

أهمية الدرس الاستمولوجي في اكتساب مهارات التفكير النقدي لدى طلبة الفيزياء

The importance of the epistemological lesson in the acquisition of critical thinking skills For physics students

د.تونس محمد (tounsmod@gmail.com)	جامعة عمار ثلجي بالأغواط/ الجزائر
-------------------------------------	--------------------------------------

الإرسال: 2021/04/05 القبول: 2021/04/17 النشر: 2021/05/14

ملخص: إن الدرس الاستمولوجي مهم بالنسبة لطلاب الفيزياء حيث يطلع على المشكلات الاستمولوجية المطروحة في هذا العلم الذي يتطور بشكل متسارع، كما يستفيد من الدراسات النقدية للنظريات الفيزيائية و يكتسب من خلالها مهارة التفكير النقدي ، كذلك لا بد للطالب أن يتعمق في فهمه للنظريات الفيزيائية من خلال معرفة السياق التاريخي لبداية النظرية الفيزيائية حيث يفهم كيف جاءت الحلول و الاعتراضات و النقاشات التي كانت حولها و كيف ظهرت القوانين المكونة للنظرية. إن معايشة الطالب للمشكلات الاستمولوجية المثارة في الفيزياء و معرفته لمختلف النقاشات حولها يكسبه مهارات التفكير النقدي الاستمولوجي حيث يتعرف على أساليب الدراسة النقدية لمبادئ و مسلمات النظريات و إثباتاتها التجريبية و المشكلات المنهجية و الفلسفية التي تثيرها.

كلمات مفتاحية: فيزياء ، استمولوجيا ، تفكير ، نقدي ، مهارة.

Abstract: The epistemological lesson is important for a student of physics, as he knows the epistemological problems presented in this rapidly developing science. He also benefits from critical studies of physical theories and acquires through them the skill of critical thinking, It is also imperative for the student to deepen his understanding of physical theories through knowing the historical context of the beginning of the physical theory, where he understands how the solutions, objections, and debates that were about it and how the laws forming the theory appeared, The student's encounter with the epistemological problems raised in physics and his knowledge of the various debates around it gives him the skills of epistemological critical thinking, as he gets acquainted with the methods of critical study of the principles and axioms of theories and their experimental proofs and the methodological and philosophical problems that they raise.

Keywords : physics, epistemology, thinking, critical, skill.

مقدمة:

يتناول طلبة الفيزياء فروع علم الفيزياء من نظريات و قوانين بتركيزهم على الجانب الرياضي حيث يتعلمون القوانين و البرهنة عليها و تطبيقها رياضيا و يتعاملون مع الكيفيات الفيزيائية بوصفها رموز مرتبطة بقيم كمية و يتعلمون حل المسائل الفيزيائية عن طريق الاستنباط الرياضي ، الملاحظ في فيزياء اليوم هو أنه طغى عليها الجانب الرياضي بحيث أن هناك نظريات تتركب من بنية رياضية معقدة و تحتاج لممارسة رياضية لفهمها ، الجانب الرياضي مهم و أساسي بلا شك، و مع ذلك فالطالب في حاجة لمعرفة الجانب الاستمولوجي للنظريات الفيزيائية، حيث أن هناك العديد من الإشكاليات الاستمولوجية المطروحة سواء من الناحية العلمية مثل بعض المسائل المتعلقة بالخلاف حول تفسير ظاهرة معينة أو حل تناقض ما ، أو من الناحية المنهجية مثل بنية النظرية الفيزيائية و علاقتها بالواقع و موضوعية تصوراتها. يمكن للدراسة الاستمولوجية أن تعزز من مهارات التفكير النقدي لطلبة الفيزياء ، و يمكن أن تتدارك ضعف القدرات العقلية المبنية على الحفظ والاجترار عند الطالب، و تدعم ملكة التفكير والفهم والتساؤل والتجريب والنقد ، عندما يتناول طالب الفيزياء دراسة قضية من جميع الجوانب العلمية و الاستمولوجية و التاريخية ستعزز لديه القدرة على الإحاطة الأكثر شمولية وكيفية إجراء استدلالات سليمة، كل هذا يدفع للتساؤل عن أهمية الدرس الاستمولوجي في تعزيز مهارات التفكير النقدي عند طلبة الفيزياء ؟

1 - مفهوم الاستمولوجيا :

لكي نأخذ فكرة عن مفهوم الاستمولوجيا لا بد من البدء بالتعريف الاصطلاحي و المعجمي لهذه الكلمة، إن مصطلح إبستمولوجيا Epistémologie هو عبارة مركبة من لفظتين يونانيتين Epistèmè وتعني العلم ، و Logos التي تعني النظرية أو الدراسة أو النقد ، فالإبستمولوجيا من حيث اشتقاقها اللغوي تعني نظرية العلم أو نقد العلم¹. ويعتبر الفيلسوف الاسكتلندي جيمس فريديريك فريبه أول من وضع هذا المصطلح ، والكلمة في استعمالها الفلسفي المعاصر تعني الدراسة النقدية للمعرفة العلمية وتهتم بالبحث النقدي في مبادئ العلوم وموضوعاتها وفرضياتها ونتائجها وقوانينها، بغية إبراز بناها ومنطقها وقيمتها الموضوعية.

¹ - محمد عابد الجابري ، مدخل إلى فلسفة العلوم ، (ط4، مركز دراسات الوحدة العربية، 1998)، ص18

يعرف لالاند الاستيمولوجيا بأنها " الدرس النقدي لمبادئ مختلف العلوم ، وفرضياتها و نتائجها ، الرامي إلى تحديد أصلها المنطقي ، و قيمتها و مداها الموضوعي ".¹ كما أن لالاند لا يضم الميتودولوجيا (علم المناهج) للاستيمولوجيا ، رغم أن النقد المنهجي طرف مهم في الاستيمولوجيا ، فلا يكاد كتاب في الاستيمولوجيا يخلو من نقد للمنهج حيث تطرح مسائل مثل إمكانية التجريب ، و مدى جدوى المنهج الاستنباطي في العلوم ...، و لقد اهتم كبار الاستيمولوجيين بالمناهج ، و دار حولها نقاش كبير ، و لهذا لا يمكن استبعاد المنهج في نقد أي نظرية علمية . كما جاء في معجم لاروس حول الإستيمولوجيا " بأنها دراسة فلسفية للعلم ، وهي تهتم بميدان أشمل من الميتودولوجيا أو منطق العلم ، فهي تضم من جهة الميتودولوجيا التي تدرس المناهج الخاصة بكل علم ، و مراحل التفكير العلمي بصفة عامة ، و من جهة أخرى مشكل الحقيقة العلمية و العلاقة بين العلم و الفلسفة " .² هناك مدارس تفرق بين الاستيمولوجيا و فلسفة العلوم حيث تهتم الاستيمولوجيا بالاشكاليات العلمية المثارة في العلم أما فلسفة العلوم فتهتم بالمشكلات ذات الطابع الفلسفي ، و هناك من لا يقيم أي تفرقة بين الاستيمولوجيا و فلسفة العلوم حيث كلهما يصب في إطار الدراسة النقدية للعلوم .

إن النظرة الوضعية التي يمثلها اغست كونت A.Comte أبدت اهتماما بتصنيف العلوم و استخلاص المبادئ و الأفكار المشتركة بينها ، ولقد رأى كونت أن فلسفة العلم هي فلسفة علمية تتخذ من العلوم في حالتها الراهنة موضوعا لها للكشف عن الروابط المشتركة بينها من مبادئ و علاقات في فترة زمنية معينة ، فهي تهتم بما هو مشترك بين العلوم ، قدم كونت أطوارا لتطور التفكير البشري ، و رأى أنه مر بثلاثة مراحل: المرحلة اللاهوتية، المرحلة الميتافيزيقية، المرحلة الوضعية، في المرحلة الأولى كان عقل الإنسان يفكر في الظواهر بالاستناد إلى تفسيرات لاهوتية ، و بعدها صار يفكر من وجهة نظر ميتافيزيقية حيث يستند في تفكيره على مفاهيم و تبريرات مجردة بعيدة عن الخبرة الحسية، و لما نضج العقل البشري أصبح ينظر للظواهر الطبيعية من وجهة نظر مادية وضعية، و لذا فالتناول الصحيح للظواهر الطبيعية يعتمد على استبعاد كل ما له صلة بالميتافيزيقا ، إن كل محاولة لدراسة العلوم دراسة كلية لا بد أن تتجنب ما يفتح الباب للتفكير

¹ أندريه لالاند، موسوعة لالاند الفلسفية ، تر: خليل احمد خليل ، ج 1 (ط1، بيروت، باريس، منشورات عويدات، 1996) ص 375.

² Collectif , Grande Larousse Encyclopédique , T4, (Paris, Librairie Larousse.1985).p 621.

الميتافيزيقي ولذا يجب إنشاء اختصاص جديد تكون مهمته دراسة التعميمات العلمية مما سيزودنا بفلسفة علمية¹.

أما الوضعية المنطقية فهي ترى أن معارفنا العلمية هي حقائق علمية تصاغ في قضايا، فهذه القضايا هي ما نقوله عن العالم وعن الوقائع، لكن هل هذه القضايا تعكس لنا ما يجري في عالم الوقائع؟، قد يكون هذا صحيحا إذا أخضعنا هذه القضايا لآلية تحليلية صارمة تجعل من اللغة أداة ناجعة وفعالة لنقل ما يجري في الواقع، إن الوضعية المنطقية تنظر إلى المعارف الإنسانية من زاويتين، معارف تهتم بما هو موجود في الواقع ومعطيات التجربة، و معارف تهتم بالبناء اللغوي للعبارة العلمية حيث تهتم بتحليل لغة العلم وهذه هي مهمة فلسفة العلم، أو كما يسميها كارناب R.Carnap منطق العلم، الذي يرى أن اهتمام فلسفة العلم حسب الوضعية المنطقية "هو العلم سواء باعتبارها واحدا أو فروعا مختلفة، و يتعلق الأمر هنا بتحليل المفاهيم والقضايا والبراهين والنظريات التي تلعب فيه دورا ما، مع العناية بالناحية المنطقية أكثر من الاهتمام بالتطور التاريخي أو الشروط التطبيقية السوسيولوجية والسيكولوجية"² إن الملاحظ هنا أن الوضعية المنطقية تركز على التحليل اللغوي للمفاهيم العلمية دون الاهتمام بالتطور التاريخي لهذه المفاهيم وخلفيات تكوينها، و من هنا فإن إمكانية قيام فلسفة نقدية تهتم بمشكلات العلم تظل محدودة طالما أن هذا الاتجاه يحصر الاهتمام بالتحليل المنطقي واللغوي للنص العلمي.

أما باشلار فقد تصور ثلاث مهمات للابستمولوجيا: على الابستمولوجيا ان تعمل على إبراز قيم العلم والمفاهيم الأساسية، فالمعرفة العلمية تحوي قيم وأفكار ومبادئ ويجب الكشف عنها. كذلك على الابستمولوجيا ان تهتم بما تحدثه المعارف العلمية والأفكار والمفاهيم من اثر في البنية الفكرية السائدة. و عليها ان تقوم بتحديد كل مرحلة من مراحل تطور الفكر العلمي من خلال ما تتميز به كل مرحلة، حيث ان كل مرحلة جديدة تحدث قطيعة مع المرحلة السابقة حتى تتجاوزها والمقصود بالقطيعة هو إزالة العوائق التي تعرقل تطور المعرفة العلمية³. إن المعرفة حسب باشلار تتعرض لاضطرابات وتباطؤات، ولا بد من تبيان أسباب الجمود المعرفي، وحتى أسباب النكوص، وهذه الأسباب هي العوائق الابستمولوجية، و بهذا يمكن تصور المعرفة العلمية بأنها عرضة لأزمات وعوائق تتطور من خلالها، ولذا "يجب وضع الثقافة العلمية في حالة تعبئة

¹ - محمد عابد الجابري، مدخل إلى فلسفة العلوم، ص26

² - المرجع نفسه، ص28

³ محمد وقيدى، فلسفة المعرفة عند غاستون باشلار، (ط1، بيروت، دار الطليعة، 1980) ص63

دائمة، وإبدال المعرفة المغلقة و الجامدة بمعرفة منفتحة و نشطة¹، ان الاستمولوجيا في نظر باشلار في حاجة ماسة لتاريخ العلوم، اذ ان له أهمية خاصة و ملحّة في الدراسة الاستمولوجية، حيث نعرف من خلاله حلقات العلم المتلاحقة، و القطاعات الاستمولوجية التي شهدتها المعرفة، فالدراسة الاستمولوجية تكشف عن سيرورة المفاهيم العلمية، و مدى نجاعتها في مرحلة ما من تاريخ العلم .

كما أن بياجيـه J. Piaget اهتم بالجانب التطوري للمعرفة، فحسبه علينا ألا نأخذ المعرفة كحالة نهائية و إنما كعملية تطور و نمو Processus، و لقد ادخل الجانب السيكلوجي في دراسته لتطور المفاهيم العقلية، فهذه المفاهيم تتطور عبر الزمن و تنمو و تطرأ عليها تحولات يجب كشفها، و لقد دعت هذه الاستمولوجية بالاستمولوجية التكوينية، و قد اهتم بياجيـه بدراسة العلاقة بين المعرفة و النمو السيكلوجي للمفاهيم².

أخذت الاستمولوجيا تفرض نفسها في العصر الحاضر خاصة مع القفزة العلمية التي تحققت منذ بداية القرن العشرين و ظهور نظريات ثورية أجبرت العلماء على إعادة النظر في مبادئ العلوم و مناهجها و طرق التعامل مع مشكلاتها، كل هذا اثبت أهمية الدراسة النقدية للعلوم، اليوم أصبحت الدراسات الاستمولوجية متخصصة في مجالات محددة مثل استمولوجية العلوم الفيزيائية أو البيولوجيا أو الرياضيات أو علم النفس أو علة الاجتماع، حيث تغوص في دراسة مشكلات دقيقة و محددة داخل علم معين أو دراسة مشكلات داخل نظرية علمية معينة، لقد أضحت الاستمولوجيا تخصصا مهما خاصة في أقسام الدراسات العليا لما لها من أهمية في تعريف الطلاب على مبادئ العلوم و المشكلات المثارة فيها .

2-الأهمية المتبادلة بين الفيزياء و الاستمولوجيا :

إن العلم عموما و الفيزياء خصوصا ليس نسقاً مغلقاً على ذاته، بقدر ما هو نسق متفاعل، و فاعل في كل الأنساق النظرية العلمية، فالفيزياء ليست مجرد قوانين و قضايا معزولة، ولا نظريات مستقلة بعضها عن البعض، بل هي في الواقع إطار نظري له أسسه الفلسفية و مسلماته و مناهجه التي تبناها المجتمع العلمي، واعتمدته لحل المشكلات المطروحة. هذا الإطار يسميه توماس كون ب"البراديغم". و هو مجموع الأدوات و التقنيات و المناهج و المفاهيم و القوانين و النظريات المتاحة في حقبة ما و قناعات و قيم و معتقدات المجتمع العلمي و الشروط السيكلوجية التي تساهم في

¹ غاستون باشلار، تكوين العقل العلمي، تر: خليل احمد خليل، (ط3)، لبنان، المؤسسة الجامعية للدراسات و النشر، (1986)، ص 17

² محمد عابد الجابري، مدخل الى فلسفة العلوم، ص 42

تكوين المعرفة في فترة معينة، يقول كون في تعريفه للبراداييم : « مجموعة متألّفة منسجمة من المعتقدات والقيم والنظريات والقوانين والأدوات يشترك فيها أعضاء مجتمع علمي معين، و تمثل تقليدا بحثيا كبيرا أو طريقة في التفكير والممارسة ومرشدا ودليلا يقود الباحثين في حقل معرفي معين»¹. فالبراداييم يمثل المناهج وطرق التعامل مع المشكلات العلمية ومعايير الحلول التي تسلم بها أية جماعة علمية في أية حقبة زمنية، كما أن تقدم الاكتشافات ينتج عنه تغيير المشكلات المطروحة و «يلزم عن ذلك أنه غالبا مع يحتم انبثاق باراداييم جديدة إعادة تعريف العلم المناظر، هكذا تحال بعض الإشكاليات القديمة إلى علم آخر وقد تعد غير علمية أصلا، أيضا ثمة إشكاليات لم تكن موجودة أو عدت مبتذلة قد تصبح حلولها في ضوء البراداييم الجديدة أمثلة للانجاز العلمي، و بتغيير المشاكل غالبا ما تتغير المعايير التي تميز بين الحل العلمي الأصيل وما هو مجرد تأمل ميتافيزيقي أو مباحكة لفظية أو ضرب من اللهو الرياضي»².

إن ما يميز العلم الفيزيائي عن بقية العلوم الأخرى فضلا عن موضوعه الذي هو الوجود المادي، هو أن لنتائجه وقع كبير على الفكر الإنساني وعلى العلوم المادية الأخرى، فلا يمكن أن يتجاهل البيولوجي أو الكيميائي نتائج الفيزياء كما لا يمكن أن يتجاهل الفيلسوف النظريات التي تصف الوجود المادي الذي هو وجود كوننا و يكتنفه من نواميس، ولذا فإن للعلم الفيزيائي ما يجعله يشكل الخطوة الأكثر توغلا في العالم المادي. إن التحولات والتطورات التي عرفت الفيزياء المعاصرة منذ نظريتي النسبية والكوانتم حتى ظهور نظرية الأوتار الفائقة هي أرضية خصبة لطرح العديد من التساؤلات الإستمولوجية، كما يتضح أن الفيزياء لها ما يميزها نظرا لدرجة تأثيرها على العلوم الأخرى و شمولية موضوعها. كما أنها عرفت تطورات وتحولات وأزمات عبر العصور، و أفرزت صورا مختلفة ومفاهيم مختلفة، و بدت في العقود الأخيرة وكأنها تحررت من الانطباعات الحسية المألوفة وأضحت تعبر عن درجات عالية من الطموح الإنساني.

إن العلاقة بين الفيزياء والإستمولوجيا علاقة لها أبعاد كثيرة وأول ما يمكننا قوله هو أن الفيزياء تعتبر كمصدر هام للقيم الإستمولوجية، حيث أن هذه الأخيرة تستمد بشكل أو بآخر من الفيزياء بعض المعايير والأحكام الإستمولوجية التي يتعامل بها الفيزيائيون مع المشكلات العلمية، أن التطورات التي تحدث في الفيزياء المعاصرة والمفاهيم التي تظهر فيها والأزمات التي

¹- توماس كون، بنية الثورات العلمية، ترجمة: شوقي جلال، عالم المعرفة، الكويت، 1992، ص 99.

²- دلي شاير، إشكاليات فلسفية في العلم الطبيعي، ترجمة: نجيب الحصادي (المكتب الوطني للبحث والتطوير، د.ت)، ص 189

تتعرض لها هي في نظر غاستون باشلار دروس يستفيد منها الاستمولوجي¹، حيث نرى أن أغلب القضايا المثارة، والقيم العلمية في الإستمولوجيا لها جذور مرتبطة بالفيزياء، ومثال ذلك مشكلة الحتمية واللاحتمية فقد أثّرت كمسألة إستمولوجية مرتبطة بالفيزياء، من حيث قيمتها كمبدأ للعلم، إضافة إلى هذا فإن مشكلة التجريب وعلاقة المفاهيم بالواقع فرضتها النظريات الفيزيائية، وهي اليوم تناقش إستمولوجيا في العلوم الأخرى، كما أنها المسألة التي خلفت جدلا محتدما بين الوضعيين والعقلانيين، وخلفت إرثا إستمولوجيا يعتبر مرجعية لا يمكن تجاهلها.

إن الاستمولوجي يستقي أفكارا من الفيزياء تعبر عن ذهنيات جديدة، فالإستمولوجية الباشلارية اعتمدت على مفاهيم ودلائل مستقاة من الفيزياء المعاصرة، ولإيضاح هذا يذكر لنا باشلار بعض الفوائد: إن أول درس يستفيده الإستمولوجي من الفيزياء المعاصرة حسب باشلار هو أن الجدول والتناقض هو ليس صفة سلبية بقدر ما هي صفة ايجابية، وخير مثال على ذلك هو التكامل الذي تشكله كل من الصورة الموجية والصورة الجسيمية للإشعاع، فعلى الرغم من تناقض الصورتين إلا أنهما شكلين لنفس الظاهرة. كما أن الاحتمال يعتبر من الدروس المهمة التي يستفيد منها الإستمولوجي في الفيزياء المعاصرة التي انتقلت إلى دراسة الجسيمات الدقيقة، حيث أن احتمال الخطأ يشكل جزءا من المعرفة الميكروسكوبية، يقول باشلار "إذا كان الخطأ قد نفذ إلى المعرفة في ميدان معين إلى الحد الذي أصبح عنصرا أساسيا منها، فإن الامكان ينبغي أن يؤخذ في هذا المستوى على أنه عنصر ايجابي"²، وفي هذه النقطة كذلك لا يختلف كارل بوبر K.popper عن باشلار إذ يرى أن الإستمولوجيا عرفت تحولا مع حساب الاحتمالات، حيث أصبح للاحتمال دور مهم في التعامل مع الأحداث الفيزيائية³، إضافة إلى هذا فإن الفيزياء المعاصرة وبالتحديد الفيزياء الكوانتية لفتت انتباه الإستمولوجي إلى فكرة مهمة وهي أنه لا يمكن أن نفكر في المجال الميكروسكوبي بنفس الذهنية التي نفكر بها في التجارب الماكروسكوبية، إن الفيزياء الكوانتية قد فتحت نمطا جديدا من التفكير بعدما كان التفكير الميكانيكي الماكروسكوبي سائدا من قبل، وبرزت ظواهر ضبابية بعد ما كان يعتقد أن العالم كله منظم⁴.

¹ محمد وقيدى، فلسفة المعرفة عند غاستون باشلار، ص198

² - المرجع نفسه، ص184

³ - Karl Popper . **La connaissance objective**. Tr de l'anglais par Jean Jacques Rosat. (France .Flammarion .1991). p226

⁴ - غاستون باشلار، تكوين العقل العلمي، ص196

كذلك فان الاستمولوجيا استفادت مما جاء في الفيزياء الكوانتية فيما يخص العلاقة بين الملاحظ و الموضوع، و كما يرى بوبر فان الموضوع أصبح يلعب دورا مهما و يشكل محورا بالنسبة للملاحظ¹، إن الفيزياء المعاصرة قلبت التصور الذي كان يعتقد أن الفيزياء تدرس طبيعة موضوعية لها وجودها المستقل عن الإنسان، و هذا يطرح المشكلة المتعلقة بمقدار الموضوعية في معرفتنا للظواهر الذرية، يجب ألا ننسى الخاصية الأساسية التي تتصف بها الظاهرة الذرية و هي أنها غير قابلة للإدراك بواسطة الحواس، و لا بد من التدخل بواسطة الآلة، و هذا ما يجعل كل محاولة تكتسي طابعا ذاتيا، يقول هايزنبرغ في هذا الشأن: "إن القوانين الطبيعية التي نصوغها في نظرية الكم بعبارات رياضية لم تعد تخص الجسيمات العنصرية بحد ذاتها، بل تخص المعلومات التي نستقيها عنها، فمسألة البحث عما إذا كانت هذه الجسيمات موجودة في المكان و الزمان لم يعد بمقدورنا أن نطرحها على هذا الشكل"²، فالإنسان لا يمكن أن يفهم العالم المادي و ينقله في نظريات "كما هو"، لقد رأى هايزنبرغ انه لم يعد هناك بحث محض في الطبيعة، وإنما بحث الإنسان في الطبيعة، فالعالم الذري الذي نصفه في نظرياتنا هو عالم من صنعنا إلى حد كبير، و هذا يبين أن الموقف الذي يتشبث بالإدراك الحسي للعالم المادي بغية وجود موضوعية لم يعد مجديا، "و لعل الفيزياء كانت ستظل متمسكة بهذا الاعتقاد لو أن الإلكترون الذي لاحظته الفيزيائيون تصرف كما كانوا يفترضون."³

إن هذه الأمثلة تكشف لنا عن ذهنيات جديدة، و هي التي يشير إليها باشلار بالدروس التي يجب ان يستفيد منها الاستمولوجي، حيث تطرح وجهات نظر جديدة و مغايرة و لها قابلية للتعامل مع المعرفة العلمية بمرونة، و هنا يمكن ان نلاحظ نقاط التقاطع بين الفيزياء و الاستمولوجيا. إن هذا التأثير ليس بالغريب خاصة إذا علمنا أن الفيزياء تعتبر العلم المادي الذي يعبر عن الدقة، فهو يعتبر في نظر الكثير مثلا لكل العلوم، حتى أن كونت سعى علم الاجتماع بالفيزياء الاجتماعية لأن كلمة فيزياء توحى بالدقة والصرامة، و لذا فان النظر إلى للفيزياء كمثال للعلوم ينجر عنه الاهتمام بمشكلاتها و الاستفادة من تطوراتها باستخلاص القيم الاستمولوجية.

¹ -Karl Popper . La connesence objective.p445.449

² - فيرنر هايزنبرغ، الطبيعة في الفيزياء المعاصرة، تر: أدهم السمان، (ط2، دمشق، دار طلاس للدراسات و النشر، 1994).ص20

³ - جيمس جينز، الفيزياء والفلسفة، تر: جعفر رجب، (القاهرة، دار المعارف، دون تاريخ)ص271

من جهة أخرى تعتبر الفيزياء العلم الأكثر تقدماً فهو يسير بوتيرة متسارعة، وهو أول ما يتعرض للمشكلات الجديدة، ولذا لا بد من ملازمة الاستيمولوجيا للفيزياء في مواجهة مختلف المستجدات، ولقد تكلم أينشتاين عن هذه الفكرة حيث قال: "إن الصعوبات الحالية للعلم، تجبر الفيزيائي على الالتصاق بالفلسفة بدرجة أكبر من الأجيال السابقة"¹، كما أن تصور الفيزياء دون جهد نقدي قد يفضي إلى إفقادها طابعها الصارم، ولقد أدرك أينشتاين أهمية الدراسة النقدية للعلم حيث رأى أن العلم دون نظرية للمعرفة قد يكون مشوشاً و بدائي².

3- أهمية الدرس الاستيمولوجي في تنمية مهارة التفكير النقدي لطالب الفيزياء:

تكمن أهمية الدراسة الاستيمولوجية في تعزيز مهارات التفكير النقدي (Critical Thinking) لدى الطالب، ومهارة التفكير تظهر في الطرق الصحيحة لاستخدام العقل لتحليل الأفكار وتمحيصها وتبين مكامن القوة والهشاشة في الحجج وذلك بغية التعمق في التفكير والوصول إلى نتائج صحيحة، لا تظهر أهمية التفكير النقدي في كثرة التفكير أو التفكير بصعوبة أكبر وإنما تظهر في التفكير بطريقة أفضل. إن صقل مهارات التفكير النقدي من شأنه أن يفتح الشهية للفضول الفكري والسعي المستمر للبحث لفهم النظريات ومن ثم تبين جوانب قصورها من خلال دراسة الانتقادات الموجهة لها، كذلك يفيد التفكير النقدي في معرفة الأوجه المختلفة للتفكير حول مشكلة علمية ما وهذا سيقود إلى بناء قناعات خاصة وجهة نظر خاصة وهذا يتطلب الكثير من الانضباط ومزيداً من النضج المتواصل وتوفر الدافع والقدرة في التشكيك في الحقائق غير المريحة. وكما يقال الإبداع هو النظر إلى الأشياء غير المألوفة بطريقة غير مألوفة، أي أن طريقة التفكير في ظاهرة ما قد تكون السبيل لإيجاد حل لتفسيرها، ولعل تاريخ العلم مليء بالأمثلة من العلماء الذين تمردوا على طرق التفكير المألوفة وابتكروا تناولاً جديداً لمشكلة علمية ما وهذا ما أدى لنجاحهم في طرح وجهة نظر أكثر موضوعية. من منطلق أن المعرفة العلمية معرفة نسبية وأن تاريخ العلم مليء بالنظريات التي أثبت الزمن عدم صلاحيتها يجب تنمية مهارة النقد وإعادة النظر لدى دارس الفيزياء، حيث أن التشكيك في الافتراضات والمبادئ يمكن أن يدفع إلى إعادة النظر في النتائج المترتبة عنها، ولعل ما تميز به العلماء الكبار هو تشكيكهم في أفكار ترسخت في العقول لقد شكك أينشتاين في المبادئ التي قامت عليها فيزياء نيوتن واعتقاد العلماء بأن قوانين

¹- ريتانوف وآخرون، أينشتاين والقضايا الفلسفية لفيزياء للقرن العشرين، تر: ثامر الصفار)

ط1 ندمشق، الأهالي للطباعة والنشر، 1990)، ص

²- ميشيو كاكو، جينفر ترينر، ما بعد أينشتاين، تر: فايز فوق العادة، (ط1، بيروت، أكاديميا، 1991)، ص 67

الحركة النيوتونية يمكن أن تصف العالم بدقة و تمكن من إثبات قصورها و نجح في وضع إطار جديد تمامًا للتفكير في الظواهر الفيزيائية.

إن تنمية مهارة التفكير النقدي يؤدي إلى الاستقلالية الفكرية للشخص حيث يؤدي إلى إيجاد قناعات شخصية من خلال التحليل، التفسير، التقييم، والاستدلال حيال قضية ما. التفكير النقدي يؤدي إلى تجاوز استنتاجات الآخرين للخروج باستنتاجات خاصة، و بعدها يمكن مقارنة الاستنتاجات مع ما توصل إليه أصحاب الخبرة لدعم وجهة نظر معينة أو لكشف جوانب قصورها. إن تنمية مهارات التفكير النقدي يمكن أن تعزز من الأداء الأكاديمي حيث أن الطلاب الذين يعرفون كيفية تحليل ونقد الأفكار يكونون قادرين على إجراء معالجات عابرة لتخصصاتهم، واكتشاف المعارف المفيدة والقابلة للتطبيق في الحياة اليومية وفهم المحتوى على مستوى أعمق وأشمل.

إن فائدة الدرس الاستمولوجي تكمن في تعميق نظرة طالب الفيزياء للعلم الذي يدرسه فالفيزياء ليست مجرد قوانين و مسائل بل هي نظريات تولدت من رحم نقاشات فلسفية و جاءت نتيجة تغيير خلفيات تفكير و فتحت باباً أفضل لفهم الظواهر بشكل موضوعي و دعمتها تجارب أثبتت صحتها ، لا بد للطلاب من معرفة كل هذا حتى تكون لديه نظرة أشمل و أعمق و هذا ما ينمي مهارة التفكير النقدي عنده، إن معرفة السياق التاريخي لبداية النظرية الفيزيائية مهمة و لا شك حيث أن النظريات الجديدة تنشأ نتيجة أزمة واجهتها النظرية القديمة، و لما نضع تفكير الطالب في حيثيات الأزمة الاستمولوجية سيفهم بعدها كيف جاءت الحلول، و الاعتراضات و النقاشات التي كانت حولها و كيف ظهرت القوانين المكونة للنظرية، إن الأزمات التي شهدها تاريخ العلم تبين أن هناك تناقض بين معطى نظري قديم و واقع تجريبي جديد حيث يعجز الإطار النظري القائم على تفسير وقائع جديدة، و هذا يدفع العلماء إلى محاولة إيجاد حل يمكن من خلاله تجاوز الأزمة، و لعل الشواهد الكثيرة من تاريخ العلم تثبت أن تجاوز الأزمة لا يكون إلا باستبعاد المفاهيم التي شكلت عائقاً أمام فهم أفضل للظاهرة، حيث تكون هناك مراجعة و محاولة نفي مستمر للمفاهيم القائمة حتى تسقط المفاهيم التي تشكل عائقاً أمام تقدم علم ما و إحداث القطيعة معها، لقد فكر غاليلي في ظاهرة سقوط الأجسام بطريقة مختلفة عن أرسطو و اكتشف أن التفسير الأرسطي ينطوي على تناقض و من ثم اكتشف أن سبب تفاوت السقوط لا يرجع إلى كتل الأجسام و إنما يرجع إلى مقاومة وسط السقوط، كذلك نجد في تاريخ العلم قطائع مع أفكار شكلت عوائق مثل مفهوم مركزية الأرض في الفلك و مفهوم الأثير في الفيزياء، كل هذه المفاهيم كانت ضمن النظريات القديمة و كانت متجذرة في التفكير و كانت تمثل مفاتيح لحل المشكلات الخاصة بهذا العلم أو ذاك.

لقد مثل كتاب "المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية" طفرة علمية و كان مرجعية أساسية للفيزياء حيث اعتمد عليه العلماء والفيزيائيون والرياضيون في بحوثهم و فهمهم للظواهر ، لقد كان هذا الكتاب بمثابة دستور للفيزياء نظرا لما له من تأثير كبير في الفكر العلمي و كان مرجعية لحل مشكلات علم الفيزياء و بقي بمثابة أنموذج مسيطر على الفيزياء لأكثر من قرنين، شرح نيوتن في كتابه مبادئ الميكانيكا و قوانين الحركة و الجاذبية ، و عمل على توضيح الطرق العلمية و تقديم الصيغ الكمية في تفسيره لعدة ظواهر طبيعية مثل ظاهرة المد والجزر وحركة الأقمار والكواكب والمذنبات و قدم الطرق الرياضية الدقيقة الموصلة إلى حل المسائل الفيزيائية ، إن النجاح التجريبي الذي أحرزته فيزياء نيوتن في تفسير عدة ظواهر جعل من انجازات نيوتن محط إعجاب كبار العلماء حتى أن الرياضي الفرنسي لاغرانج عبر عن انجاز نيوتن بقوله إن للكون قانونا واحدا و قد اكتشفه نيوتن ، رغم النجاحات التجريبية التي أحرزتها فيزياء نيوتن و سيطرتها على العقول لقرون إلا أنها عجزت في أواخر القرن التاسع عشر عن تفسير نتائج بعض التجارب و تبينت محدوديتها و عدم صلاحية بعض المفاهيم التي اعتمدت عليها، هذا يوضح أنه مهما علا شأن النظرية الفيزيائية و مهما تمتعت بالشواهد التجريبية إلا أن ظاهرة واحدة أو نتيجة تجربة يمكن أن تجبر المجتمع العلمي على إعادة النظر فيها، و يمكن أن يتخلى عنها العلماء إذا ظهرت نظرية جديدة قادرة على تفسير و استيعاب الظواهر الجديدة ،لقد وضع كارل بوبر مبدأ قابلية التكذيب "falsification" الذي يشير إلى أن القضية العلمية هي تلك القضية القابلة للتكذيب حيث يمكن نقضها بافتراض أساسي، فإذا توافقت هذه الافتراض مع تجربة سيعتبر دحضاً صحيحاً ، لقد رأى بوبر أن آلاف الوقائع المؤيدة لا تثبت صدق النظرية صدقاً كاملاً في حين يمكن لواقعة واحدة معارضة للنظرية أن تكذبها ،هذا يوضح أن النظرية التي يمكن أن تعمر لقرون يمكن أن لتجربة واحدة أو ظاهرة واحدة أن تدحضها ،و هذا ما حدث مع فيزياء نيوتن على سبيل المثال حيث أدخلتها تجربة مايكلسون و مورلي في أزمة انتهت بالتخلي عن مبادئ كانت أساسية في فيزياء نيوتن مثل مفهوم الأثير و المكان و الزمان المطلقين ،و تبين أن فيزياء نيوتن عاجزة عن استيعاب الظاهر ذات السرعات العالية لتحل محلها نظرية النسبية التي استطاعت أن تقدم تفسيراً لنتائج تجربة مايكلسون و مورلي.

لا بد لطالب الفيزياء أن يتعرف على تركيب النظرية العلمية مثل معرفة المسلمات التي تنطلق منها ،العلاقة بين القوانين المكونة لها من حيث الاتساق و التماسك ،الإثباتات التجريبية التي تؤيدها، معرفة وضعية الأفكار داخل النظرية مثل الفرضيات أو الأفكار المستنبطة أو الأفكار المثبتة تجريبيا ، لقد رأى بوانكاريه أن مشكلة الميكانيكا الكلاسيكية أنها لا تفرق في دساتيرها بين ما هو تجريبي و ما هو رياضي و بين ما هو اصطلاح و بين ما هو فرضية ،و قد بنيت الفيزياء

الكلاسيكية على أفكار هشة دون محاولة مراجعة طبيعتها ووضعها داخل النظريات، و من هذه الأفكار ما يسمى بالمكان المطلق و الزمان المطلق و ما ينتج عنهما من حركة مطلقة، يقول بوانكاريه : « ثمة فرضيات خطيرة و هي الفرضيات الضمنية و اللاشعورية قبل سواها، و لما كنا نستعملها من دون علم ما، كنا عاجزين عن التخلي عنها.¹»

إن معاشية الطالب للمشكلات الابستمولوجية المثارة في الفيزياء و معرفته لمختلف النقاشات حولها يكسبه مهارات التفكير النقدي الابستمولوجي، حيث أن هناك الكثير من المشكلات المثارة مثل مشكلة النظرية و التجربة، مشكلة الاستقراء، مشكلة السببية، الاحتمالات، لقد دارت نقاشات كبيرة بين الفيزيائيين و فلاسفة العلم حول قضايا ابستمولوجية و فلسفية تخص علم الفيزياء، مثلاً عند ظهور نظرية الكوانتم خلفت انقسامات في مواقف الفيزيائيين من طريقة التعامل مع العالم الذري حيث نجد أن بور و أتباعه يركزون على صميمية الطابع الاحتمالي للنظرية و انه مستمد من طبيعة العالم الذري في حين أن اينشتاين و أنصاره لم يكونوا مقتنعين بصلاحيات الاحتمالات كقاعدة لنظرية متكاملة، و رغم أن الفيزياء المعاصرة قد تطورت منذ الثلاثينات على المسار الذي اقترحه بور، و قد تم إحراز تقدم مبرر ضمن هذا المسار، و زاد الاعتقاد أن نظرية الكم متكاملة داخليا و متماسكة إلا أن فئة واسعة من الفيزيائيين ظلوا على قناعة اينشتاين، لقد ظل اينشتاين مصرا على أن علاقة الارتباط تعبر عن عدم اكتمال فهمنا للعالم الذري، و أن هذا الأخير قابل للفهم على وجه أكثر وضوحا، لقد صرح في إحدى محاضراته: " لا يصدق بعض علماء الفيزياء و أنا واحد منهم أننا يجب أن نتخلى فعلا و إلى الأبد عن فكرة التمثيل المباشر للحقيقة الفيزيائية في الزمن و المكان أو أننا يجب أن نقبل الرأي القائل بأن الحوادث في الطبيعة تشبه لعبة الحظ"²، لقد كان اينشتاين يؤمن أن الكون بكل مستوياته يخفي تنظيما محكما، و قد كان يرى في الصدفة نقصا لا يمكن أن يكتنف الطبيعة و لا العلم.

كذلك يتعلم طالب الفيزياء من خلال الابستمولوجيا تطور المفاهيم الفيزيائية و الأطر النظرية الحاضرة لها فمثلا ليست جاذبية نيوتن هي جاذبية اينشتاين رغم أن نظرية النسبية لا تلغي قانون نيوتن للجاذبية، و كذلك معامل الانكماش للورنتز رغم أنه كان في الأصل للحفاظ على ميكانيكا نيوتن إلا أن اينشتاين استفاد منه و دمجها في نظريته. لقد استفاد اينشتاين من معامل الانكماش الذي قدمه لورنتز و لولا هذه الصيغة لما ظهرت النسبية الخاصة، فلا يكاد يوجد قانون

¹ - هنري بوانكاريه، العلم والفرضية، ترجمة: حمادي بن جاء بالله، ط1، مركز دراسات الوحدة العربية

بيروت، 2002، ص 227

² - ألبرت اينشتاين، أفكار وأراء، ترجمة: رمسيس شحاتة، (الهيئة المصرية العامة للكتاب، مصر، 1986)، ص 109

في هذه النظرية إلا و معامل الانكماش متضمن فيها ،كذلك استفاد اينشتاين من صياغة منكوفسكي لفضاء النسبية الخاصة الذي يجعل من الزمان بعدا رابعا ، كذلك نجد بوانكاريه و ماخ شككا في بعض مفاهيم فيزياء نيوتن مبكرا و عارضا ما كان سائدا و مترسقا في الأذهان ، و قدموا أفكارا جريئة مهدت لظهور نظرية النسبية ، كذلك كانت لكتابات دفيد هلبرت مساهمة كبيرة في صياغة نظرية النسبية العامة ، ، كانت لهلبرت أفكار جريئة حول هندسة الفضاء و علاقتها بالجاذبية ، و قد ذهب الكثير إلى أن هلبرت هو الذي استكمل معادلة الحقل قبل أينشتاين ، ان هذا النوع من التحليل الاستمولوجي يفيد في معرفة الجذور التاريخية لمفهوم معين أو نظرية معينة أو فكرة معينة، حيث أن الكثير من النظريات أو المفاهيم ظهرت في فترات سابقة بشكل متكامل أو على شكل إرهابات أو ملاحظات معزولة ، حيث يمكن فهم كيف تطورت هذه المفاهيم و أصبحت جزءا من بنية فكرية جديدة.

من خلال الدراسة الاستمولوجية يأخذ الطالب فكرة عن تطور النظريات الفيزيائية حيث يتعلم أن النظريات الفيزيائية المتعاقبة لا تلغي دائما بعضها بالكامل، بل قد يكون هناك إلغاء لبعض المفاهيم التي تبين أنها خاطئة و تبقى مفاهيم أو قوانين ضمن حدود صلاحية معينة ، فعلى سبيل المثال قوانين نيوتن للحركة لا تزال تصلح في السرعات العادية و قانون الجاذبية لا يزال صحيحا لكن المبادئ التي أقام عليها نيوتن الفيزياء الكلاسيكية تبين أنها خاطئة مع ظهور نظرية النسبية في مطلع القرن العشرين ، تعتبر هذه النظرية اشم من ميكانيك نيوتن حيث تتعامل مع كل السرعات و أقصاها سرعة الضوء ، فثابت سرعة الضوء كسقف للسرعات في الكون الفيزيائي يعتبر من المبادئ التي قامت عليها النسبية و لذا نجد أن ثابت سرعة الضوء "C" حاضر في جميع معادلات النسبية. كما أنها أعادت بناء الفيزياء على أساس المرجع النسبي و ليس المطلق .

كذلك يتعلم الطالب من خلال الاستمولوجيا أن النظريات الجديدة في الفيزياء النظرية ترافقها ذهنية تفكير جديدة و هي ليست فقط مجموعة قوانين جديدة، إن نظرية النسبية لا تفسر ظواهر فيزيائية فقط ، بل إنها غيرت نظرة الإنسان للعالم المادي من خلال تقديمها طريقة نظر جديدة لفهم الأحداث الفيزيائية و أصبحت بمثابة منهج و خلفية تفكير في الفيزياء المعاصرة . كذلك لما ظهرت نظرية الكوانتم غيرت الكثير من مسلمات التفكير المستوحاة من العالم الكبير ، في العالم الميكروسكوبي تبقى لغتنا المألوفة غير كافية لوصف الظواهر الذرية و لا تترجم بشكل دقيق ما يحدث في هذا العالم الغريب، فلا وجود لجسيمات أولية مادية أو حبيبات بالمفهوم التقليدي و

ما نسميه جسيمات يتعامل معها العلماء كأحداث و ليس كأشياء¹ ولهذا أطلقوا عليها اسم كم وما يعنيه من مقدار وليس كيف، فهي مقادير من الطاقة تدرس في السياق الكلي ، وما يحيط بنواة الذرة ليست جسيمات مادية وإنما دفعات احتمالية (كمّات) تشبه تلك الموجات التي تنتج عن اهتزاز حبل مربوط بكرة ثقيلة ونقوم بتحريكه من الطرف الآخر، فكلما نسبر غور المادة يتبين لنا أن العالم الذري لا يتألف من أجزاء منفصلة بل من شبكة علاقات معقدة، كما أن ما نسميه مدار ليس مثل المدار الذي نعرفه و إنما هو سوية طاقة يرتبط فيها الإلكترون مع النواة بكمية معينة من الطاقة، لقد رأى لوي دوبروي أن التصورات المستخلصة من تجاربنا الحسية بعيدة كل البعد عما يمكن تصوره في العالم الذري، إن مفهوم الجسيم الذي نتصوره متناهيًا في الصغر بالتجريد من حبة الرمل أو مفهوم القوة الذي نتصوره متناهيًا في الدقة بالتجريد من المجهود العضلي لا يمكن أن تمثل شيئًا حقيقيًا داخل الذرة. تعتمد نظرية الكوانتم على جهاز رياضي معقد لفهم مجريات العالم الميكروسكوبي لدرجة التداخل بين ما هو رياضي مجرد و ما هو فيزيائي، فهذه النظرية تهتم بالكم و المقدار و ليس الكيف ، و تعتمد على فضاءات هندسية مجردة ، لقد ذهب بعض الفيزيائيين لتفسير طبيعة الموجات بمدلول غير واقعي ، حيث فسر كل من ماكس بورن و نيلز بور الموجات على أنها موجات احتمال و ليست موجات واقعية ، فهي ليست موجات بالمعنى الفيزيائي الواقعي وإنما موجات تجريدية تعتبر ككيان رياضي أكثر منه واقعي². كل هذا يوضح إن النظريات المعاصرة غيرت الكثير من خلفية فهمنا للطبيعة و لا بد لطالب الفيزياء أن يعرف كيف ينظر علماء الفيزياء للمفاهيم المعاصرة من زاوية عكسها لواقع ما يجري بالفعل .

يجب على طالب الفيزياء أن يفهم من خلال الدرس الاستمولوجي الأساليب التي تمكن من خلالها العلماء الكبار من ايجاد حلول جديدة و التمرد على طرق التفكير التقليدية السائدة عصورهم ، حيث هناك عوائق نفسية تتمثل في روااسب تفكير و أفكار مسبقة تجعل الباحث حبيسا لها مما تمنعه من التفكير بغيرها من المفاتيح و قد يبعده هذا عن الحلول المناسبة ، لقد رأى باشلار أن ثمة مكبوتات عقلية لدى الباحث العلمي و على الاستمولوجي أن يبحث عنها ليظهر أثرها في البحث العلمي ، فالتحليل النفسي لبنية التفكير القائمة يمكن أن يكشف عن الرواسب التي تشكل عائقا لتقدم المعرفة العلمية ، قد يكون العالم مكبل بأفكار مسبقة ومعتقدات خاطئة ينطلق منها كمرجعية في التفكير والحكم والاستنتاج، توجد شواهد كثيرة من تاريخ العلم تثبت أن

¹ -Erwin Schrödinger , *Physique Quantique et représentation du monde*, trad ; Michel Bitbol ,(édition de seuil, paris 1992) .p47

² - فيرنر هايزنبرغ ، الفيزياء والفلسفة ، تر: أحمد مستجير ، (ط1 ، القاهرة ، المكتبة الأكاديمية ، 1993) ، ص 28

العلماء الكبار الذين أحدثوا نقلة نوعية تمكنوا من تغيير خلفية تفكيرهم حول مشكلة علمية معينة أو استبعدوا مفهومًا كان مسيطرًا على العقول و كان يشكل عائقًا أمام تقدم المعرفة العلمية، إن التأثير الذي تحدثه الرواسب الفكرية يجعلها تتحكم في تفكيرنا من حيث لا ندري كما تمنعنا من الشك فيها و محاولة مراجعتها، لما قام مايكلسون و مورلي بإجراء تجربة سرعة الضوء بالنسبة للأثير اصطدم المجتمع العلمي بنتيجة محيرة و لم يشك أحدًا آنذاك في مفهوم الأثير أو في مبادئ فيزياء نيوتن بل ذهب العلماء يلفقون المعادلات بإضفاء معاملات الانكماش و كل ذلك لأجل الحفاظ على مفاهيم فيزياء نيوتن، لقد حاولوا مراجعة كل شيء إلا الرواسب التي سيطرت على تفكيرهم لقرون، إن جرأة اينشتاين تكمن في أنه تغلب على تأثيرات الرواسب القديمة و وضع كل "مقدساتها" على محك النقد حتى كشف عن الأفكار التي شكلت عائقًا و استبعدا و جعل التفكير بدونها هو السبيل إلى إيجاد حلول جديدة، في مثال آخر يوضح لنا تاريخ العلم أن الهندسات اللاإقليدية تم اكتشافها عندما تجاوز مكنشفيها خلفية التفكير الهندسي القديمة، لقد تجاوزوا بتفكيرهم مفهوم المسطح المستوي بوصفه الأساس في فهم الأشكال و المجسمات الهندسية الإقليدية، كما تجاوزوا مفهوم الأشكال الصلبة التي لا تتغير، لقد رأى باشلار أنه قبل ظهور الهندسات اللاإقليدية كانت تأسرنا عادات عقلية يمكن وصفها باللاشعور الهندسي¹، الذي يستند إلى هذه المفاهيم و يستبعد أي تفكير حول انحناء المستوي و ما يتصل به من وجود أشكال مرنة. يقول باشلار في هذا الصدد: "عندما نبحث في الشروط النفسية لتقدم العلم فسرعان ما نصل إلى الاعتقاد بأنه ينبغي وضع مشكلة المعرفة العلمية في صيغة عوائق أو عقبات... ففي فعل المعرفة ذاته تبرز الاضطرابات كنوع من الضرورة الوظيفية، وبذلك نتبين أسباب الجمود بل والنكوص، وهنا سنكشف عن علل السكون التي ندعوها عوائق إبستمولوجية"².

مع تطور البحث الفيزيائي الذي انتقل إلى مستويات أعمق من البحث في المادة و الزمكان و تاريخ الكون الفيزيائي، و ظهور معطيات تجريبية جديدة طرحت مشكلات جديدة، خاصة إذا كانت المعطيات التجريبية الجديدة تناقض قوانين فيزيائية أو تناقض المنطق الذي اعتاد الإنسان أن يفكر به، في هذا النوع من المشكلات تتسم نقاشات الفيزيائيين بطابع فلسفي حيث يلجأ مجتمع الفيزيائيين إلى اقتراح حلول لفك هذه التناقضات و تطرح رؤى و فرضيات مختلفة، على طالب الفيزياء أن يكون على اطلاع على هذه النقاشات و الفرضيات المطروحة و المبررات التي طرحت على

¹ - غاستون باشلار، الفكر العلمي الجديد، تر: عادل العوا، (موفم للنشر، الجزائر، 1994)، ص 41

² - غاستون باشلار، تكوين العقل العلمي، ص 13

أساسها ، و علينا أن نتذكر أن نظرية الكوانتم شهدت في بداياتها نقاشات فلسفية و اختلف الفيزيائيون على العديد من القضايا ، من القضايا المطروحة حاليا على سبيل المثال ظاهرة التشابك الكمي "Quantum Entanglement" و هي ظاهرة ميكروسكوبية غريبة حيث أن جسيمات بعيدة عن بعضها بمسافة كبيرة تتفاعل و كأنها لا تقيم أي اعتبار للمسافة الفاصلة بينها ، و يبدو أن أنية تأثرها مع بعضها تخرق سرعة الضوء و كأنها مجاورة لبعضها ، و قد أثبتت التجارب أن جسيمات تتواصل مع بعضها و تشترك في ردات فعل مع أنها بعيدة عن بعضها مكانيا ، فلو قمنا مثلا بالتأثير على لف جسيم فإن الجسيم الثاني المتشابك معه يتغير لفه أيضاً ، ذهب عدد من الفيزيائيين إلى الاعتقاد-رغم عدم وجود دليل- بأن هناك إشارات أنية تسير بأسرع من الضوء حيث ينتقل التأثير من جسيم إلى جسيم آخر بعيد عنه . نجد أيضا تفسير الفيزيائي الأمريكي ديفيد بوهم D.Bohm الذي رأى أن الجسيمين ربما يكونان جسم واحد يظهر لنا من نافذتين للزمكان ، ذلك لأننا لا نتعامل مع الزمكان الميكروسكوبي المتعدد الأبعاد لذلك قد نكشف عن ظاهرة واحدة من نافذتين ، فهناك في القاع العميق يتشارك الكل في نسيج هذا الكون حيث أن هناك نظام مترابط "implicate order". رغم أن هذه الظاهرة مطروحة منذ عقود إلا أن إثباتها تجريبيا وضع مجتمع الفيزيائيين أمام تحدي حقيقي و هي لا تزال محل تفسيرات متباينة و بحاجة لفهم أعمق لبنية الفضاء الميكروسكوبي.

يتضح مما سبق أن الدرس الاستمولوجي مهم بالنسبة لطالب الفيزياء حيث يطلع على المشكلات الاستمولوجية المطروحة في هذا العلم الذي يتطور بشكل متسارع ، كما يستفيد من الدراسات النقدية للنظريات الفيزيائية و يكتسب من خلالها مهارة التفكير النقدي ، كذلك لا بد للطالب أن يتعمق في فهمه للنظريات الفيزيائية من خلال معرفة السياق التاريخي لبداية النظرية الفيزيائية حيث أن النظريات الجديدة تنشأ نتيجة أزمة واجهتها النظرية القديمة ، و لما نضع تفكير الطالب في حثيات الأزمة الاستمولوجية سيفهم بعدها كيف جاءت الحلول ، و الاعتراضات و النقاشات التي كانت حولها و كيف ظهرت القوانين المكونة للنظرية وهذا كذلك ينمي مهارات النقد عنده. معروف أنه من أهداف تعليم العلوم هو تنمية الثقة بقدرات المتعلم على مواجهة المشكلات والصعوبات وإيجاد مواقف تعليمية توقف الفضول الذهني لديه وتمنحه القدرة على تفسير المعلومات وتنمي لديه روح النقد والتقييم لمختلف الحلول الممكنة ، و يمكن من خلال الدراسات الاستمولوجية تحقيق هذا ، حيث تساعد الطالب على الفهم العميق للمحتوى المعرفي لأن التعلم أساسه عملية تفكير وأن توظيف التفكير في التعلم يحول عملية اكتساب المعرفة من عملية خاملة إلى نشاط عقلي يؤدي إلى إتقان أفضل للمحتوى المعرفي و إلى إعمال مهارات المقارنة و ربط العلاقات و التمهيص و المراجعة و معرفة الافتراضات و التفسير و الاستنتاج والاستنباط وتقييم

الحجج. إن معاشية الطالب للمشكلات الاستمولوجية المثارة في الفيزياء و معرفته لمختلف النقاشات حولها يكسبه مهارات التفكير النقدي الاستمولوجي حيث يتعرف على أساليب الدراسة النقدية لمبادئ و مسلمات النظريات و إثباتاتها التجريبية و المشكلات المنهجية و الفلسفية التي تثيرها . من المعروف أن الفيزياء لها صلة وثيقة بالتقدم العلمي والتكنولوجي والتطورات المتسارعة التي يشهدها العالم اليوم، ولهذا لا بد للطالب أن يكون مواكبا لهذه التطورات و التغيرات، إن علم الفيزياء علم مفتوح النهاية قابل للتغير والتبديل والتجديد والتطوير لذا يجب الاطلاع على النقاشات الاستمولوجية الحاصلة بين الفيزيائيين و فلاسفة العلم حول القضايا الراهنة .

قائمة المراجع :

- ¹ - ألبرت اينشتاين ، أفكار و آراء ، ترجمة رمسيس شحاتة ، (الهيئة المصرية العامة للكتاب، مصر ، 1986).
- ² - أندريه لالاند، موسوعة لالاند الفلسفية ، تر: خليل احمد خليل ، ج 1 (ط1، بيروت، باريس، منشورات عويدات، 1996) .
- ³ - توماس كون، بنية الثورات العلمية، ترجمة: شوقي جلال، عالم المعرفة، الكويت، 1992.
- ⁴ - جيمس جينز، الفيزياء و الفلسفة، تر: جعفر رجب ، (القاهرة ، دار المعارف ، دون تاريخ).
- ⁵ - دلي شاير ، إشكاليات فلسفية في العلم الطبيعي، ترجمة: نجيب الحصادي (المكتب الوطني للبحث والتطوير، د.ت).
- ⁶ - ريتانوف و اخرون، اينشتاين و القضايا الفلسفية لفيزياء للقرن العشرين، تر: ثامر الصفار (ط1 ندمشق، الأهالي للنشر، 1990).
- ⁷ - غاستون باشلار ، الفكر العلمي الجديد ، تر: عادل العوا ، (موقف للنشر، الجزائر، 1994)
- ⁸ - غاستون باشلار ، تكوين العقل العلمي، تر: خليل احمد خليل ، (ط3، لبنان ، المؤسسة الجامعية للدراسات و النشر، 1986).
- ⁹ - فيرنر هايزنبرغ ، الطبيعة في الفيزياء المعاصرة ، تر: أدهم السمان ، (ط2، دمشق ، دار طلاس للدراسات و النشر، 1994).
- ¹⁰ - فيرنر هايزنبرغ ، الفيزياء و الفلسفة ، تر: أحمد مستجير ، (ط1، القاهرة، المكتبة الأكاديمية ، 1993).
- ¹¹ - محمد عابد الجابري ، مدخل إلى فلسفة العلوم ، (ط4، مركز دراسات الوحدة العربية، 1998).
- ¹² - محمد وقيدي ، فلسفة المعرفة عند غاستون باشلار ، (ط1، بيروت ، دار الطليعة، 1980).
- ¹³ - ميشيو كاكو ، جنيفر تريئر ، ما بعد اينشتاين ، تر: فايز فوق العادة ، (ط1، بيروت ، اكاديميا، 1991).

14 - هنري بوانكاريه، العلم و الفرضية، ترجمة: حمادي بن جاء بالله، ط1، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، (2002).

15-Collectif , Grande Larousse Encyclopédique , T4, (Paris, Librairie Larousse.1985).

16-Erwin Schrödinger , Physique Quantique et représentation du monde, trad ; Michel Bitbol , (édition de seuil, paris 1992) .

17- Karl Popper . La connessence objective.Tr de langlais par Jean Jacque Rosat.(France .Flammarion .1991) .