا عن طريق التجـربة أو ملاحظات ، في حين تفسر الإجرائية المعنى التجريبي على أنها سمة للمفاهيم أو للحدود المعبرة عنها وهذا يتم بوصفه تعريفاً إجرائياً [٤٨] .

ثانياً : البناء المنطقي للإجرائية عند بريدجمان

١ – إجراء الورقة والقلم
(إجراءات لفظية أو رمزية)

٢ – نظرية المعنى

(١) إجراء الورقة والقلم أو الإجراءات اللفظية أو الرمزية .

حـاول " بـريدجمان " أن يقـدم لـنا بـناءً منطقـياً لفلسفة العلم عنده متمثلاً ذلك في الآتي :

رأي " بـريدجمان " أن أي مفهوم علمي يجب أن يرتبط بإجراءات تحدد قيمـته . وهـذه الـرؤية اكتـسبها عن طريق مناقشة " آينشتاين " لمفهوم التـزامن Simultaneity . فهذا الأخير قد قام بتحليل الإجراءات المتضمنة فـي الحكم بأن كل حدثين متزامنين ... والحكم بالتزامن يستند إلي الحركات النـسبية للأنظمـة والملاحـظ . فمـثلاً إذا كـان لدينا سلسلة من الحركات وملاحظة من نظام معين " ١ " ، هنا يمكنني أن أقول وأحكم بأن الحادثة X فـي الـنظام " ١ " والحادثـة γ في النظام " ٢ " متزامنتان . فالملاحظ في الـنظام " ٢ " يصدر أيضاً نفس الحكم ... مع وضع في الاعتبار أنه لا يمكن أن نقول بأن ملاحظاً منهما على صواب أما الآخر فعلى خطأ أو العكس .

الأمـر الذي جعل " آينشتاين " يستخلص بأن التزامن إنما هو علاقة بين حادثتـين أو أكثر فضلاً عن وجود ملاحظ ، وهذا يحول دون أن يكون هناك علاقـة موضـوعية بـين الحـوادث . وهـنا أعلـن " بـريدجمان "

أنهـا الإجـراءات قيمها تشير إلي إعطاء دلالة تجريبية لأي مفهوم علمي . وقـد لاحـظ أن التعـريفات الإجـرائية تـربط المفاهـيم بالمعطـيات التجريبية الأولية :-

$(x)\ [\ ox \subset (\ cx \equiv Rx\ )\ ]$ (*)

فلنفتـرض تعـريفاً إجـرائياً ، ومعطيات تجريبية أولية ، عندئذ يمكن لأحد أن يستنبط قيمة للمفهوم .

مـثال :- تحـدد شـحنة الجـسم الكهـربية . عـن طـريق إجـراءات المكشاف الكهربائي .

$(x)\ [\ Nx \subset (\ Ex \equiv Dx\ )\ ]$

Na

Da

. . Ea

حـيث أن $Nx = x =$ وتمـثل " x " حالـة مـن قبيل موضوع قد أتت بالتقريب أو قرب مكشاف كهربائي محايد .

أما $x = Ex$ حالة من قبيل أن الموضوع يكون شحنة كهربائية.

أما $x = Dx$ حالـة مـن قبـيل أن الـصفائح الـرقيقة للمكشاف الكهربائي تنحرف .

ولمـا كـان Na و Da معطـيات تجـريبية أولـية ، فـإن الحجـة الاسـتنباطية تُمكـن العالم من أن يصعد – إذا جاز التعبير – مـن المعطيات التجريبية الأولية – المستوى الملاحظ مباشرة – إلي مستوى المفاهيم العلمية (٤٩).

أي مستوى اللغة : العبارات التي توضح قيم للمفاهيم العلمية . Ea

المشروع أو الخطة الإجرائية $(x)\ [\ Nx \quad (\ Ex \equiv Dx\ )\ ]$

المعطيات التجريبية الأوليـة Na , Da

(*) معنى هذا أنه بالنسبة لكل الحالات ، إذا كانت الإجراءات o قد أديت ، فإن المفهوم C يُطبق فقط إذا حدثت النتائج R .

وقد أكد " بريدجمان " على أنه إن لم يتوافر التعريف الإجرائي المحدد لأي مفهوم ، فإن هذا المفهوم ليس له دلالة تجريبية ويُستبعد من العلم ... وعلى الرغم من أن " بريدجمان " قد أكد على أهمية وجود روابط بين العبارات التي توضح حدوداً نظرية وبين اللغة الملاحظة بحيث تسجل نتائج القياس ، إلا أنه ذكر أن هذه الروابط ربما تبدو معقدة حقاً ، وأمامنا واحد من أمثلة " بريدجمان " مفهوم الضغط داخل جسم مرن . فالضغط لا يمكن أن يقاس مباشرة أو بصورة مباشرة ، بل يمكن حسابه عن طريق نظرية رياضية ، وذلك من خلال القياسات المأخوذة من سطح الجسم هكذا – وفي ضوء مفهوم الضغط – هكذا تؤدى الإجراءات متضمنة إجراءات الورقة والقلم .

فليس هناك مشكلة . فوجود علاقة مألوفة بين الضغط والإجهاد ، ونتائج إجراءات أداتية مؤداه على سطح الجسم ، ويمكن وجود قيمة الضغط من خلال عملية استدلالية (استنباطية) . وهذا يكفي لتحديد الضغط كمفهوم مسموح به من منظور الأداتى (٥٠).

(٣) نظرية المعنى :

هل حاول " بريدجمان " وضع نظرية للمعنى ؟ أم حاول وضع معيار يميز بين الحدود والمفاهيم الفيزيائية التي لها معنى وغيرها التي ليست لها معنى ؟

لكي نجيب على هذه النوعية من الأسئلة ، ينبغي علينا أن نحدد ما إذا كانت الإجرائية حالة خاصة من التجريبية المنطقية وخصوصاً عندما نناقش قضية المعنى أم أنها تيار فلسفي قدم أطروحة جديدة لمفاهيم العلم بعيداً عن قابلية التحقق التجريبي لهذه المفاهيم – إنها كذلك . والدليل على ذلك ما ذكره " بريدجمان " في جمع كتاباته والتي سبق ذكر معظمها ، وما سوف نقدمه الآن .

صحيح أن " بريدجمان " قد دأب على تعريف المفاهيم العلمية بواسطة عمليات قياسها وتكميمها ، لتتلاقى الإجرائية مع معايير التجريبية المنطقية الدالة على المعنى . وصحيح أن " بريد جمان " كاد أن يتخذ موقفها ، لكنه اختلف عنها من زاويتين الأولى المنهج الإجرائي للمفاهيم العلمية

فما الطول مثلاً ؟ هو إجراءات قياسه ، ليكافئ المفهوم ما هو ملاحظ بشأنه لا من وقائع تجريبية بل من إجراءات فعلية (٥١) ، أما الزاوية الثانية فإيمانه الشديد بتاريخ العلم وحركتيه الفاعلة للمفاهيم والنظريات العلمية .

إن " بريدجمان " حاول وضع فلسفة للعلم في إطار إجرائي لتشكيل ما يحدث بالفعل في الواقع العلمي . وهذه الرؤية جاءت له خلال حالة الاضطراب الشديدة التي لحقت بالمفاهيم العلمية في الفيزياء النيوتينية (الزمان – المكان – الطاقة – الكتلة ... الخ) . عندئذ حاول أن يعيد صياغة هذه المفاهيم في ضوء التغيرات الجذرية التي شهدتها الفيزياء المعاصرة ويقيموا بذلك – العلم على أسس قوية من التجربة حتى يتسنى لهم الأمر ببناء نظريات علمية لا لبس فيها ولا غموض . وهنا فقد عرف المفاهيم بواسطة الإجراءات التجريبية لا بخصائصها ونقد كل مفهوم من الحس المشترك قد استخدمه وتداوله ومؤكداً ضرورة مطابقة المفهوم والإجراءات المستخدمة . والأخطر من ذلك هو نقده لاستخدام المفهوم الواحد ذو المعنى المتباين في أكثر من مستوى واحد . هذا معناه أن تناقضاً قد حدث في الفيزياء النيوتينية مما تسبب في أزمة لها كانت نتاجاً لموقف غير نقدي للمفاهيم التي كانت مستخدمة آنذاك . والتعريف بلغة الخصائص ، كما علمنا هو أن المكان – مثلاً – مستقل والزمان كذلك (٥٢) .

وفي ضوء ذلك شكل قاعدة للبحث عن المعنى في مجال المفاهيم والحدود العلمية تركز على الإجراءات والعمليات أياً كان نوعها ، إجراءات فيزيائية مختبرية ، إجراءات القلم والورقة . وبشكل عام لكي أعرف معنى أي حد ، فإنه يكفي معرفة ما هي الإجراءات التي تطبق للتحقق من أن الحد في أية حالة ملموسة قد استخدم على نحو مناسب ، وبالتالي فإن المعنى سوف يوجد في الإجراءات التي بواسطتها التحقق منه (٥٣) .

لكن على الرغم من كل ذلك لا يمكن أن تكون الإجرائية حالة خاصة من التجريبية المنطقية . ذلك لأن التجريبية المنطقية تناقش مشكلة المعنى في القضايا . أما " بريدجمان " فيناقش مفاهيم فيزيائية مفردة إضافة إلى أنه لم ينشغل بقابلية التحقق التجريبي . ومن أجل هذا لا ترى

الإجـرائية أن " الحـد " لا معنـى لـه " مـا لم تكن القضية المتضمنة إياه قابلة للتحقق تجريبياً (٥٤) .

وهـذا مـا أكـده قطـب من أقطاب التجريبية المنطقية وهو " كارناب " إذ رأي أن الإجـرائية تـرى أن المفاهـيم العلمية تعرف في حدود إجراءات فيزيائية ، فالكتلة تعرف في حدود إجراء الوزن ، الطول في حدود القصبات ، ومن ثم لا أحد ينكر أن هذه الميزة التي تتسم بها مرغوب فيها وخصوصاً عندما نكون بصدد مفهوم علمي ... (٥٥).

والواقـع أن أول مـن لفـت نظـر " بـريدجمان " إلي نظرية المعنى هـو الفيزيائـي " آينـشتاين " عندما أدرك الأخير أن معنى أي حد يكمن في الإجراءات الموظفة في عمل تطبيق لهذا الحد .

فإذا كان الحد قابلاً للتطبيق في المواقف الفيزيائية – مثل المسافة ، أو التزامن ، فإن المعنى يكمن بدوره في الإجراءات بحيث يمكن تحديد المسافة كأحـد الموضـوعات الفيزيائية ، أو في الإجراءات بحيث يمكن لشخص أن يحـدد مـا إذا كـان حادثـان فيـزيائيان متـزامنين أم لا . ويقـول فـي كتابه " نظرية النسبية " لا يتواجد المفهوم بالنسبة للفيزيائي ما لم يكن لديـه إمكانية اكتشاف ما إذا كان يتحقق في حالة فعلية أم لا . هكذا يتطلب أي تعريف للتزامن وكمثل هذا التعريف أن يزودنا بالمعاني بحيث يقرر – في حالـة راهـنة – عن طريق التجربة أن كل من الضربتين المفاجئتين تحدثا بالتـزامن ... (٥٦) ومن منطلق الذكاء العلمي والفطنة ، حاول " بريدجمان " أن يوضـح كـيف يمكـن محـو عمليات الالتباس والغموض التي تمارس فـي المفاهـيم العلمية ، وقد كان حريصاً على عملية النقد من خلال منهج إجرائـي حـيث يرى أنه لكي يتضح معنى المفهوم علينا أن نعى جيداً كافة الاضـطرابات والأزمـات التي قد يسببه معنى مفهوم معين . وهذا ما دعاه إلـي أن يذكر كيفية معالجة " آينشتاين " للمفاهيم العلمية الفيزيائية وتتضح فـي أن " آينـشتاين " " قـد وعى جيداً التناقضات في معاني حدود الحس المـشترك مـثل المـسافة والـزمن وخلاف ذلك وكونها ليست واضحة بل غامـضة وغيـر كافـية لـتخدم المـستويات التي طرحت من خلال الواقع الجديـد"(٥٧) أمـا بالنـسبة للمـنهج الذي بصدده تتضح الأمور هو المنهج

الإجرائـــي [٥٨] . فهذا المنهج كان يحدد الإجراءات الماثلة في أمثلة ملموسة فـــي حالة تطبيق الحد الذي يكون معناه موضوع تساؤلنا . والمثال الواضح علـــى ذلـــك هو التزامن [٥٩] وعند قياس طول الجسم الذي يتحدد من خلال تطبيق المعيار الإجرائي للمعنى حيث يتحدد المعنى من خلال ما تفعله عندما نقيس طول الجسم المقر له [٦٠] . وهذا بالطبع يتضمن إجراءات مختلفة .

هـــذا معـــناه أن النظـــرية الإجرائية في المعنى تقوم على ربط المفهوم بتطبـــيقه أو الربط بين معنى اللفظ وبين الإجراء . فمثلاً إذا رمزنا إلي درجة حـــرارة الماء بـــ " ١٠٠ ° ف " واعتقدنا أن هذا الرمز قابل للتطبيق القياسي بجهـــاز الترمومتـــر ، فـــإذا كانت القراءة عليه هي ١٠٠ درجة فهرنهايت كـــان " ١٠٠ ° ف " رمـــزاً يقـــبل التطبـــيق للماء الموجود في كوب معين . أمـــا إذ لم تكن القراءة هي " ١٠٠ ° ف " أصبح ذلك الرمز غير قابل للتطبيق بالنـــسبة لهذا الماء . هذا معناه أن الرمز لا يكون له معنى إلا إذا كان هناك إجـــراء يمكن اتخاذه يحدد بدوره ما إذا كان هذا الرمز قابلاً للتطبيق بالنسبة للحالـــة موضـــع تـــساؤلنا أم لا . وهـــذا يـــؤكد علـــى أن المعاني إجرائية Meanings are Operational أي أنه إذ لم يعلم الشخص الإجراءات لا يعرف – بالطبع – المعنى [٦١] .

والواقـــع أن هذه النظرية لا تجد صعوبة في تفسير العلاقة بين اللفظ أو الرمز وبين مدلوله من زاوية معينة . ففي حالة الرمز المفرد ، فإنه بالنسبة للنظـــرية الإجـــرائية تـــوجد قاعدة مناظرة تحكم الإجراء الذي يحدد الأشياء المفـــردة أو الحـــالات أو الحـــوادث التـــي يكـــون الرمـــز قـــابلاً للتطبيق عليها . ويكون مدلول الرمز في هذه الحالة هو ببساطة ما يحدد الإجراء أن الرمز يقبل التطبيق بالنسبة له [٦٢] .

نضيف إلي ذلك أن التحليلات الإجرائية غير مقصورة على معنى الحدود والمفاهـــيم العلمية وحسب ، فإنها تشمل أيضاً الأسئلة التي لها معنى . وهذا معـــناه أن هـــناك أســـئلة لـــيس لهـــا معنـــى . أي أن المفاهيم المستخدمة فـــي الـــسؤال إذا كانت مفاهيم علمية يمكن تعريفها بواسطة إجراءات أداتية أو عقلية فإن السؤال عندئذ يكون له معنى ، أما إذا وجدنا أن المفهوم يمكن تعـــريفه بواســـطة صفات خيالية مفترضة ، كما في مفهوم الزمان المطلق ،

فعندئذ لا يكون للسؤال معنى . هنا يقول " بريدجمان " : " إن لم أستطع أن أتخيل لنفسي ما سأفعله لاختبر صحة جواب ما يمكن أن يقدم لي ، فإنني أجهل ما أعنيه بالسؤال " (٦٣) .

على الرغم مما هو مذكور آنفاً ، إلا أننا يمكن القول أن الإجرائية من الممكن ألا تتطلب الأداء الفعلي للإجراء فقد يكون إجراءً من حيث المبدأ وحسب وخصوصاً إذا كان هناك صعوبة القيام بهذا الإجراء . مثال : هذا القطار يزن ١٠٠ مليون طن . هنا يصعب على الإجراء البسيط القيام بالوزن ، ومن ثم يستحيل تحديد ما إذا كان الرمز يقبل التطبيق في حالة معينة أم لا . والسبب في ذلك يرجع إلي عدم توافر الإمكانية لتشكيل ذلك. هنا يكون الإجراء من حيث المبدأ وليس إجراءاً فعلياً ويكون للرمز معنى أيضاً في ضوء هذه إمكانية .

تختلف النظرية الإجرائية في المعنى تماماً عن النظرية الإشارية التي تربط بين المعنى والإشارة إلي شيء معين يكون موضوعاً له . ويكون هذا الأخير هو معنى الرمز . أما الإجرائية فقد أخرجت المعنى عن الارتباط بالأشياء أو الموضوعات الخارجية المشار إليها . كما تختلف الإجرائية عن نظرية الأفكار في المعنى التي تربط بين الرمز ومعناه والفكرة المصاحبة في ذهن من يستخدمه أي أنها تربط بين الرمز ومعناه ووجود فكرة تصاحب استخدامه في الذهن . فكأن الفكرة هي معنى الرمز (٦٤) .

لكن هناك صعوبة تواجه الإجرائية ونحن بصدد نظرية المعنى وهي :

إذا كان اللفظان لهما ما صدقات واحدة " كائن ذو قلب " " كائن ذو رئة " فإن الإجراء الذي يحدد ما إذا كان أحدهما يقبل التطبيق " هل له قلب " ؟ ، يختلف عن الإجراء الذي يحدد ما إذا كان الثاني (هل له رئة ؟) فيقبل التطبيق . ولذا فإن من يأخذ بوجهة النظر الإجرائية يذهب إلي أن الرمزين ليسا مترادفين . (لكن هل تختلف الإجراءات فعلاً ؟ طالما أننا نعرف الآن أن الرمزين لهما نفس الماصدقات ، فإننا نستطيع أن نقوم بأي إجراء عدد ما إذا كان أحد الرمزين يقبل التطبيق ، لكي تحدد إمكان التطبيق هذين الرمزين ستكون واحدة ومن ثم ، فالرمزان – طبقاً

للإجرائية – يصبحان مترادفين . لكن بما أنهما ليسا كذلك ، من وجهة النظر الإجرائية ، فلن تصبح النظرية الإجرائية صحيحة) [٦٥] .

ثالثاً : بعض الانتقادات الموجهة للإجرائية

في ضوء ما سبق نلاحظ أن الإجرائية ثمرة ناضجة للإنجازات العلمية (وخصوصاً تحليلات " آينشتاين " للمفاهيم العلمية) . هنا يقول Benjamim " لا تحل الإجرائية – بصورة فعلية – أي مشكلة من مشكلات الميتافيزيقا " [٦٦] أي أن الإجرائية لا يمكن أن تكون طريقة لحل مشكلات ميتافيزيقية ، ولم يقدم " بريدجمان " أي نظرية ، كما أنها – أي الإجرائية – تربط بين المفهوم ومجموعة الإجراءات مؤكدة على أن المفاهيم التي تخالف هذا الشرط إنما هي مفاهيم ليس لها معنى أو ميتافيزيقية لأننا لا نستطيع أن نجيب عليها بنعم أو لا نظراً لافتقارها إلي عنصر الإجراء . إضافة إلي ذلك لا يمكن للإجرائية أن تحكم على المفاهيم بأنها صادقة أو كاذبة بل استبدلت بالكذب استبعاد المفاهيم من مجال العلم .

لكن هل يمكن أن يكون لكل حد نظري إجراء تجريبي ؟! هنا رأي " نيجل " Nagel إنه من المستحيل أن نسأل – كما أوضح بريدجمان – ماذا إذا كان كل حد نظري مرتبط بإجراء تجريبي [٦٧] .

ويؤكد Brillouin رأي " نيجل " قائلاً : الكميات الفيزيائية فقط هي التي يمكن لها أن تقاس ويمكن إعداد إجراء لها . أما الأشياء النظرية التي لا يمكن ملاحظتها فيصعب وجود إجراء ومن ثم ليس لها وجود واقعي[٦٨] . هذا يؤكد على أن " بريدجمان " قد فشل – فيما يرى مارجنيو – في تعريف الإلكترون ذاته بعد أن اعتقد في تعريف الشحنة والكتلة الخاصة بهذا الإلكترون ، في ضوء إجراء .[٦٩] ويقدم " ليندسى Lindsay نقداً يؤيد ما سبق آنفاً وهو أن " بريدجمان " حاول وضع حداً للبناء الحر للمفاهيم في نظامه الإجرائي حتى لا يترك الفرصة لبعض النقاد وخصوصاً في إجراء الورقة والقلم (سرعة جزئ في النظرية الحركية للغازات ، سرعة جزئ الإلكترون في النظرية الذرية ، دالة ميكانيكا الكوانتم) . فقد اعتقد أن الفيزيائيين يتفقون على وضع قيداً لحرية هذه الإجراءات وهو أن هذه الإجراءات يجب أن تكون قادرة في النهاية – بالرغم من أنه

غيـــر مباشـــر – فعلية . لكن يتساءل الكاتب كيف يمكن تفسير ذلك المفاهيم ومـــصادرات كـــل نظـــرية فيـــزيائية ناجحة وكيف يمكن أن تكون مرتبطة بالإجـــراءات الفعلـــية . ثـــم أنني لم أفهم بعد لفظ " على الرغم من أنه غير مباشر " كما أنه غير واضح بالمرة (٧٠) .

ويمكـــن الرد على ذلك أن التجربة عند " بريدجمان " مجرد مستشار يحـــدد مـــا إذا كانـــت المفاهيم العلمية ملائمة وناجحة أم لا ، ومن ثم يكون التعريف له معنى ويكون المفهوم واضحاً .

وهنا يتقدم C.B Bures بنقد " لبريدجمان " قائلاً : لكي يكون المفهوم واضـــحاً ومعتـــرف به في العلم ، يجب أن يُعَّرف بطريقة معينة بحيث يكون تعـــريفه قاعدة تصف مسبقاً إجراءات محددة قابلة للإنجاز Performable لاستخدام المفهوم (٧١) أي إمكانية الإنجاز (٧٢) ومعاني الإمكانية هنا تجريبية منطقية ، سيكولوجية ، وتقنينية (٧٣) .

ويمكـــن هـــنا الـــرد علـــى Bures أن " بـــريدجمان " لـــم يـــتحدث عـــن الإجراءات الممكنة بل الفعلية الملموسة . لكن هناك بعض أوجه الشبه بيـــنه وبـــين التجـــريبية مـــن حيث أن الأول يتجه بالمفهوم إلي التجربة ، ومـــن ثـــم الـــتخلص مـــن العناصر المرفوضة في العلم والتأكد على الدقة والوضـــوح لكـــن الإجـــرائية مازالـــت أكثـــر دقة لأنها تحدد معنى المفهوم الفيزيائـــي ضـــمن التجـــربة بإجـــراءات القياس والوحدات القياسية كما أن الإجرائية تحلل المفهوم بصورة منفردة عن القضايا والعبارات .

ويـــتقدم " كارل بوبر " أيضاً بانتقاد جديد للنسباوية ، كما هي ماثلة عند الإجـــرائية قـــائلاً : " على الرغم من أننا لا نستطيع أن نحكم على نظرياتنا إلا " حكمـــاً نـــسباوياً " بمعنـــى أنـــنا نقـــارن بيـــنها وبين بعضها البعض (ولا نقـــارن بيـــنها وبـــين الصدق ، الذي لا نعرفه) فإن هذا لا يعنى أننا نـــسباويون (بمغزى التعبير الشائع بأن " الحقيقة نسبية ") بل بالعكس ، أننا نحـــاول بمقارنتـــنا بين النظريات ، أن نجد النظرية التي تحكم بأنها اقتربت أكثـــر من الصدق (المجهول) . وهكذا تلعب فكرة الصدق (الصدق المطلق) الـــدور الأهـــم في مناقشاتنا . إنها فكرتنا الحاكمة الرئيسية وعلى الرغم من أنـــنا لا نـــستطيع أبداً تبرير الدعوى بأننا بلغنا الصدق / الحقيقة ، فإننا في

أغلب الأحوال نستطيع إعطاء أسباب وجيهة ، أو تبرير ، لوجوب الحكم على نظرية ما بأنها أقرب إلي الصدق من سواها " [٧٤] .

وعلى الرغم من كل هذه الانتقادات ، إلا أن الإجرائية ثمرة ناضجة للإنجازات العلمية ومواكبة لكل تطور يحدث على مستوى العلم . وهذا نتج من اعتقادها في تاريخ العلم وربط المفهوم العلمي بالإجراء . وإعطاء الفرصة للقائم بالإجراء اتخاذ اللازم . وهنا تتضح نسباوية التحليلات الإجرائية للعلم .

الثبت المرجعي :

(١) سالم يفوت ، فلسفة العلم المعاصرة ، بيروت ، دار الطليعة ، ١٩٨٦، صـ ١٢٧ .

(٢) هايزنبرج (ف) ، الفيزياء والفلسفة ، ترجمة أحمد مستجير ، المكتبة الأكاديمية القاهرة ، ١٩٩٣ ، صـ ٣١ – ٣٢ .

(٣) تختلف النسباوية Relativism اختلافا كبيراً عن الذاتية Subjectivism وذلك لأن المعرفة العلمية - حتى وإن كانت معرفة شخصية ، أو سلسلة من أفعال أشخاص تتطلب تعهداً والتزاماً شخصياً بوجهة النظر - لا تتم إلا في قلب مجتمع من العلماء ذوي إعداد خاص وعقلية خاصة وهدف عام، وليس مفهوماً شخصياً أو ذاتياً أو منطقاً لتبرير المعرفة ، أو إثبات الصدق والإطلاق. أي أن المعرفة العلمية تدعو إلي الكشف والتقدم والتغيير والثورة والتاريخية.

(٤) انظر في ذلك ، سالم يفوت ، فلسفة العلم المعاصرة ، المرجع السابق، صـ ١٢٦ – ١٢٧ .

(5) Bridgman, The Nature of physical theory, New York, Dover publication,1936 p. 9 – 10.

(٦) باليبار (ف) أنيشتين يقرأ جاليلو ونيوتن ط، ترجمة د. سامي أدهم، بيروت، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع ، ١٩٩٣ ، صـ١١٢.

(٧) باليبار (ف) نفس المرجع ، صـ ١١٧ .

(8) Bridgman (p.w) " Einstein's theories and operational point of view " in, Schilpp, (A), Albert Einstein: philosopher – scientist, vol. I, p. 338.

(9) Bridgman, The Nature of physical theory, p.72

(10) Grunbaum (A) " operationism and Relativity " in; The validation of scientific theories ed by Frank (ph), Boston, the Beacon press, 1956, p. 88 – 89.

(11) Bridgman," Einstein's theories and operational point of view " in, Schilpp,(A) :, Einstein philosopher scientist, p. 336.

(12) Redhead (M) " the conventionality of simultaneity " in; Earman (J) and others (eds). Philosophical problems of the internal and external worlds, university of Pittsburg press, 1993, p. 104.

(13) Nerlich (G) " Simultaneity and convention in special Relativity " in; Mclaughiln (R) (ed), what? Where? When? Why? Holland, Reidel publishing company, 1982, p. 130.

(١٤) ستيفن هوكنج ، الكون في قشرة جوز – ترجمة د. مصطفي إبراهيم فهمي ، عالم المعرفة ٢٩١ ، الكويت ، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، ٢٠٠٣ ، صـ ٣٨ .

(١٥) هورن(ج.ب) ما وراء العلم– كراسات سلسلة عروض ترجمة د. يمنى طريف الخولى، القاهرة، المكتبة الأكاديمية، ٢٠٠٠م، ص ٢٢ .

(16) Bridgman (p.w), The Nature of physical theory, p. 8 – 9.

(17) Hempel (C.G) " A Logical Appraisal of operationism " in; Frank (ph), the validation of scientific theories, p. 53.

(18) Bridgman, Reflections of A physicist, p. 127.

(١٩) انظر في أولمو (ح) " التعريف الإجرائي " ، دفاتر فلسفية ٣ المعرفة العلمية ط١ . ترجمة عبد السلام بن عبد العالي ومحمد سبيلا ، المغرب ، توبقال ، ١٩٩٢م ، صـ٢٢ .

(20) Bridgman, Reflections of A physicist, New York, Macmillan, 1927, p. 106.

(21) Bridgman, The logic of Modern physics, New york, Macmillan, 1927, p. 106.

(22) Nature of Scientific theory, p. 55. Bridgman,

(٢٣) د . يمنى الخولى ، فلسفة العلم في القرن العشرين ، عالم المعرفة ٢٦٤ الكويت ، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ٢٠٠٠ ، ص ٢٣ .

(24) Bridgman, The logic of Modern physics, p. 173.
(25) Bridgman, (p.w) op – cit. p. 5.
(26) Bridgman, Ibid.
(27) Bridgman, op-cit. p. 11 - 12
(28) Bridgman, op – cit. p. 66 – 67; Kockelmans (J.J), Philosophy of science, U.S A, New Branswicke 1999, p. 465 – 466.
(29) Kockelmans (J.J), op – cit. p. 467.
(30) Bridgman, The logic of Modern physics, p. 77.
(31) Kockelmans (J.J), Philosophy of science, p. 471.
(32) Bridgman, The logic of Modern physics, p. 75.
(33) Bridgman, op – cit. p. 6.
(٣٤) ياسمين خليل ، مقدمة في الفلسفة المعاصرة ط، ، منشورات الجامعة الليبية ، ١٩٧٠م ، صـ ٢٢١ – ٢٢٢ .
(٣٥) ياسمين خليل ، المرجع السابق ، صـ٢٩٢ .
(36) Bridgman, Reflections of physicist p. 17 – 18.
(37) Bridgman, op – cit. p. 26.
(38) Bridgman, op - cit p. 28 - 29.
(39) Bridgman, The Nature of physical theory, p. 51.
(40) Bridgman, op – cit. p. 58.
(٤١) آينشتاين (أ) ، أفكار وآراء ، ترجمة رمسيس شحاتة ، القاهرة ، الهيئة العامة للكتاب ، ١٩٨٦م ، صـ٦١ .
(42) Grunbaum (A) " operationism and Relativity " in; The validation of scientific theories, ed by (p) frank, p. 88.
(43) Bridgman, The logic of Modern of physics, p.25- 26.
(44) Margenan (H "Interpretations and isinterpretations of operationalism" in; frank (ed) the validation of scientific theory, p. 40.
(٤٥) سالم يفوت ، فلسفة العلم المعاصرة ط، ، بيروت ، دار الطليعة ، ١٩٨٦م، صـ١٢٧ .
(46) Feigl (H), operationism and scientific Method , p. 250.
(47) Bridgman, The Nature of physical theory, p. 12.
(48) Hempel (C.G), " A logical Appraisal of operationism" in ; Frank (ph.G), the validation of scientific theories, p. 52.

(49) Losee (J), A historical introduction to the philosophy of science - 3ed, 1993, p. 185 – 187.

(50) Losee (J), op – cit. 1993, p. 187.

(٥١) د. يمنى الخولى ، فلسفة العلم في القرن العشرين ، صـ٣٢١ .

(٥٢) انظر في ذلك:

Bridgman, The Nature of physical theory, p.10.

(٥٣) مشهد العلاف ، بناء المفاهيم بين المنطق والعلم ط١ ، بيروت ، دار الجيل، ١٩٩١م صـ١٦٠ .

(٥٤) انظر في ذلك:

Boas (G), The operational theory of Meaning, p. 545.

(55) Schilpp (P.A) (ed), The philosophy of R. Carnap, London, Cambridge university press, 1963, p. 172

(56) Bridgman (p.w) " Einstein's theories and operational point of view " in, schilpp, (P.A) Albert Einstein : philosopher – scientist, vol. I, New York, Harper and brother publishds, p.338.

(57) Bridgman,(P.W) Reflections of physicist, p. 135.

(58) Bridgman, Ibid .

(59) Bridgman, op - cit. p. 136.

(60) Bridgman, Ibid .

(61) Bridgman, op – cit. p.p, 4 - 5.

(٦٢) عزمي إسلام ، مفهوم المعنى ، حوليات كلية الآداب . الحولية السادسة، الكويت ، ١٩٨٥ ، صـ٦٣ .

(63) Bridgman, The Nature of physical theory, p. 11.

(64) Baruch, (A.B) logic : theoretical and Applied. U.S.A, 1973, p. 13 – 14 .

(65) Baruch, (A.B) op – cit. p. 19.

(66) Benjamin " the unholy Alliance of positivism and operationalism " in Journal of philosophy, vol. 39, 1942, p. 624.

(67) Nagel (C) the structure of science, Cambridge, Hackett publishing company, 1979, p. 270

(68) Brillouin (L), Scientific uncertainty and information, New York Academic press, 1964, p. 41 – 42.

(69) Margenau (H) "Interpretations and Misinterpretations of operationlism" in frank, the validation of scientific theories p. 39.

(70) Lindsay (R.B) operationalism in physics in; the validation of scientific theories, p. 70.

(71) Bures (C.E), operationism, Construction and inference, p. 396.

(72) Bures (C.E), Ibid.

(73) Bures (C.E), op – cit, p. 396 – 397.

(٧٤) بوبر (ك) ، أسطورة الإطار ، تحرير نوترنو(م) ، ترجمة أ. د يمنى طريف الخولى ، عالم المعرفة ٢٠٢ ، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ، الكويت ، ٢٠٠٣م – صـ١٩١.