

دراسة تحليلية نقدية لمكانة النماذج والنمذجة في تعليم المفاهيم الكيميائية في منهاج العلوم الفيزيائية

في مرحلة التعليم الثانوي بالجزائر

Analytical and critical study of models and modeling place in teaching chemical concepts for physical science programs in secondary school in Algeria

أمين شبوبي¹، سيد علي ريان²

¹المدرسة العليا للأساتذة بالقبة (الجزائر)، amine.chabouni@g.ens-kouba

²المدرسة العليا للأساتذة بالقبة (الجزائر)، sidali.rayane@g.ens-kouba.dz

تاريخ الاستلام: 2022/9/4 تاريخ القبول: 2023/9/16 تاريخ النشر: 2023/12/31

ملخص:

تهدف في بحثنا هذا إلى دراسة مكانة النماذج والنمذجة في تعليم المفاهيم الكيميائية في منهاج العلوم الفيزيائية في مرحلة التعليم الثانوي بالجزائر. فلقد أبدى المشرفون على إعداد منهاج الكيمياء (العلوم الفيزيائية) - منذ تطبيق إصلاح المنظومة التربوية - اهتماما بالنمذجة والنماذج. وهذا لأهميتهما الكبيرة في تدريس علم الكيمياء الذي يعد المجال الأمثل لاستعمال النماذج في البحث والتعليم. إلا أنه لا يبدو أن لهذه التوجيهات صدى يذكر في الميدان. حيث وجدنا تبايناً كبيراً بين التوجيهات الرسمية لوزارة التربية ممثلة في المنهاج والوثيقة المرفقة به - والتي تؤكد على الاهتمام بالنماذج وتحث على النمذجة في تعليم مفاهيم العلوم الفيزيائية عموماً والكيمياء على وجه الخصوص - وبين تطبيق هذه التوجيهات في الميدان وذلك من خلال دراسة تحليلية نقدية للكتاب المدرسي الرسمي للعلوم الفيزيائية في السنة الأولى من التعليم الثانوي بالجزائر.

كلمات مفتاحية: النماذج، النمذجة، المفاهيم الكيميائية، المنهاج، الكتاب المدرسي.

Abstract :

The aim of this research is the study of models and modeling place in teaching chemical concepts for physical science programs in secondary school in Algeria. Since the application of the educational system reform, the interest of supervisors of preparing chemical programs (physical sciences) on models and modeling increased, because of their great importance in teaching chemical science the optimal topic for using models in research and teaching. However, these directives do not seem to have much resonance in the field. Where we found a great discrepancy between the official directives of the Ministry of Education represented in the program and its attached document, -which emphasizes interest in models and urges modeling in teaching the concepts of physical sciences in general and chemistry in particular- and the application of these directives in the field through a critical analytical study of the official scholar book of physical sciences in the first year of secondary education in Algeria.

Key words: Models, Modeling, Chemical Concepts, Programs, Scholar Book

المؤلف المرسل: أمين شبوبي

1. مقدمة:

إن المنهاج هو الخطة الشاملة للعمل المدرسي، وهو وسيلة التعليم الأساسية، أي أنه المحور الذي يركز عليه كل ما يقوم به التلاميذ ومدرسوهم، وهكذا، فإن المنهاج له طبيعة مزدوجة، فهو يتألف من جهة من مجموع النشاطات التي يتم إنجازها، ومن المواد المستخدمة لإنجاز هذه النشاطات من جهة أخرى. وتأتي الوثيقة المرافقة للمنهاج، كتجربة أولى في الجزائر في مادة العلوم الفيزيائية في التعليم الثانوي العام لتساعد الأساتذة على انتهاز طرائق تعليم جديدة ومتجددة، حيث تعطي هذه الوثيقة توضيحات عن كل الوحدات وتقتراح عينات لوضعيات تعليمية ومنهجية .

كما يعد الكتاب المدرسي دعامة أساسية من دعامات العملية التعليمية-التعليمية، وعامل رئيس في تحديد المادة الدراسية للتلاميذ، كل حسب سنه، ومرحلة دراسته، وهو ما يزال وسيبقى في نظر المربين- رغم تنوع الوسائل التعليمية- أهم وسيلة لتحقيق أهداف المنهاج. ومن أجل ذلك وجبت العناية به، شكلا ومضمونا، ليؤدي رسالته التعليمية-التعليمية على خير وجه، ويرقى هكذا إلى مستوى الآمال المُنطة به، فيساهم في نشر المعرفة في المجتمع عموما، ويرسخ مبادئ التربية العلمية السليمة لدى التلاميذ خصوصا.

وتعد مسألة النماذج والنمذجة في البحث العلمي والتعليم من مسائل الساعة في حقل الأبحاث الجارية في مجالات تعليمات العلوم والابستمولوجيا. ومعلوم أنه لم يشع استعمال هاتين المفردتين من قبلُ شيوعهما في أيامنا هذه، وفي ذلك دليل على أهمية الموضوع وجدته، ولقد راج استعمالهما في كل مجالات المعرفة من الرياضيات إلى العلوم الإنسانية، إلا أن العلوم الفيزيائية عموما والكيمياء خصوصا تعد المجال الأمثل الذي ترسخ فيه استعمال النماذج في البحث والتعليم.

وجدير بالملاحظة أن الدول ذات السبق في الميدان التربوي والتعليماتي مثل كندا وبلجيكا وانجلترا وفرنسا وغيرها أولت اهتماما بالغا بالنمذجة في التعليم منذ أواخر القرن المنصرم، كما دعت الجهات المسؤولة على التربية في بلادنا على إيناس المتعلمين بالنماذج والنمذجة، لترسيخ ملكات المنهج العلمي لديهم إضافة إلى إكسابهم المعارف في ميدان العلوم الفيزيائية.

لذا ارتأينا أن نسلط بعض الضوء على كيفية طرح منهاج العلوم الفيزيائية والكتاب المدرسي لهذه المسألة، وذلك بتناولنا مكانة النماذج والنمذجة كما عرضها المنهاج والكتاب المدرسي تناولاً تحليلياً نقدياً.

2. أهداف البحث:

يطمح هذا العمل إلى تحقيق جملة من الأهداف نذكر منها على وجه الخصوص:

- إبراز دور النماذج والنمذجة وأهميتهما في تعليم المفاهيم الكيميائية وتعلمها في مرحلة التعليم الثانوي في الجزائر.

- تبيان مكانة النماذج والنمذجة في تعليم العلوم الفيزيائية في المنظومة التربوية الجزائرية وذلك من خلال دراسة تحليلية لمنهاج العلوم الفيزيائية والوثيقة المرفقة به وللكتاب المدرسي الرسمي للسنة الأولى علمي من التعليم الثانوي العام في الجزائر.
- التربية على اكتساب السلوك العلمي الصحيح عن طريق استعمال النماذج في تعليم المفاهيم الكيميائية في مرحلة التعليم الثانوي في الجزائر.

3. إطار البحث:

يندرج موضوع بحثنا هذا، ضمن محاور بحث **التعليميات** عموماً وتعليميات العلوم خصوصاً. ولا بأس أن نذكر هنا بإيجاز شديد أن التعليميات ترجمة للمصطلح الأجنبي (La didactique)، وهو لفظ أصله من الكلمة اليونانية (Didaktikos)، التي تعني كل ما يختص بالتدريس، أو التعليم (إبراهيم حمروش، 1995، ص63). وجدير بالملاحظة أن " أندري لالاند" قد عنى بالكلمة في قاموسه الشهير:

(Vocabulaire technique et critique de la philosophie) جزءاً من علم التربية موضوعه التدريس (لالاند، 2001، ص276).

وشاع استعمال مصطلح التعليميات (الديداكتيك) منذ أواسط القرن الماضي، بوصفه اسماً دالاً على الدراسة المنهجية لطرق التعليم عامة أو لطرق تعليم مادة ما، التي تهتم بالجوانب المعرفية والمحتويات الدراسية، وبعدها الاستمولوجي، والتقويم، أي بقيمة المعارف المدرسة وعلاقتها بالواقع والحقيقة.

وزيادة في حصر موضوع بحثنا، ينبغي القول بأنه متعلق في مجال تعليميات العلوم **بالتحويل التعليمي** وهو من المفاهيم الأساسية في التعليميات. ويعد عالم الاجتماع

"فيري" أول من استعمل مفهوم التحويل التعليمي سنة 1975م. وقد حظي بأهمية كبيرة بعد استعماله في تعليمات الرياضيات من قبل "شوفلار"، فالتحويل التعليمي يشمل التغيرات التي تحدث على المعرفة العلمية حتى تصبح قابلة للتعليم، أي تحويل المعرفة إلى نشاط تعليمي صفي (إبراهيم حمروش، 1995، ص 69). ويرى "مارتينان"، أن المعرفة العلمية (المعرفة المرجعية) تخضع لتحويلات مختلفة لتصبح معرفة معلّمة مما جعل بعض الاختصاصيين في حقل التعليمات يميزون بين مستويين من المعرفة وهما المعرفة العلمية المرجعية، والمعرفة المعلّمة وأن الانتقال من الأولى إلى الثانية لا يكون مباشراً، إذ لا بد من إخضاع المعرفة المرجعية إلى معالجة خاصة لتصبح معرفة قابلة للتعليم (Laurence, Alain, 1992).

4. مفاهيم عامة حول النماذج:

1.4. مفهوم النموذج:

1.1.4. النموذج لغة:

لم ترد كلمة نموذج في القواميس العربية: لسان العرب والصاح في اللغة والعباب الزاخر. وجاء في بعض القواميس بأنها معربة من كلمة "نموذ" الفارسية. كما وردت في القاموس المحيط كما يلي: النموذج، بفتح النون: مثال الشيء (معربة)، وأنّ الأنموذج: لحن.

وجدير بالملاحظة أنه بدا لنا أن كلمة مثال في اللغة العربية تؤدي كل المعاني المحتملة لكلمة نموذج. فمن معانيها حسب السياق، المماثلة لا التكافؤ، فهي إذاً تشابه جزئي، والمثل النظير والشيء الذي يضرب لشيء مثلاً. ومثل الشيء صفته والمثل الند، والمثال المقدار الذي يُحذى عليه والقلب الذي يقدر على مثله، والتمثال المقاربة، والأمثال الأفضل والأشرف، ومثل له الشيء صورته حتى كأنه ينظر إليه، والمثال الإمام الذي يقتدى به. (ابن منظور، تحقيق عبد الله الكبير، 1981)

والمثال: هو ما يشارك الشيء الحقيقي في صفة أو أكثر ولا يستوعب جميع الصفات، أو هو العقد على أحد الشئيين يسد مسد الآخر في الحس والعقل (الجرجاني، تعليق محمود شاكر، 1991).

2.1.4. النموذج اصطلاحا:

ليس هناك إجماع على مدلول مصطلح النموذج، وسبب ذلك استعمال هذا المصطلح في مجالات عديدة ومختلفة. فلقد وضعت للنموذج تعريفات عديدة مما يوحي بأهميته البالغة، والمكانة التي يحتلها، ونورد هنا على سبيل الذكر بعض هذه التعريفات:

- النموذج بالمعنى الأفلاطوني، هو المثل الذي يُراد الوصول إليه، والقُدوة التي يُحتذى بها (Danial Parochia,2000)

- النموذج بالمعنى التقني، يقصد به تجسيد بشكل مصغر لخصائص شيء كبير الأبعاد. وهو بهذا المعنى منحدر من الكلمة الإيطالية "Modello" المستعملة في

القرن السادس عشر والمشتقة من الكلمة اليونانية "Modulus" تصغيراً لكلمة "Modus" التي تعني تمثيلاً مصغراً، بمعنى الرمز الذي هو ترجمة لكلمة "Prototype" من "Protos" التي تعني إنشاءً أولياً (Parochia, 2000).

- النموذج بناء فكري، يكون أداة لفهم الظواهر الطبيعية (Pascal Nouvel,2002).

- النموذج بناء فكري، يقربنا من معرفة حقيقة الظواهر، يبني تدريجياً النظري (Noil Mouloud,2011).

- النموذج هو صورة، وتمثيل مبسط ومجرد للواقع (Pascal Nouvel,2002).

- النموذج نقل تجريدي، خاضع للفكر الرياضي والمنطق، يُعبر عن واقع ملموس النظرية (Noil Mouloud ,2011).

- النموذج ببساطة، هو مجموعة من العلاقات الرياضية التي تصف صوريا بعض الظواهر (Pascal Nouvel,2002).

كل هذه التعريفات تشترك في أن النموذج تمثيل ومن ثم فإن النموذج هو صورة تقريبية للواقع. وعليه فيمكن أن نعتبر بأن النموذج، هو إما شيء مجسم أو هو تمثيل خيالي، أو جملة من المعادلات التي تعوض الواقع المعقد أو الذي لا يمكن لنصل إليه عن طريق التجربة.

أما النماذج التي نعتد بها في بحثنا هذا فهي "تصور ذهني هدفه تبسيط واقع معقد".

وخلاصة القول فإن النموذج لا يعدو إلا أن يكون " تمثيل محسوس بمحسوس أو تمثيل محسوس بمجرد أو تمثيل مجرد بمحسوس أو تمثيل مجرد بمجرد " وفق درجات في عالم الحس أو عالم التجريد (جمال حواتيس، 2004).

2.4. مفهوم النمذجة:

النمذجة هي عملية بناء فكرية للنماذج، وهي ناتج تبسيط للواقع، لأنه يُتخير من الواقع بعض جوانبه، وتُهمَل جوانب أخرى.

إنّ هذا التبسيط مقصود، لكون رجل العلم، يدرك بأن الواقع معقد جداً لا يمكن الإحاطة به إلا أن يختزل ويبسط بنماذج (Modèles et modélisation en SVT).

3.4. وظائف النموذج:

1.3.4. الوصف:

ينبغي للنموذج أن يصف ما يمثله وصفا دقيقا كاملا، والوصف الدقيق مرحلة أساسية في بناء المعرفة العلمية تعتمد عليها كل العلوم، ولم يكن طموح الكثير من العلوم في بداياتها يتجاوز الوصف الدقيق لموضوعات دراستها، نذكر على سبيل المثال، لترموديناميكا الكلاسيكية التي كانت تقف عند الوصف الظاهري لموضوع دراستها، من أجل ذلك كانت توصف بالظاهرتية.

2.3.4. التفسير:

التفسير من الفِسر: وهو البيان وكشف المغطى، والتفسير كشف المراد عن اللفظ المشكل.

وللتفسير يُلجأ إلى مدركات حسية مباشرة أو محصلة بصورة غير مباشرة من المدركات الحسية عن طريق تجارب خيالية أو استدلال فكري، وتعد التفسير التي تقترب من المدركات الحسية أفضل لأنها تقرب من الإفهام.

3.3.4. التنبؤ:

من وظائف النموذج الأساسية، ما يسمّى بقدرته التنبؤية، أي صفة تجعله يستوعب الجديد وتتيح له إمكانية استباقه وتوقعه.

إنّ التوقع أو بعبارة أدق القدرة على التوقع الصادق بعد أساسي في النماذج العلمية، فعلى قدر ما لنموذج من إمكانات توقع صادقة يكون ثباته ورسوخه.

4.4. حدود النموذج:

عندما يصبح النموذج غير قادر على أداء إحدى وظائفه (الوصف، التفسير، التنبؤ)، فإنه يُلجأ إلى وضع نموذج جديد إما لتعويض النموذج القديم كلياً أو جزئياً، ويستبدل النموذج كلياً عند الانقلابات الكبرى في تاريخ العلوم (القطيعات الكبرى)، كما هو الشأن عندما حلت مفاهيم الميكانيكا الموجية محل مفاهيم الميكانيكا الكلاسيكية و يُستكمل عند التغييرات الجزئية.

5. مكانة النماذج والنمذجة في منهاج العلوم الفيزيائية والوثيقة المرفقة به:

وجدنا في المنهاج والوثيقة المرفقة به اهتماماً بالنماذج وحثاً على النمذجة في تعليم مفاهيم العلوم الفيزيائية عموماً والمفاهيم الكيميائية على وجه الخصوص، فلقد خصّص المشرفون على إعداد مناهج العلوم الفيزيائية حيز كبير لها (حوالي 08 صفحات) في هاتين الوثيقتين.

وسنورد فيما يلي أهم ما سجلناه من ملاحظات في المنهاج والوثيقة المرفقة به:

- ◆ صيغت الوثيقتين في لغة عربية يظهر عليها أثر الترجمة الحرفية للمفاهيم والمصطلحات من لغات أجنبية دون تمحيص ودون عناية بالمعنى، ومن أجل ذلك لم تخل الوثيقتين من أخطاء نحوية أو صرفية أو إملائية عديدة، مما انجر عنها غموض وإبهام في العديد من المفاهيم الواردة.
- ◆ ولقد ورد في الوثيقة المرفقة العديد من العبارات المبهمة التي تترك للقارئ مجالاً للتأويل، وكمثال على ذلك نذكر ما جاء في تعريف النموذج: "إن النموذج وسيلة نظرية بنيت من أجل تفسير وتنبؤ أحداث تخص الظواهر، حيث يسمح نموذج واحد بتفسير عدة ظواهر مختلفة. تكمن أهمية النموذج في كونه يصف ظواهر لا علاقة فيما بينها" (المجموعة المتخصصة لمادة العلوم الفيزيائية، مارس 2005)، العبارة الأخيرة غير مفهومة وتحتاج إلى توضيح. فما القصد بالضبط من "ظواهر لا علاقة فيما بينها"، ومما يزيد في وجاهة ملاحظتنا هذه كون المنهاج يُلح على أن أهمية النموذج تكمن في هذه الخاصية "يصف ظواهر لا علاقة فيما بينها".
- ◆ أما فيما يخص الأنماط المختلفة للنماذج فتم عرضها بصورة عشوائية غير واضحة ولم يتجلى لنا المقصد من تعدد أصناف النماذج وهي (النماذج الفيزيائية، الوصفية،

الصورية، التماثلية، الرمزية)، وتفضيل النماذج التماثلية والرمزية عن باقي الأصناف. ولا نرى فائدة تذكر من تعديد أصناف النماذج بهذه الطريقة غير المفهومة والغامضة. ونقترح حصر النماذج في العلوم الفيزيائية في صنفين شاملين وهما: النماذج الكمية والنماذج الكيفية.

♦ كما حصر المشرفون على إعداد المنهاج والوثيقة المرفقة به وظائف النموذج فيوظيفتين هما وظيفتي: التفسير والتنبؤ وإغفال وظيفة الوصف. ووردت في الوثيقة كما يلي:

يمكن إعطاء للنموذج وظيفتين رئيسيتين هما:

- التفسير (interprétation)

- التنبؤ (prévision)

وفي بعض الأحيان نضيف وظيفة ثالثة وهي المساعدة على البحث عن أحداث جديدة، إذ ننتظر من النموذج أن يفسر ظواهر مختلفة ولكن أيضا وبالخصوص، أن يكون قادرا على تنبئها. نجمع هاتين الوظيفتين بالقول بأن النموذج يشرح (explique) الظواهر" (المجموعة المتخصصة لمادة العلوم الفيزيائية، مارس 2005).

ما يلاحظ في العبارة الأخيرة أنه يريد إضافة وظيفة أخرى للنموذج لكنه أعاد سرد نفس الوظيفتين السابقتين بتعبير ركيك وتركيب مبهم لا يؤدي المعنى المطلوب.

مكانة النماذج والنمذجة في الكتاب المدرسي للسنة الأولى ثانوي علوم وتكنولوجيا:

وسنقتصر على في بحثنا هذا، على الجانب الذي يعنينا، أي النماذج والنمذجة في تعليم الكيمياء فنسلط بعض الضوء على كيفية طرح الكتاب المدرسي لهذه المسألة، وذلك بتناولنا مكانة النماذج والنمذجة كما عرضها الكتاب المدرسي تناولاً تحليلياً نقدياً.

يتألف هذا الكتاب من ثلاث مجالات: اثنان منها خاصان بالفيزياء، والثالث خاص بالكيمياء، وهو تحت عنوان المادة وتحولاتها ويشتمل هذا الأخير على أربع وحدات ويدور عملنا حول الودعتين (بنية أفراد بعض الأنواع الكيميائية، هندسة بعض الأنواع الكيميائية)

1.6. القصور اللغوي في الكتاب المدرسي:

إنَّ العناية بتأليف الكتب لطلبة العلم من أوجب الواجبات ومن أحقها بالاهتمام "وذلك حتى يحصل بقراءة الكتاب المدرسي الفهم السليم بأقرب طريق، فعلى الكتاب المدرسي أن يكون واضح اللغة بسيط الأسلوب، بليغ المثال، متدرجا في تعقيد المفاهيم دونما اختصار مُخل ولا إسهاب ممل، بيّن الأهداف، دالّ الرسم، خاليا من الأخطاء قدر الإمكان"(محمد الطيب سعداني، أكتوبر 1996).

ومعلوم أنه وضعت لتأليف الكتب المدرسية عدة ضوابط وقواعد ومعايير، تتعلق بمضمونه وشكله. وأقصينا نحن، من هذه الدراسة، كل ما له صلة بالشكل، وحصرنا جهدنا على جوانب تتعلق بالمضمون.

إنَّ أوّل ما يلفت الانتباه هو ما يبدو من استعجال في وضع هذا الكتاب، استعجال نغزو إليه جل ما نرصده من نقائص كان بالإمكان تداركها بشيء من التأني.

ولقد لمسنا في كتابنا أوجه قصور في الجانب اللغوي حيث لا تكاد تخلو صفحة من صفحاته بل لا تخلو فقرة من فقراته من أخطاء نحوية أو صرفية أو إملائية عديدة، تشين برصانة الأسلوب العلمي وجماله، بل وتنتال من سلامة المعنى في مواضع كثيرة ومن تراكيب غامضة لا يُفهم المقصود منها، وأخرى تتطوي على تناقض منطقي، ومن عبارات مترجمة حرفيا لا تكثرث بخصوصيات اللغة العربية ولا تؤدي المعنى العلمي في هذه اللغة. ونقترح مراجعة لغوية شاملة له، كما يقضي بذلك تقليد جارٍ في أغلب البلاد.

فلغة أهمية أساسية في التعليم والتعلم، فهي، بشكلها المنطوق والمكتوب، أداة تبليغ المفاهيم العلمية، ولكل لغة قواعد تضبطها، اصطلاح عليها الناطقون بها، وتواضعوا عليها، وهم بها يتفاهمون، وكل إخلال بهذا النظام الاصطلاحي يؤدي، بالضرورة، لاسيما في تعليم العلوم، إلى إرباك الإفهام.

ذلك أن العلوم، وخاصة تلك التي توصف منها بالدقيقة، ليست، في نهاية المطاف، سوى لغات مدققة، إنها وصف دقيق لفئة من الأحداث، بمفاهيم واضحة، يربط بينها منطق متماسك، يميز كل علم. والكيمياء، بلا شك، علم من هذه العلوم الدقيقة.

ولعل البعض، يهون من هذه الأخطاء، لأنه يمكن في نظرهم التغاضي عنها في المجالات العلمية. ولم يكن ذلك قط من سلوك العلماء. فليس هناك فيصل بين الأخطاء العلمية والأخطاء اللغوية إذ العلوم في نهاية المطاف لغات مدققة. وسنبين في الفقرة اللاحقة، التي سنتطرق فيها إلى الأخطاء في المفاهيم العلمية والتعريفات الأساسية الواردة في الكتاب، الصلة الوثيقة بين السلوك اللغوي السليم والسلوك العلمي القويم.

2.6. بعض الأخطاء العلمية الواردة في الكتاب المدرسي:

قبل أن نتعرض إلى الأخطاء الواردة في الكتاب المدرسي، بدا لنا من الضروري التذكير ببعض أسس الكتابة العلمية، ومميزات الأسلوب العلمي. يقول علي الجارم في كتابه الشهير "البلاغة الواضحة":

« إن الأسلوب العلمي أكثر الأساليب احتياجاً إلى المنطق السليم، لأنه يخاطب العقل، ويشرح الحقائق العلمية التي لا تخلو من غموض وخفاء، وأظهر ميزات هذا الأسلوب الوضوح. ولا بد أن يبدو فيه أثر القوة والجمال، وقوته في سطوع بيانه ورصانة حجمه، وجماله في سهولة عباراته، وسلامة الذوق في اختيار كلماته، وحسن تقريره المعني بالإفهام من أقرب وجوه الكلام. فيجب أن يُعنى فيه باختيار الألفاظ الواضحة الصريحة في معناها الخالية من الاشتراك، وأن تُؤلف هذه الألفاظ في سهولة وجلاء، حتى تكون ثوباً شافياً للمعنى المقصود، وحتى لا تصبح مثاراً للظنون، ومجالاً للتوجيه والتأويل». (محمد الطيب سعداني، أكتوبر 1992).

وينبغي في الكتابة العلمية مراعاة ثلاثة مبادئ تصدق على جميع النصوص العلمية بأية لغة كانت. وهذه المبادئ هي:

*الدقة:

تقتضي الدقة ألا يترك مجال للبس عند القارئ ومن مستلزمات ذلك:

- تكميم كل ما هو قابل للقياس.
- اختيار الكلمة المناسبة (تلافي الكلمات المشتركة والأسلوب المجازي).
- تعويض الصفات والنوعت بمقادير كمية عددية ما أمكن ذلك، ومراجعتها مراراً.

*الوضوح:

يضمن الوضوح مقروئية النص ومن مستلزماته:

- بساطة الأسلوب لكي يفهم القارئ الموضوع بسهولة.
- استعمال الكلمات القصيرة ما أمكن ذلك، وتلافي الجمل المعقدة.
- أن تؤلف الجمل الموجودة في النص كلاما منسجما.
- استعمال أزمنة الأفعال في الماضي (للأحداث التي تم اكتشافها في الماضي) والحاضر لتعميم النتائج.

- مراعاة قواعد الترقيم، والترقيم وضع علامات اصطلاحية (الفاصلة، الفاصلة المنقوطة، النقطة، علامة التعجب، النقطتان: علامة الاستفهام، علامتا التنصيص، نقط الحذف، القوسان) في النص المكتوب، لتسهيل الإفهام من جانب الكاتب، والفهم من جانب القارئ، فعلامات الترقيم تحقق التناسق والانسجام بين أجزاء الكلام.

*الوجازة:

هي القصد في تبليغ الأفكار دون إطالة وتجنب الجمل الطويلة والتفصيل، أي إصابة المعنى وحسن الإيجاز.

وما يلاحظ في هذا الكتاب أنه لم يُراعَ هذه الأسس، وسنضرب أمثلة عن ذلك لاحقا نبرز فيها ما بدا لنا من أوجه قصور، ترتبت عن تجاهل مقومات الأسلوب العلمي هذه. ومن أبلغ الأخطاء ماله صلة بالتعريفات والمفاهيم وسنبدا بها لأهميتها.

1.2.6. الأخطاء في المفاهيم:

إن تكوين المفاهيم العلمية لا ينفصل عن تكوين لغة العلم. ولقد كانت عناية كبار علماء الكيمياء بهذا الجانب كبيرة جدا ونسوق كمثال عن ذلك العالم الفرنسي "لافوازييه" الذي يؤكد في (مقالته التمهيدية حول الكيمياء) باستحالة "فصل العلم عن مسمياته والمسميات عن العلم الذي يستعملها" وذلك لأن كل علم فيزيائي -في نظره- يرتكز بالضرورة على دعائم ثلاث:

- جملة الأحداث المؤلفة لموضوع دراسة العلم.
- جملة الأفكار التي توحى بها الأحداث المدروسة.
- جملة المفردات والألفاظ التي تعبر عن هذه الأفكار.

" فالمفردة تولد الفكرة والفكرة تصف الحدث، إنها ثلاث بصمات لختم واحد ولأن المفردات هي التي تحفظ الأفكار وتنقلها فإنه يترتب عن ذلك أنه لا مجال لإصلاح اللغة دون إصلاح العلم ولا لإصلاح العلم دون إصلاح اللغة ". (محمد الطيب سعداني، أكتوبر 1992).

ولقد عرض الكتاب المدرسي عدة مفاهيم أساسية في الكيمياء وعرفها نذكر من بينها، وعلى وجه الخصوص مفهومًا الأفراد الكيميائية والأنواع الكيميائية. وجلي أن هذه المفاهيم من الأهمية بمكان إذ تكوّن القاعدة الصلبة في الجملة المفهومية في الكيمياء وستبنى عليها كل المعارف اللاحقة ومن الجدير بالملاحظة أنه ينبغي إيلاؤها عناية خاصة بالنظر إلى دقة وحساسية هذه المرحلة التعليمية. وإذا كان لا مناص من التبسيط في التحويل العملي فإنه ينبغي دائما ألا ينال هذا التبسيط من الحقيقة العلمية فيحرف التدريس هذه الحقيقة وأن لا يأخذ في الحسبان التوجه المحتمل للعلوم فيكون التدريس منظويا على ذاته.

أ- مفهوم الفرد الكيميائي:

- فلقد عرّف المؤلفون في الصفحة (61) الفرد الكيميائي كما يلي:
- مقاربة أولية: "نطلق اسم الفرد الكيميائي على كل الدقائق المجهرية (الميكروسكوبية) المكونة للمادة سواء كانت جزيئا، ذرة أو نظائرها، شاردة، جذرا، إلكترونات، بروتونات، أو نيوترونات... دون الأخذ بعين الاعتبار النوع العياني للمادة (الماكروسكوبي) للمادة".
- يلاحظ من هذا التعريف أنه أخل بالشروط الواجب توفرها في التعريف حيث إنه لم يكن جامعا ولا مانعا، فلقد أدخل ضمن " الأفراد الكيميائية " الإلكترونات، والبروتونات، والنيوترونات، والواقع أنها ليست بالأفراد الكيميائية بالمنظور التقليدي، لأنها لا تؤلف عندما تكوّن مجموعة متماثلة (في شكل عياني) نوعا كيميائيا يتميز بخصائص فيزيائية وكيميائية. وخاصة أن المعهود في علم الكيمياء أنه يقف عند حدود التفاعل الكيميائي الذي يحفظ العنصر الكيميائي والذرة.
 - ولقد استعملت أدوات الحذف (...) في التعريف، وهذا مغل بطبيعة التعريف ذاتها، فأدوات الحذف تفيد إسقاط بعض المعلومات التي يكون القارئ في غنى عنها، وكأن بينه وبين الكاتب اتفاق ضماني يغني عن التفصيل، وهذا ليس بالأمر

الحاصل في العلوم، فينبغي إذا استعمالها في النصوص العلمية، ناهيك عن استعمالها في التعريفات.

- بالإضافة إلى أن هذا التعريف يعرف الفرد الكيميائي بما هو أقل جلاء ووضوحا منه، فيدخل مفهوم الجذر، والنظير، وهي مفاهيم معقدة لا يعرفها التلاميذ ودليل ذلك أن مؤلفي الكتاب يحيلونه إلى دروس لاحقة.

فالتعريف البديل الذي يمكن اقتراحه -إذا ما سلمنا بأنه ينبغي المحافظة على هذا المفهوم في هذا المستوى- هو التالي:

" الفرد الكيميائي إما ذرة منفردة أو مجموعة من الذرات المرتبطة ذات بنية محددة، والتي يمكن أن تكون حسب شحنتها الكهربائية إما جزيئا أو أيونا أو جذرا ".
وكأمثلة عن ذلك: ذرة Ar ، جزيء N_2 ، أيون Cl^- ، جذر CH_3 .

ب- مفهوم النوع الكيميائي:

عرّف المؤلفون في نفس الصفحة (61) الأنواع الكيميائية كمايلي:

" هي مجموعة من الأفراد الكيميائية (جزيئية أو شاردية أو ذرية ...) وهي مجموعة تتعامل معها من الناحية العيانية (الماكروسكوبية) حسب تواجدها في الطبيعة... يمكن فصل الانواع الكيميائية بعضها عن بعض بطرق فيزيائية مختلفة مثل التقطير، الترشيح....".

- يلاحظ في هذا التعريف أنه أخل بشرط ضروري لتحديد مفهوم النوع الكيميائي وهو التماثل بين الأفراد الكيميائية، فمعلوم أن مجموعة من الجزيئات لا تؤلف بالضرورة نوعا كيميائيا إلا إذا كانت متماثلة فخليط من الكحول والماء رغم كونه مكون من جزيئات لا يكون نوع كيميائيا.

- ويؤدي هذا التعريف إلى اللبس في مفهومي الخليط والنوع الكيميائي اللذين يحرص الكيميائيون على التمييز بينهما.

- أضف إلى ذلك إننا نجد أيضا في هذا التعريف استعمالا لعلامات الحذف في غير محلها.

- يضاف إلى هذا أن التعريف أشار إلى طرق فصل الأنواع الكيميائية، عن بعضها البعض بأسلوب قد يجعل القارئ يعتقد أن ثمة طرق فصل تصلح لجميع الأنواع

الكيميائية في حين أنه من المعلوم أن هناك طرق فصل فيزيائية خاصة يمكن استعمالها حسب الأنواع الكيميائية المراد فصلها.

والتعريف البديل الذي يمكن اقتراحه هو التالي:

" النوع الكيميائي اسم جنس يدل على مجموعة من الأفراد الكيميائية المتماثلة، كل فرد فيه يكون إما ذرة (حينها يقال بأن النوع الكيميائي ذري) وإما مجموعة من الذرات المرتبطة، يمكن أن تكون حسب شحنتها الكهربائية إما جزيئا أو أيونا أو جذرا ويسمى النوع الكيميائي باسم الجزيء أو الأيون أو الذرة التي تؤلفه ".

2.2.6. التناقضات العلمية المنطقية:

■ ورد في الصفحة (81) مايلي:

" بما أن كتلة البروتون تساوي بالتقريب الجيد كتلة النوترون وأن كتلة الإلكترون مهمة أمام كتلة البروتون فتكون كتلة كل ذرة تساوي تقريبا كتلة نواتها ".

ليس شرطاً منطقياً لازماً أن تكون مساواة بين كتلة البروتون وكتلة النيترون كي تساوي كتلة الذرة كتلة نواتها. الاستنتاج المنطقي المتوقع من هذه الجملة هو أن كتلة النواة ضعف صحيح لكتلة النيترون أو البروتون.

■ وفي نفس الصفحة ورد مايلي:

" ذرات من نفس العنصر الكيميائي تختلف في كتلتها الذرية أي تختلف في عددها الذري رغم تساوي رقمها الذري Z أي أنها تختلف في عدد نوترونها ".

نلاحظ هنا تناقض في تسمية العدد الكتلي A حيث ورد على أنه العدد الذري، هذا ما يجعل خلط في التمييز بين العدد والرقم الذري.

■ وفي الصفحة (82) نجد تناقضاً منطقياً بين العبارة التالية:

" لأغلبية العناصر الكيميائية نظائر والقليل منها لم تعرف لها نظائر طبيعية ".

والعبارة الواردة في السطر الذي يليه: " لكل العناصر الكيميائية عدد من النظائر ".

ويكمن هذا التناقض في استعمال كلمة "أغلبية" أي أنه استثنى بعض العناصر أما في العبارة الثانية استعمل "كل" التي تنفي الاستثناء الوارد في العبارة الأولى.

■ ورد في الصفحة (83) ما يلي:

" لا تتدخل النواة في النشاط الكيميائي للعناصر وتبقى على حالها، لذلك يكون العنصر الكيميائي محفوظا أثناء التحولات الكيميائية لأن رقمه الذري Z يبقى محفوظا".

والأصح أن نقول: بأنه لما كان العنصر الكيميائي محفوظا في التفاعلات الكيميائية فإن رقمه الذري Z يبقى محفوظا.

■ ولقد ورد في الصفحة (84) ما يلي:

" من بين هذه العناصر ما هو مستقر وما هو مشع. من بين المشعة ما هي مستقرة وما هي غير مستقرة ".

وفي هذا تناقض إذ لا يمكن لنفس المادة أن تكون مشعة ومستقرة في نفس الوقت.

■ ولقد ورد في الصفحة (85) ما يلي:

" يمثل الفيزيائيون نسبة استقرار الأنوية بمنحنى يمثلون فيه عدد النوترونات بدلالة عدد البروتونات ويضعون العنصر في تقاطع عدديهما Z و N ويسمى الخط المستقيم $N = Z$ في هذا المنحنى مستقيم الاستقرار أو في بعض المراجع وادي الاستقرار".

وهذه العبارة تناقض ما هو موجود في المنحنى حيث رسم عدد البروتونات بدلالة عدد النيوترونات، أي هناك قلب لمنحنى الاستقرار.

3.6. النماذج الذرية في الكتاب المدرسي:

في الصفحة (76) من درس "من النموذج الذري إلى العنصر الكيميائي" تم التطرق إلى تطور النماذج الذرية.

حيث خصّص مؤلفو الكتاب المدرسي صفحة وبعض الصفحة للنماذج الذرية، وحسن أن يفعلوا ذلك ليدرك التلاميذ أن العلم سعي متواصل مرماه الكشف عن الحقيقة، ونشاط إنساني غايته تفسير الظواهر الكونية تساهم فيه أجيال متعاقبة من العلماء، كل حسب وسائله وإمكاناته غير أن ذلك لا ينبغي له أن يورث التلميذ ارتيابا إزاء العلم، وحيرة في ذهنه، وتحقيرا للعلماء. فلقد جاء عرض النماذج مختزلا اختزالا كبيرا فضلا عما فيه من تناقضات وأخطاء نوجزها فيما يلي:

- نموذج دالتون (Dalton):

الذي يعزى إلى دالتون الذي بعث من جديد مفهوم الذرة. فقد أُشير إلي هذا النموذج بعجل شديد رغم كونه، من وجهة النظر الوضعية للعلم، أول نموذج ذري اعتمد على

معطيات تجريبية وقوانين كمية، ويعود الفضل إليه في كونه فسر قانون حفظ الكتلة في التفاعلات الكيميائية، وأنه أساس النظرية الذرية الحديثة.

- نموذج طومسون (Thomson):

ورد في الكتاب "تصور (طومسون) أن الذرة عبارة عن كرة مملوءة بمادة كهربائية موجبة الشحنة محشوة بالكترونات سالبة". إن اللجوء إلى استعمال -عبارة عن- بكثرة وبخاصة في التعاريف العلمية غير محبذ لأنه ينم عن تردد وعدم يقين. ولقد أصبح هذا التعبير، مع الأسف، دارجا في الدروس العلمية.

أما ملاحظتنا الخاصة بهذه العبارة تتعلق باستعمال المفردتين مملوءة ومحشوة بمفهومين مختلفين في حين أنهما مترادفتين، ويفيدان معنى الملء.

والحاصل إذا أن هذا التعبير لا يفي بالصورة الحقيقية لنموذج طومسون الذي تصور فيه الذرة كرة مملوءة بشحنة موجبة منبثة فيها شحن سالبة هي الالكترونات.

- نموذج رذرفورد (Rutherford):

مفهوم السحابة الالكترونية مفهوم لم يكن مستعملا في وقت رذرفورد (ظهر هذا المفهوم مع ميكانيكا الكم ومفهوم الفلك الذري الذي ينفي وجود مدارات محددة للإلكترونات) وبالتالي فخطأ ما ذهب إليه المؤلفون في نسبة هذا المفهوم إلى نموذج رذرفورد.

وما نقرأ في الفقرة "الذرة مكونة من نقطة مادية... يليها سحابة من الالكترونات" فكلام لا معنى له ولا يفي إطلاقا بالنموذج.

ورد في الكتاب: " لكن نموذج رذرفورد هذا لا يفسر استقرار الذرة إذ أن الذرات يمكنها اصدار ضوء (في المصابيح مثلا) أي فقدان كمية من الطاقة وإمكانية سقوط الالكترونات على النواة ولكن يحدث ذلك". يُلاحظ في هذا التعبير إبهام كبير واختزال كثير يتعذر على القارئ فهم مقاصد المؤلفين إن لم تكن له خلفية علمية حول الموضوع إذ ليس من البديهي إدراك العلاقة بين استقرار الذرة وإصدارها ضوءا في المصابيح والأسس التي بني عليها نموذج رذرفورد.

- نموذج بور (Bohr):

اهتم بور بتفسير طيف ذرة الهيدروجين المتقطع، ووافق النموذج النظري إلى حد كبير المعطيات التجريبية، وقد يوحي الرسم المقترح الموجود تحت عنوان نموذج بور بأن النموذج صالح لذرات أكبر من ذرة الهيدروجين وهذا خطأ.

نسب المؤلفون النموذج الكوكبي للذرة إلى العالم بور وهذا خطأ علمي تاريخي ينافي ما هو متفق عليه في كل المراجع على أن هذا النموذج يعزى إلى العالم رذرفورد.

بديهي أنه ليس من المطلوب في هذا المستوى التعليمي أن يُدرك التلاميذ تفاصيل معنى النموذج في العلوم، بدقائقها، وكيف توضع أسسها، وكيف ولم يُعدل عنها، فإن ذلك يتطلب ثقافة علمية وفلسفية واسعة لا نحسبها متوفرة عند تلاميذ في هذه السن.

غير أنّ من يقرأ ما عرضه الكتاب المدرسي حول النماذج الذرية لا يتبين له الغاية منه بوضوح سوى أنّه، في أحسن الظروف، سرد تاريخي جاف لأعمال علمية. تعاقبت في أزمنة مختلفة، لما فيها من اختزال مفرط. يبيح الافتراض بأن إدماج مسألة النماذج كان استجابة لدواعٍ إدارية أكثر منه استجابة لمطالب التربية العلمية.

أسلفنا أنّ تقديم النماذج الذرية اعترته أخطاء تاريخية ولغوية وعلمية، فمن النماذج ما نسب لغير صاحبه ومنها ما كان الكلام عنه سهما غاية الإبهام.

إنّ المدخل التاريخي، حين يتعلق الأمر بالنماذج الذرية، لا بدّ أن يظهر العلم على أنّه سعيّ، من علماء من مختلف الأعصر والأوطان، لإدراك الحقائق والسنن الكونية، أي أنه نشاط إنساني مفتوح، قابل للتدقيق والتصحيح في كل حين، فهو ثمرة جهد بشر. وما من شك في أن ذلك سيقرب إلى التلاميذ العلم والنتائج العلمية، التي لن تبدو آنذاك بعيدة عنهم، كحقائق أبدية، من عالم آخر.

كما أنّ من الغايات التربوية للعرض التاريخي للنماذج الذرية في هذه المرحلة من التعليم الثانوي، هو تبيان أنّ النظريات العلمية تخضع للتجريب، الذي هو محك الصدقية في العلوم، إن صدّقها تثبت وإن فندّها اندثرت وتلاشت، وأنّ التقدم في العلوم التجريبية مرتبط بمدى تقدّم التجهيزات الذي يعتبر امتدادا لوسائل الحس الطبيعية.

ولا يبدو لنا، أن هذه الغايات التربوية، على قلتها وبساطتها، محققة في العرض التاريخي للنماذج الذرية في كتاب الكيمياء في السنة الأولى من التعليم الثانوي.

4.6. التربية العلمية في الكتاب المدرسي:

إن الغاية من التعليم العلمي بقدر ما هي تحصيل معرفي يمكن من تفسير الظواهر الكونية، بفضل المفاهيم المكتسبة هي أيضا تربية علمية، أي تنشئة ترسخ مقومات السلوك العلمي السليم التي في مطلعها الدقة، واستعمال القياس الكمي، وتلافي الغموض والإبهام والتقريب.

ولقد لمسنا في هذا الكتاب قصورا في هذا الجانب إذ كثيرا ما وردت فيه عبارات تقريبية لا ترسخ السلوك العلمي مثل قليلا، حجما، كمية، مدة بدون تكميم وهو بذلك لا يبرز الكيمياء كعلم دقيق، محكوم بموازين ومقادير.

ولقد وردت هذه العبارات التقريبية في مواضع كثيرة من الكتاب، وفي تجارب مخبرية، ينتظر منها أكثر من الوقوف عند مستوى الوصف الكيفي، إنه ينتظر منها أن تنمي عند التلميذ ملكة المقاربة الكمية، والقياس الذي هو أساس العلوم الفيزيائية والتي نجد الحرص على إكسابها التلاميذ واضحا في كتب مدرسية أخرى حيث تعطى الأوزان والأحجام والتراكيز بمقادير عديدة وترفق بملاحظات حول خصائص المواد المستعملة والإجراءات الوقائية التي ينبغي اتخاذها. وكل ذلك لا يوجد منه ألا القليل في كتابنا المدرسي الذي لا يميز أحيانا بين المواد والأدوات.

6. خاتمة:

تناولنا في عملنا المتواضع هذا، دراسة تحليلية نقدية لمكانة النماذج والنمذجة في تعليم المفاهيم الكيميائية في منهاج العلوم الفيزيائية في مرحلة التعليم الثانوي بالجزائر . فلقد وجدنا تبايناً كبيراً بين التوجيهات الرسمية لوزارة التربية ممثلة في المنهاج والوثيقة المرفقة به - والتي تؤكد على الاهتمام بالنماذج وتحث على النمذجة في تعليم مفاهيم العلوم الفيزيائية عموماً والكيمياء على وجه الخصوص - وبين تطبيق هذه التوجيهات في الميدان وذلك من خلال دراسة الكتاب المدرسي الرسمي للعلوم الفيزيائية في السنة الأولى من التعليم الثانوي بالجزائر .

فلقد لاحظنا في الكتاب المدرسي الذي درسناه، قصوراً بيّناً في اللغة العربية، فلا تكاد تسلم صفحة واحدة منه من العديد من الأخطاء. بل إنّ القارئ في الكثير من المواضع يحس بأن ما يقرؤه مفردات مصطفة في نسق غريب عن النسق العربي الأصيل.

أضف إلى ذلك أنّ في هذا الكتاب أخطاء علمية كثيرة، في مفاهيم أساسية مثل الفرد الكيميائي والنوع الكيميائي. كما خُصّص صفحة وبعض الصفحة للنماذج الذرية، وجاء عرضها مختزلاً اختزالاً كبيراً فضلاً عما فيه من تناقضات وأخطاء، التي قد تورث لدى التلاميذ ارتياباً إزاء العلم، وحيرة في أذهانهم، وتحقيراً للعلماء، ممّا يحيد بكتابنا المدرسي عن أحد مقاصده الأساسية وهو تنشئة التلاميذ على أن العلم نشاط إنساني فيه جهد وعناء يرمي إلى فهم الواقع وتفسيره.

حسبنا هنا، في امتداد ما قدمناه من ملاحظات أن نؤكد أن الغاية من التعليم العلمي بقدر ما هي تحصيل معرفي يمكّن من تفسير الظواهر الكونية، بفضل المفاهيم المكتسبة، هي أيضاً تربية علمية، أي تنشئة ترسخ مقومات السلوك العلمي السليم التي في مطلعها الدقة، واستعمال القياس الكمي، وتلافي الغموض والإبهام والتقريب. ولقد لمسنا في هذا الكتاب قصوراً في هذا الجانب. إذ كثيراً ما وردت عبارات تقريبية لا ترسخ السلوك العلمي مثل: قليلاً، حجماً، كمية، مدة، بدون تكميم وإنها بذلك لا تبرز الكيمياء كعلم دقيق محكوم بموازين ومقادير.

إنّ كل الملاحظات التي أوردناها حول الوحدتين من هذا الكتاب الأساسي في تعليم الكيمياء، تصدق على سائر الوحدات - بدرجات من التفاوت - فأثنا نجد فيها أخطاء علمية ومنهجية واختصاراً مبالغاً فيه في تقديم مفاهيم أساسية، وللتقليل من هذه الأخطاء، يجب تخصيص وقت كافٍ لتأليف كتاب مدرسي جديد وإخضاعه قبل النشر للتجريب، واستشارة مختصين في مجال اللغة والتربية. ليكون كتابنا المدرسي في مستوى الثقة التي يجدها فيه كل صباح مئات الآلاف من أبناء الجزائر الذين ينهلون منه زادهم المعرفي.

8. قائمة المراجع:

1.8. المراجع باللغة العربية:

- إبراهيم حمروش. (جوان، 1995). التعليمية: موضوعها مفاهيمها، الآفاق التي تفتحها، المجلة الجزائرية للتربية، 1(2)، 63-74، الجزائر: الديوان الوطني للطباعة والنشر.
- أبي بكر عبد القاهر بن عبد الرحمان بن محمد الجرجاني النحوي، تعليق محمود محمد شاكر. (1991). أسرار البلاغة. السعودية. دار المدني للطباعة والنشر.

- ابن منظور جمال الدين محمد بن مكرم الأنصاري، تحقيق عبد الله علي الكبير وآخرون.(1981). لسان العرب. مصر: دار المعارف
- أندري لالاند، تعريب خليل أحمد خليل.(2001). الموسوعة الفلسفية. لبنان: المجلد الأول، الطبعة الثانية، منشورات عويدات.
- اللجنة الوطنية للمناهج.(أفريل 2008). مناهج السنة الأولى ثانوي جذع مشترك علوم وتكنولوجيا(العلوم الفيزيائية، الرياضيات، العلوم الطبيعية، تكنولوجيا). الجزائر: الديوان الوطني للمطبوعات المدرسية.
- المجموعة المتخصصة لمادة العلوم الفيزيائي.(مارس 2005). الوثيقة المرفقة بالمنهاج، السنة الأولى ثانوي جذع مشترك علوم وتكنولوجيا.الجزائر: الديوان الوطني للمطبوعات المدرسية.
- جمال حواتيس،(2004)، دراسة بعض النماذج في الفيزياء، أطروحة ماجستير تخصص تعليمية الفيزياء(غير منشورة)، الجزائر: المدرسة العليا للأساتذة بالقبة.
- مصطفى بوشافع وآخرون.(2009-2010). الكتاب المدرسي للعلوم الفيزيائية السنة الأولى من التعليم الثانوي جذع مشترك علوم وتكنولوجيا. الجزائر: الديوان الوطني للمطبوعات المدرسية.
- محمد الطيب سعداني.(أكتوبر/نوفمبر 1992).مجلة الرواسي، العدد6، الجزائر:جمعية الإصلاح الاجتماعي والتربوي.
- محمد الطيب سعداني.(أكتوبر 1996). مجلة الوصل، العدد التجريبي. الجزائر: المدرسة العليا للأساتذة، القبة القديمة.

2.8. المراجع باللغة الأجنبية:

- ASTOLFI J.P, E.DAROT, Y.GINSBUR-VOGEL, J.TOUSSAINT, (1997-1998), Mots-clés de la didactique des sciences, paris-bruxelles
- Danial Parochia, (Le15-01-2000), L'expérience dans les sciences : modèles et simulations. France.
- Danial Parochia, (15-01-2000), les notions de système et de modèle (aspects épistémologiques et didactique), Université Jean-Moulin – Lyon III, France.
- Noil Mouloud, Raymound Boudon, Jean Goguel,(2011), Modèle, Encyclopaedia Universalis,France.
- Mano Machumu Innocent, (Septembre 2011), Les modèles et la modélisation de la réaction acide-base dans le curriculum scolaire. Une contribution en didactique de la chimie dans l'enseignement secondaire supérieur en République Démocratique du Congo, Faculté de Psychologie et Sciences de l'éducation, Université de Mons, Congo.
- Modèles et modélisation en SVT, modèles_en_questions.
<http://modelisationsvt.free.fr>.
- Laurence Cornu, Alain Vergnioux , (1992), La didactique en questions, HACHETTE Education, France