الجمهوريـة الجزائريـة الديمقراطيـة الشعبيـة
وزارة التعليـم العالـي والبحـث العلمـي
جامعـة سطيـف 2

أطـروحـــة

مقدّمة بكلية العلوم الانسانية و الاجتماعية
قسم علم النفس و علوم التربية و الأرطوفونيا

لنيل شهادة دكتوراه العلـوم
التخصص: علـوم التربيـة
(تعليمية العلوم الفيزيائية)

تقديـم:
عـمار ورزالدّيـن

الموضـوع:

تحليل إبستمولوجي وتعليمي لسيرورات الترميـز في مجال العلـوم الفيزيائيـة

تاريخ المناقشة: 2015/10/29

أمام اللّجنة المكوّنة من السّـادة:

بوعبد الله لحسـن	أستـاذ	جامعة سطيف 2	رئيسا
بن صغير عبد المجيد	أستـاذ	جامعة سطيف 1	مقررا
لونيس علـي	أستـاذ	المدرسة العليا للأساتذة- القبة	ممتحنا
منصوري عبد العزيز	أستـاذ	جامعة سطيف 1	ممتحنا
عبدلي مولـود	أستـاذ	جامعة قسنطينة 1	ممتحنا
سامعي توفيـق	أستـاذ محاضر أ	جامعة سطيف 2	ممتحنا

كلمـــــة شكـــــر

بداية، أوجّه أخلص تشكّراتي للأستاذ: عبد المجيد بن الصغير الذّي تابع باستمرار

مراحل إنجاز هذا البحث و أطّره بتوجيهاته القيّمة و ملاحظاته الوجيهة.

كما أتقدّم بأجمل عبارات الشّكر للأستاذ: لحسن بوعبدالله الذي شرّفنا بموافقته

على رئاسة لجنة مناقشة هذه الأطروحة.

ليجد أيضا السّادة الأساتذة: علي لونيس و عبد الحميد منصوري و توفيق سامعي و مولود عبدلي

كل الشّكر و العرفان للمجهودات التي بذلوها في التحليل النقدي لمحتوى موضوع هذا البحث

التعليمي و لوجاهة ملاحظاتهم و استفساراتهم التي ستثري مضمونه بالضّرورة.

أتوجّه أيضا بأسمى عبارات الشكر و الإمتنان لكلّ من السادة: كمال حمادو– رئيس مصلحة التكوين

بمديرية التربية بسطيف– و عبد المالك خلفاوي و عزالدين كوسام أستاذين بمتوسطتين ببلدية تيزي

نبشار لمساهمتهم الإدارية و التربوية في تنفيذ التجريب التعليمي الذي أنجزناه في مؤسستين

للتعليم المتوسط التابعتين لمديرية التربية لولاية سطيف.

نهاية، لا أنسى أن أشكر كل من ساعدنا من قريب أو من بعيد في إتمام إنجاز هذا العمل البحثي .

في هذا الإطار، أشكر بالخصوص مدراء الثانويات التي أجرينا فيها الدراسة الميدانية

و كذا كافة التلاميذ الذين شاركوا في بحثنا بإجاباتهم على الإستمارات.

لكم منّي جميعكم كلّ عبارات الشّكر و الإعتراف بالجميل

لمساعدتنا على إنجاز هذا البحث التربوي.

فـهـرس المحتويــات

مقدمــة عــامــة.....1

الفصل الأول:

تحليل إبستمولوجي للترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية

تمهيد.....8
1. التعبير الدقيق على القوانين و التعريفات المُكونة للنظريات الفيزيائية.....8
1.1 خصوصية الفيزياء و البحث عن اللغة العلمية المناسبة للتعبير على مضامينها.....8
2.1 النقائص البنيوية المرتبطة باللغة الأدبية.....8
2. النمذجة الهندسية الأولية للفيزياء.....10
3. محدودية فعالية تطبيق النموذج الهندسي في الفيزياء.....10
4. سيرورة النمذجة الجبرية للعلاقات الفيزيائية و الصُّعوبات المصادفة.....11
1.4 الطابع «الثوري»للنمذجة الجبرية للعلاقات الفيزياء.....11
2.4 صعوبات استخدام مفردات اللغة العادية في الصياغة الجبرية للعلاقات الفيزيائية.....12
3.4 العلاقة التلازمية بين النمذجة الجبرية و التعبير الرمزي على العلاقات الفيزيائية.....13
4.4 ارتباط النمذجة الجبرية للعلاقات الفيزيائية بتطور الجبر.....15
1.4.4 لمحة تاريخية حول تطور الجبر.....15
2.4.4 تطور الجبر و تأثيره على الصياغة الرمزية للعلاقات الفيزيائية.....18
5. الخصائص الأساسية لرموز المقادير الفيزيائية و للمعادلات الجبرية للفيزياء.....19
1.5 المضمون المفهوماتي الخصب للرموز الحرفية للمقادير الفيزيائية.....19
2.5 التعيين الدقيق للمضامين الفيزيائية و سرعة تبادل المعلومات باستخدام الصيغ الرمزية.....20
3.5 الخاصية المُوجزة لرموز المقادير الفيزيائية و سلاسة استخدام المعادلات الفيزيائية.....20
4.5 مساهمة رموز المقادير الفيزيائية في تكثيف مضمون معادلات الفيزياء.....21
6. دور رموز المقادير الفيزيائية في بناء النظريات الفيزيائية.....22
1.6 تعريف النظرية الفيزيائية.....22
2.6 الارتباط الوثيق بين رموز المقادير الفيزيائية و بناء النظريات الفيزيائية.....23
3.6 مُساهمة رموز المقادير الفيزيائية في القدرة التنبُئية للنظريات الفيزيائية.....24
خاتمة.....25

الفصل الثاني:

تحليل دلالي للحروف المستخدمة في تمثيل المقادير الفيزيائية

تمهيد.....27

1. عناصر تمهيدية للتحليل الدلالي.....27

1.1 لمحة مختصرة حول المثلث الدلالي التقليدي.....27

2.1 الوظيفة الرمزية و إنتاج المعنى.....29

3.1 تحليل العلاقة الرابطة بين الدال و المدلول.....30

4.1 طبيعة العلاقة بين الدال و المدلول و دور الاصطلاحية في تأسيس المعنى.....32

2. الخصائص الدلالية للإشارة.....34

1.2 بنية مفهوم الإشارة.....34

1.1.2 الإشارة ككيان لعلاقة ترابطية بين الدال و المدلول.....34

2.1.2 نموذج الإشارة حسب نظرية بارس.....35

3.1.2 الخلط بين الإشارة و السند الدال عليها.....38

2.2 الخاصية العشوائية للإشارة و فعالية التعيين الدلالي الناجمة عنها.....39

3.2 الطابع الاصطلاحي المميز للإشارة.....40

3. الخصائص الدلالية لمفهوم الرّمز.....41

1.3 التشتت الخاص بمدلول الرّمز و محاولة التركيب.....41

1.1.3 أصل كلمة «رمز» و غموض معناها.....41

2.1.3 مختلف الدلالات المعطاة لكلمة «رمز».....42

3.1.3 مُحاولة استخلاص دلالة عامة لكلمة «رمز».....43

2.3 خاصية التحفيز للرّمز.....45

3.3 البُعد التعبيري الوجداني للرّمز.....45

4.3 إمكانية التحوُّل المتبادل:رمز- إشارة.....46

4. ملخص مقارنة بين الخصائص المُميزة لكل من الإشارة و الرّمز.....47

5. استلزامات خاصة بالطبيعة الدلالية للحروف المختارة لتمثيل المقادير الفيزيائية...48

1.5 الخاصية المنطقية- الرياضية للرموز الحرفية للمقادير الفيزيائية.....48

2.5غيابتحفيز الحروف المُمثلة للمقادير الفيزيائية 49

خاتمة.....50

الفصل الثالث:

دراسة تاريخية لقواعد الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية و لوحدات قياسها و للعناصر الكيميائية

تمهيد.....51

1.الجوانب المنهجية الخاصة باختيار كتب العلوم الفيزيائية و كيفيات تحليل محتوياتها.....51

2 . مُمارسات الترميز الحرفي في الكتب المنشورة خلال القرنين 18 و 19م.....53

1.2 الترميز للمقادير الفيزيائية.....53

1.1.2 كيفيات تقديم عملية التعيين الرمزي للمقادير الفيزيائية.....53

2.1.2 المُمارسات الاعتيادية الغامضة المميزة للترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية.....56

2.2 التمثيل الرمزي لوحدات القياس في كتب الفيزياء.....58

3.2 الترميز المنتظم للعناصر و للمركّبات الكيميائية.....59

3. ديناميكية تأسيس أُطر إصطلاحية للترميز الحرفي لبعض مُكونات العلوم الفيزيائية.....61

1.3 بعض المحاولات المتأخرة لإقامة إطار نظامي للترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية.....61

2.3الإطار النظامي الرسمي لقواعد التعيين الرمزي لوحدات القياس.....62

1.2.3 إشكالية تعدُّد وحدات القياس.....62

2.2.3 لمحة مختصرة حول الجهود الجماعية المبذولة لتوحيد وحدات القياس و لتحديد ترميزها.....63

3 .3 تأسيس قواعد صارمة و عالمية للتمثيل الرمزي للعناصر الكيميائية.....65

1.3.3 الصعوبات المصادفة الناتجة من التسميات الغامضة لمركبات كيمياء القرن17م..... 65

2.3.3 النقاش و الجهود الجماعية لتحديد قواعد التسمية والترميز الحرفي في الكيمياء.....66

4. العوامل المُفسرة لغموض طريقة الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية.....69

1.4 هيمنة الجوانب النظرية للفيزياء على حساب الاهتمام بأدوات الترميز الحرفي..... 69

2.4 الخصوصية الابستمولوجية لمفهوم المقدار الفيزيائي.....70

خاتمة.....72

الفصل الرابع:

اعتبارات نفس – معرفية و دلالية مُتدخلة في إدراك
التلاميذ لمدلول الحروف الممثلة للمقادير الفيزيائية

تمهيد.....73
1. مفهوم الإدراك.....73
2. لمحة عامة حول بُنية الذاكرة وآليات إدراكها لمدلول المثيرات المستقبلة.....74
1.2 نمذجة بُنية الذاكرة.....74
2.2 الأداء المعرفي للذاكرة.....75
1.2.2 سيرورات معالجة و تخزين المعلومات المتلقاة..... 75
2.2.2 عملية الاسترجاع و آلية التعرُّف على مدلولات المثيرات المستقبلة.....77
3. صفة «المثير»المسندة للرموز الحرفية للمقادير الفيزيائية.....79
4. عوامل نفس – معرفية مساهمة في إدراك التلاميذ لمدلول رموز المقادير الفيزيائية.....80
1.4 تأثير التعوُّد على إدراك مدلول الحروف الممثلة للمقادير الفيزيائية.....80
2.4 قدرة الإشارة على تعيين المضامين و الصُّعوبات الإدراكية الناتجة لدى التلاميذ.....80
3.4 تلاؤم الرّمز للتعبير علىالتصوّرات الفردية للتلاميذ.....81
خاتمة.....83

الفصل الخامس:

الجوانب المنهجية و تحليل النتائج المتعلقة بادراك التلاميذ
لطريقة الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية

تمهيد.....84
1.الجوانب المنهجية للدراسة الميدانية 84
1.1 المنهج المستخدم.....84
2.1 أداة جمع البيانات.....84
3.1 مجتمع الدراسة و عينته..... 85
4.1 المجال المكاني و الزمني للدراسة الميدانية.....86
5.1 الأسلوب الإحصائي المستخدم في تحليل البيانات.....86
2. عرض و تحليل النتائج..... 87

1.2 إدراك التلاميذ لمفهوم «الاصطلاحية »و أهميتها في ميدان العلوم.....87
1.1.2 مدلول «الاصطلاحية» حسب تصوُّر التلاميذ.....87
2.1.2 إلزامية تطبيق القواعد الاصطلاحية و أهميتها في ميدان العلوم.....91
2.2 تحليل الإطار الإدراكي للتلاميذ الخاص باصطلاحية الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية 96
1.2.2 الخاصية العالمية لقواعد اختيار الرموز الحرفية للمقادير الفيزيائية.....96
2.2.2 القواعد الاصطلاحية المعتمدة في التعيين الرمزي للمقادير الفيزيائية 100
3.2.2 الصُّعوبات الناتجة عن تمثيل المقادير الفيزيائية باختيار الحروف الأولية من أسمائها ...110
3.عناصر مساهمة في تدعيم إدراك التلاميذ لطريقة الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية 115
1.3 تأثير القواعد الرسمية للترميز الحرفي لوحدات قياس المقادير الفيزيائية.....115
2.3 تنقيل قواعد الترميز للعناصر الكيميائية إلى مجال التعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية.....119
4. مناقشة نتائج الدراسة الميدانية.....124
خاتمة.....131

الفصل السادس:

التجريب التعليمي: الجوانب المنهجية و تحليل النتائج

تمهيد.....133
1. ضبط محتوى التجريب التعليمي.....134
1.1 تواجد رموز المقادير الفيزيائية في الكتب المدرسية لمرحلة التعليم المتوسط.....134
2.1 مخطط الأنشطة.....135
2. الظروف المحيطة بتنفيذ التجريب التعليمي.....136
3. وصف مراحل تنفيذ المحتوى التعليمي المبرمج و نتائجه.....137
1.3 تقديم إشكالية عدم صرامة طريقة الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية.....137
2.3 توظيف الاستبيان و فرز إجابات التلاميذ.....138
3.3 مرحلة النقاش المتناقض.....139
4.3 تمحيص صلاحية إجابات التلاميذ.....144
5.3 التحليل البُعدي و تحديد المحتوى الفيزيائي لرموز حرفية مبهمة.....145
4. تقييم التجريب التعليمي.....147
1.4 طريقة التقييم.....147
2.4 نتائج تقييم التجريب التعليمي.....149

1.2.4 مقارنة إجابات تلاميذ المجموعتين التجريبية و الشاهدة.....149
2.2.4 تقييم الأستاذان للتجريب التعليمي.....159
خاتمـة.....160
خاتمة عامة.....161
قائمة المراجع 169
الملاحق.....177

فهرس الجدول

الجزء	رقم الجدول	موضوعه	رقم الصفحة
الجزء النظري	1	قائمة لعينة من الكتب الأصلية للفيزياء المختارة للتحليل التاريخي	52
	2	قائمة لعينة من الكتب الأصلية للكيمياء المختارة للتحليل التاريخي	53
	3	أمثلة توضيحية على تعيين أكثر من مقدار فيزيائي بنفس الرمز الحرفي	57
	4	أمثلة توضيحية على تمثيل نفس المقدار الفيزيائي بعدة رموز حرفية	57
الجزء التطبيقي	0	أعداد التلاميذ المستجوبين بدلالة مستواهم الدراسي	85
	1	السؤال 1: تواترات إختيار التلاميذ للاقتراحات معبرا عليها بـ (%)	88
	2- أ	السؤال 2- أ: تواترات إختيار التلاميذ للاقتراحات معبرا عليها بـ (%)	92
	2- ب	السؤال 2 – ب: تواترات إختيار التلاميذ للاقتراحات معبرا عليها بـ (%)	94
	3	السؤال 3 : تواترات إجابات التلاميذ المستجوبين معبرا عليها بـ (%)	97
	4	السؤال 4 : تواترات إختيار التلاميذ للاقتراحات معبرا عليها بـ (%)	101
	5	السؤال 5: تواترات إجابات التلاميذ المستجوبين معبرا عليها بـ (%	106
	6- أ	السؤال 6 - أ: تواترات أهم الرموز الحرفية المقترحة من طرف التلاميذ لتعيين كل من الزمن و درجة الحرارة معبرا عليها بـ (%)	111
	6- ب	السؤال 6- ب: تواترات أهم الرموز الحرفية المقترحة من طرف التلاميذ لتعيين كل من المسافة و الكثافة معبرا عليها بـ (%)	112
	7	السؤال 7 : تواترات إجابات التلاميذ المستجوبين معبرا عليها بـ (%)	116
	8	السؤال 8 : تواترات إختيار التلاميذ للبدائل **نعم** و **لا** معبرا عليها بـ (%)	120
	9	أهم المقادير الفيزيائية الممثلة رمزيا في الكتب المدرسية لمرحلة التعليم المتوسط بدلالة المستويات الدراسية	135
	10	تواترات إختيار التلاميذ للاقتراحات المعطاة لهم في استبيان- أداة التجريب التعليمي معبرا عليها بـ (%)	138
	11	تواترات إختيار التلاميذ للاقتراحات المعطاة لهم في السؤال 1 لاستبيان تقييم التجريب التعليمي معبرا عليها بـ (%)	149
	12	تواترات إختيار التلاميذ للاقتراحات المعطاة لهم في السؤال 1 لاستبيان تقييم التجريب التعليمي معبرا عليها بـ (%)	153

مقدّمة عامّة

تتطلّب دراسة ظواهر العلوم الفيزيائية استخدام مقاربات مبنيَّة على أساس نمذجة هذه الظواهر حيث يهدف استعمال هذا المسعى إلى تبسيط تمثيلها و تحليلها للتمكُّن من فهمها. في هذا الإطار، تأخذ المقاربات المطلوبة عدّة أشكالا منها التّمثيلات التّخطيطية للعناصر التّي تتألّف منها هذه الظواهر كمكوّنات نظام ميكانيكي أو دارة كهربائية و أيضا تلك المُتدخّلة في الدّراسة الكمّية لها كاستخدام أجهزة القياس. كما يلجأ الفيزيائيون و الكيميائيون بشكل منتظم إلى الصّياغة الرياضية للعلاقات الفيزيائية و الكيميائية و ذلك بالتّعبير على محتوياتها بمعادلات رمزية.

فيما يتعلّق بالتّشكيل الرياضي للعلاقات الفيزيائية و التّرميز الحرفي للمقادير المعنّية في هذه العلاقات، الموضوع الرئيسي لهذا البحث، تدلّ المعطيات التّاريخية على عدم قدرة اللّغة الأدبية التكفّل الملائم بالمُتطلّبات المُتزايدة ذات الصّلة بالدقّة و الخُصوبة المميّزتين للعلاقات المُعبّرة على القوانين و التّعريفات الفيزيائية. في هذا الشأن، مثّلت تاريخيا اللّغة الرياضية الأدّاة المناسبة لبلورة الخصائص المميّزة للعلاقات الفيزيائية و مكّنت الفيزيائيين من تجاوز النقائص النّاجمة من تعدُّد معاني مفردات اللّغة العادية. فبشكل معتبر، ساهم التعيّين الرّمزي للمقادير الفيزيائية المُتدخّلة في محتوى العلاقات الفيزيائية في تفعيل عملية التّشكيل الرياضي لهذه العلاقات و سمح بصياغتها على شكل معادلات حرفية.

كما يتمتّع التّمثيل الرّمزي للعناصر الكيميائية بنفس الأهميّة لصياغة التّفاعلات الكيميائية على شكل معادلات رمزية. على هذا الأساس، يمكن التّأكيد على أن سيرورات التّرميزالحرفي المستخدمة في العلوم الفيزيائية تمثّل جانبا هامّا مُجسّدا للجهود التّاريخية المبذولة لتأسيس هذه العلوم.

فبالنّظر إلى الأهميّة الإبستمولوجية للصّيغ الرّمزية في العلوم الفيزيائية و المُتمثّلة في المعادلات الفيزيائية و الكيميائية، فإنّ مكانة هذه المعادلات في الممارسات التّعليمية للفيزياء و للكيمياء مُؤكّدة حيث أنّ تواجدهما غير قابل للاستغناء عنه في تدريس و في تعلُّم هذه العلوم و ذلك لمساهمتها في التّنقيل التّعليمي للخصائص الأساسية المُميّزة للظواهر الفيزيائية و الكيميائية. فمن خلال هذه الصّيغ ذات الشكل الرّياضي، يمكن التّأكيد للمتعلّمين على الانتظام الملاحظ في حدوث هذه الظواهر و الدّقة الكميّة الفائقة لظواهر العلوم الفيزيائية.

فيما يخصّ المعادلات الفيزيائية بالتّحديد، أوضحّت الأبحاث التّعليمية المتعدّدة التّي تمّ إنجازها في عدّة بلدان وجود صعوبات هامّة تصادف نسبا عالية من تلاميذ الطّور الثانوي و طلبة الشعب العلمية لبداية المرحلة الجامعية في تعلّمهم لمحتويات الفيزياء ذات الصّلة بالعلاقات المصاغة رياضيا على

شكل معادلات فيزيائية (كوهان و آخرون.Cohen et al،1983/ باهيي و آخرون.Bahier et al،1991/ كالمات Calmettes، 1992/ لونغلوا و فييار Langlois et Viard، 1993/ رانسون و آخرون .Rainson et al، 1994/ ألب و آخرون .Albe et al، 2001). فمن خلال هذه الدّراسات، قد تمّ الكشف على التّمسُك المُبالغ فيه من طرف نسب معتبرة من هؤلاء المتعلّمين بالمعادلات الفيزيائية حيث أنّ هذه العبارات الرّمزية وفّرت لهم، في أغلب الأحيان، ملجأ لتفادي الصّعوبات التي يتلقونها في فهمهم النّوعي للظواهر التّي تمّ التّعبير على مضمونها بهذه الصّيغ الرّمزية. بالإضافة إلى هذا الموقف الجماعي المُعاين، لاحظ بعض الباحثين أنّ المعادلات الفيزيائية استخدمها عدد هام من التّلاميذ لتبرير تصّوراتهم التّلقائية الخاطئة المتعلّقة ببعض المفاهيم الأساسية للفيزياء كمجالي التّحريك و الكهرباء المتحرّكة مثلا.

في الواقع، فإنّ هذه الأبحاث تمركزت بشكل عام، حول صُعوبات حلّ مسائل الفيزياء وعلاقتها بالمعادلات الفيزيائية حيث أنّها لم تتعرّض لصعوبات التعلُّم ذات الصّلة المباشرة بالرّموز المكوّنة للصّيغ الفيزيائية. من جانب آخر، نلاحظ أنّ العدد المحدود من البحوث المتعلّقة بالمركّبة الرّمزية للمعادلات الفيزيائية تمحورت أساسا حول التّسيير البيداغوجي لرموز المقادير الفيزيائية حيث لم يشكّل تحليل التّرميز الحرفي والصعوبات التّعليمية الخاصة به موضوعا رئيسيا في هذه الدراسات.

في هذه الأثناء، نسجّل دراسة بولدوار Bouldoires (1991) التّي تمثّل استثناءا حيث أنّ هذا الباحث قام بتحليل التّرميز المستخدم لتمثيل المقادير الفيزيائية الطّاقوية في عدّة كتب مدرسية لمادة العلوم الفيزيائية بفرنسا حيث أظهر هذا العمل التّحليلي أنّه تمّ استخدام نفس الرّموز الحرفية لتعيّين، في نفس الوقت، العديد من المقادير الفيزيائية الطّاقوية المختلفة، ممّا دفع بالباحث لطرح تساؤلا وجيها حول الطّريقة العلمية التّي تسمح للتّلاميذ بالكشف عن المحتوى الفيزيائي المعيّن بهذه الحروف المتماثلة، بالأخصّ عندما لا يتحكّم هؤلاء المتعلّمين في الطرائق المناسبة التي تُمكّنهم من تحديد مضمون الرّموز الحرفية المتماثلة الموجودة في المعادلات الفيزيائية المعبّرة على العلاقات الطاقوية. في هذا الإطار بالتّحديد، فإنّنا نعتبر أنّ محاولة استكشاف نظرة أو تصوّر التّلاميذ للتّرميز للمقادير الفيزيائية لصياغة المعادلات الفيزيائية يمثّل عاملا هامّا من شأنه المساهمة في فهم صعوبات التعلّم المرتبطة بالعلاقات الفيزيائية المصاغة رياضيا و بالتّالي فإنّ مثل هذه البحوث بإمكانها فتح المجال لمحاولة إيجاد الحلول الملائمة لمواجهة هذه الصعوبات التعلّمية للفيزياء و ذلك بالعمل على الحدّ من التّأثير السلبي لها على فهم التّلاميذ لمضامين العبارات الرّمزية للفيزياء.

في هذا الإطار، سمحت النتائج التّي تحصلنا عليها في الدّراسة التّحليلية السابقة - أطروحة ماجستير

1999 - بالكشف عن تصوّر إدراكي جماعي سائد لـدى أغلبيّة تلاميذ الشّعب العلمية لطـور التّعليم الثانوي و طلبة بداية المرحلة الجامعية المستجوبين و الذّي يتعلّق بمدلول الرّموز الحرفية المستخدمة عادة في تعيّين المقادير الفيزيائية حيث يكمن مضمون هذا «التصوّر التّلقائي» في إعطاء فئات واسعة من هؤلاء المتعلّمين لهذه الرّموز الاعتيادية قيمة تمثيلية خاصّة و نهائية في عملية التّعيين الرّمزي للمقادير الفيزيائية. بشكل تفصيلي، على ضوء هذا النّمط التّصوري الجماعي لهم، يوافق كلّ رمز حرفي بالضّرورة مقدارا فيزيائيا معيّنا. فنتيجة لهذا الربط التقابلي بين الرّموز الحرفية و المقادير الفيزيائية الموافقة، فقد تمّ ملاحظة إختيار جماعي للصّيغ الرّمزية التّي تحتوي على الرّموز المألوفة للتّعبير على محتوى قانون فيزيائي مصاغا باستخدام اللّغة الأدبيّة. فبالرّغم من أنّ المعادلات المقترحة عليهم لها نفس الشّكل الرياضي، إلاّ أنّ أغلبيّة التّلاميذ و الطّلبة المستجوبين قد رفضوا اعتماد المعادلات الرّمزية التي تحتوي على رموز حرفية غير مألوفة.

على أساس هذا التّصور، نستنتج أنّ هؤلاء المتعلّمين قد أدركوا المضمون الفيزيائي المعبّر عليه بهذه الحروف بفصلها عن سياق المعادلة التّي تتواجد فيها هذه الرّموزالحرفية. بعبارة أخرى، يمكن القول أنّ أغلبيّة التّلاميذ و الطّلبة المفحوصين يربطون بشكل مستقل كلّ رمز حرفي بمدلول فيزيائي محدّد و هذا بصرف النّظر عن السيّاق الفيزيائي للمعادلة التّي تستخدم فيها هذه الرّموز المألوفة حيث أنّ مثل هذا التّصور من شأنه أن تنجرّ عنه صعوبات كبيرة للتّلاميذ في فهم المحتوى المعبّر عليه بهذه المعادلات الفيزيائية وبالتّالي حصول أخطاء غير قابلة للتّفادي في حلّ مسائل الفيزياء.

في الحقيقة، يتناقض هذا الموقف جذريا مع سلوك الفيزيائي و الذّي يقتضي بالضّرورة الأخذ بعين الاعتبار للسيّاق الفيزيائي للمعادلة محل الدّراسة في تحديد مضامين الرّموز الحرفية المشكّلة للصّيغ الرّمزية للفيزياء. ففي إدراكه للمضمون الذّي تدلّ عليه رموز حرفية في معادلة فيزيائية، من الضّروري أن يحقّق الفيزيائي مبدأ التّجانس البّعدي لطرفي هذه العبارة الرّمزية لأنّ طرفي المعادلة الفيزيائية لهما حتما نفس الأبعاد.

لتبرير قراءتهم التّلقائية للرّموز الاعتيادية المستعملة في تعيّين المقادير الفيزيائية، أشار أغلب تلاميذ العيّنة إلى الجوانب الإصطلاحية للتّرميز للمقادير الفيزيائية و إلى ضرورة تميّيز المقادير الفيزيائية عن بعضها البعض من خلال تخصيص رمز وحيد لكلّ مقدار فيزيائي حيث يظهر من الحجّج التّي قدّمتها أغلبيّة المتعلّمين المستجوبين أنّ ربطهم للرّمز المستعمل بمدلول فيزيائي محدّد و نهائي يتجاوز مستوى التعوّد - و الذي يمكن تفهّمه - نتيجة التّوظيف المتكرّر لنفس للرّموز الفيزيائية في التّعبير على العلاقات الفيزيائية التّي درسوها في مقرّرات العلوم الفيزيائية بمرحلة التّعليم الثانوي بالأخصّ.

و عليه، نرى أنّ هذا السّلوك الجماعي لهؤلاء التّلاميذ و الطّلبة يعكس الجوانب الإدراكية العميقة لهم الخاصّة بتصوّراتهم لعملية التّعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية.

في الحقيقة، فإنّ رغبة أغلبيّة المتعلّمين في تمثيل كلّ مقدار فيزيائي برمز حرفي وحيد و بالتّالي إعطائه مدلولا فيزيائيا محدّدا و نهائيا تتعارض مع المعطيات التّي توصّلنا إليها في الجزء الأول من هذا البحث. فمن خلال تحليل عمليّة التّرميز للمقادير الفيزيائية في عيّنة من الكتب المدرسية و شبه المدرسية لطبعات جزائرية و أجنبيّة، تبيّن لنا أنّ هذا التّعيين الرّمزي يتّسم بالضّمنية لأنّه لا يمثّل موضوعا صريحا للتّدريس في مختلف الأطوار الدراسية. يضاف إلى هذه المعاينة وجود غموض كبير في الطريقة المستعملة في تعيّين المقادير الفيزيائية برموز حيث أنّ اختيار الحرف الأول من اسم المقدار الفيزيائي لا يمثّل دوما القاعدة الضّمنية المتّبعة في هذه العملية الدّلالية. نتيجة لهذا، سجلنا عدم إستقرار نسبي في اختيار الرموز الحرفية الدّلة على المقادير الفيزيائية.

فنظرا للصعوبات المعتّبرة التّي يواجهها التّلاميذ في تعاملهم مع المعادلات الرّمزية لفهم مضامينها الفيزيائية و بالأخذ بعين الاعتبار للغموض الذّي يسود التّرميز الحرفي للمقادير الفيزيائية في الكتب المدرسية للفيزياء، يتمثّل تساؤلنا الرّئيسي في هذا البحث فيما يلي:

- ما هي العناصر المفسّرة للإدراك التّلقائي، غير الصّائب دوما، الملاحظ لدى أغلبيّة التّلاميذ و الطّلبة المفحوصين سابقا لمدلول الرّموز الحرفية المختارة عادة لتمثيل المقادير الفيزيائية ؟

للإجابة على هذا التّساؤل الوجيه، وجب علينا تحليل مختلف الجوانب المتعلّقة بالإشكالية المطروحة من خلال البحث على عناصر الإجابة على التّساؤلات الجزئية التّالية:

- ما هي الطّبيعة الدّلالية للحروف المستخدمة عادة في التّعبير الرياضي على العلاقات الفيزيائية ؟
- ما هي طريقة اختيار هذه الرّموز الحرفية و ما هي درجة إلزامية تطبيقها ؟
- هل يوجد تماثل أو تقارب بين طريقة التّعيين الرّمزي للمقادير الفيزيائية و قواعد التّرميز الحرفي لموجودات أخرى خاصّة بالعلوم الفيزيائية كوحدات القياس و العناصر الكيميائية ؟
- هل هناك وجود لعوامل نفس - معرفية مدعّمة للإدراك التّلقائي للتّلاميذ لمضمون الرّموز الحرفية المستخدمة عادة في تمثيل المقادير الفيزيائية ؟
- واقعيا، كيف يرى التّلاميذ طريقة التّعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية ؟
- ما هي درجة مساهمة الاصطلاحيات الرّسمية المستخدمة في العلوم الفيزيائية للتّرميز الحرفي لكلّ من وحدات قياس المقادير الفيزيائية و العناصر الكيميائية في تقوية إدراك التّلاميذ لطريقة التّعيين الرّمزي للمقادير الفيزيائية والتّي أشاروا إليها في تبريراتهم لقراءتهم التّلقائية المباشرة لمضامين

الرّموز الحرفية الدّالة على المقادير الفيزيائية ؟

للبحث على إجابة على التّساؤل الرئيسي المطروح، نفترض وجود مجموعة من العوامل المتداخلة المرتبطة بكلّ من الجوانب التّاريخية للتّرميزالمستخدم في العلوم الفيزيائية و بالممارسات التّعليمية المألوفة للنّشاط التّرميزي لهذه العلوم و باعتبارات نفس- معرفية للمتعلّمين ذات صلة بالتعيّين الرّمزي في ميدان الفيزياء و الكيمياء بالتّحديد. معنى هذا أنّ الحصول على عناصر الإجابة على التّساؤلات الجزئية المطروحة يستدعي منّا الاعتماد على عدّة فرضيات جزئية متكاملة حيث أنّ كلّ فرضية تأخذ بعين الحسبان لعامل موضوعي معيّن قد يجيب بشكل جزئي على جانب من جوانب التّساؤل الرئيسي المطروح.

في هذا الإطار، نرى أنّ توضيح الجوانب النّظرية لموضوع هذه الأطروحة من شأنه تعميق و تقوية وجاهة الإشكالية المطروحة و يساعدنا على البحث على إجابات للتّساؤلات الجزئية السابقة.

و عليه، يتكوّن محتوى هذه الأطروحة من ثلاث أجزاء أساسيّة.

بشكل تفصيلي، يتعلّق الجزء الأول بتحليل نظري لموضوع الإشكالية المطروحة من خلال التّطرق إلى الجوانب الإبستمولوجية و التاريخية والدّلالية و الإدراكية للرّموز الحرفية المستخدمة لتمثيل المقادير الفيزيائية حيث يتضمّن الفصل الأول على تحليل إبستمولوجي للتّرميز الحرفي للمقادير الفيزيائية حيث نهدف من خلاله إلى إبراز الأهمية العلمية و التّاريخية لهذه العملية و مساهمتها الحاسمة في سيرورة النمذجة الرياضية للعلاقات الفيزيائية. يضاف إلى هذا الهدف محاولة استنتاج الخصائص المميّزة لهذه الرموز الحرفية من جهة، و تلك الخاصّة بالعبارات الرّمزية الناتجة من الصّياغة الرياضية للقوانين و للتّعريفات الفيزيائية من جهة أخرى.

في نفس الإطار، باعتبار الرّموز الحرفية المستخدمة في الفيزياء مركّبة من مركّبات اللّغة الرّمزية التّي اعتمدها الفيزيائيون في التّعبير على العلاقات الفيزيائية، يتضمّن محتوى الفصل الثاني دراسة تحليلية للجوانب الدّلالية لرموز المقادير الفيزيائية. بالأساس، يهدف هذا التّحليل إلى تحديد الطّبيعة الدّلالية للحروف المستخدمة في التّمثيل الرمزي لهذه المقادير و ذلك بالاعتماد على تحليل المفهومين الرّئيسيين لعلم الدّلالة و المتمثّلين في الإشارة أو العلامة signe و الرّمز symbole و ذلك بالتّركيز على الخصائص التّي تميّز كلّ منهما.

كما أنّ الاستخدام الجماعي للرّموز الحرفية للمقادير الفيزيائية في التّواصل العلمي بشكل عام و في تعليم الفيزياء بالأخصّ يبرّر أهميّة التّطرق إلى تحليل تاريخ التّرميز الحرفي لهذه المقادير قصد إلقاء الضوء أكثر على الطابع الضّمني و عدم الصّرامة المميزتين لهذه العملية و التّي لاحظناهما سابقا في

تحليل محتوى الكتب المدرسية و شبه المدرسية للفيزياء. في هذا الصّدد، لجأنا في محتوى الفصل الثالث إلى تحليل تاريخي مقارن لطريقة التّعيين الرّمزي للمقادير الفيزيائية و لوحدات قياسها و للعناصرالكيميائية في مجموعة من كتب الفيزياء و الكيمياء الأصلية المنشورة خلال القرنين 18 م و 19 م باعتبار هذه الحروف أدوات جماعية للتّعبير على العلاقات الفيزيائية و على المركّبات الكيميائية في مجالي البحث و تعليم الفيزياء والكيمياء. بالإضافة إلى هذه الدّراسة التّاريخية، نقدّم بشكل مختصر لمحة مركّزة حول الدّيناميكية التّي ميّزت السّياق التّاريخي للتّعيين الرّمزي لكلّ من المقادير الفيزيائية و وحدات قياسها و العناصر الكيميائية و هذا من خلال التّطرق إلى عرض تركيبي للمعطيات التّي وجدناها في بعض المراجع التّي تعرّض فيها مؤلفوها إلى تحليل جانب من الجوانب المرتبطة بهذا الموضوع.

ننهي الجزء النّظري لهذه الأطروحة بتقديم عناصر تحليلية عامّة للجوانب الإدراكية و النفس- معرفية المتدخّلة في تحديد مضامين ممثّلة بأدوات رمزية كحالة الرّموز الحرفية للمقادير الفيزيائية حيث يتمثّل الغرض من التّطرق للجوانب الإدراكية للتّلاميذ في فهمهم لمدلول هذه الرّموز الحرفية إلى استنتاج عوامل محتملة يكون لها تأثير معيّن في توجيه عملية التّعرف على مدلولات هذه الرّموز باعتبارها مثيرات حاملة للمعاني حيث نرى أنّ احتمال وجود مثل هذه الاعتبارات قد يلعب دور العامل المساعد على تعميق الإطار التّفسيري للقراءة التّلقائية التّي لاحظناها لدى أغلب المتعلّمين لمضامين الحروف المستخدمة عادة في تمثيل المقادير الفيزيائية. فرغم الطّبيعة المعقّدة لدراسة الجوانب الإدراكية للفرد وتفاعله مع محيطه المادي و الوجداني، يبدو لنا أنّه من غير المنطقي تحليل موضوع مرتبط بإدراك التّلاميذ لمضامين الرّموز الحرفية للمقادير الفيزيائية دون محاولة استخلاص مجموعة من المعطيات النفس- معرفية التّي حصل حولها شبه إجماع من طرف علماء النفس في موضوع بناء نماذج نظرية لفهم آليات تعرّف الإنسان على مدلول أدوات رمزية كالكلمات وكالرّموز مثلا و يتفاعل معها من خلال إبداء مواقف أو سلوكات معيّنة.

يحتوي الجزء الثاني من الأطروحة على الجوانب المنهجية المتّبعة في العمل التّطبيقي المنجز و على تقديم و تحليل النتائج التّي تحصّلنا عليها من خلال استخدام استبيانات كتابية متمحورة حول مكونّات الإطار الإدراكي للتّلاميذ لطريقة التّرميز الحرفي للمقادير الفيزيائية و أيضا حول العوامل المحتملة التّي قد تكون تدخّلت في تقوية النّمط الإدراكي لهم لهذه القواعد التّرميزية.

نختم هذا الجزء بتقديم مناقشة لبيانات الدّراسة الميدانية على ضوء عناصر التّحليل النّظري لأهمّ الجوانب التّي كان لها تأثير ما في موضوع إدراك أدوات التّعيين الرّمزي للمضامين بشكل عام

و للتّرميز الحرفي للمقادير الفيزيائية بشكل خاص.

كتطبيق عملي لتوصيات هذا البحث، خصّصنا الجزء الأخير لتقديم محتوى التّجريب التّعليمي الذّي استفاد منه عيّنة من تلاميذ طور التّعليم المتوسط حيث عملنا من خلاله على تمكين التّلاميذ من التحكّم المبكّر في المقاربات التّي تسمح لهم بتجاوز صعوبات التعلّم المتعلّقة بالتّرميز الحرفي للمقادير الفيزيائية. يتضمّن هذا الجزء عرض محتوى النّشاط البيداغوجي الذّي تمّ تقديمه للتّلاميذ و وصف مراحل إنجازه و التّطرق إلى عناصر تقييمه.

سوف نختم هذا العمل بتقديم خاتمة عامّة لمحتوى الأطروحة و سنتطرّق لبعض التّوصيات العملية التّي من شأنها مساعدة التّلاميذ على مواجهة صعوبات تعلّمهم للمضامين الفيزيائية المعبّر عليها بالمعادلات الرّمزية بهدف تمكينهم من تحقيق الفهم المتناسق لمحتويات هذه العلاقات المصاغة بشكل رياضي.

في الأخير، سوف نشير إلى بعض الجوانب التي قد تشكّل إنشغالا منطقيا لتكملة مستقبلية لهذا البحث التّعليمي في ميدان العلوم الفيزيائية.

الفصل الأول:

تحليل إبستمولوجي للترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية

تمهيد

1. التعبير الدقيق على القوانين و التعريفات المكونة للنظريات الفيزيائية

1.1 خصوصية الفيزياء و البحث عن اللغة العلمية المناسبة للتعبير على مضامينها

2.1 النقائص البنيوية المرتبطة باللغة الأدبية

2. النمذ جة الهندسية الأولية الممارسة في الفيزياء

3. محدودية فعالية النموذج الهندسي المطبق في الفيزياء

4. سيرورة النمذجة الجبرية للعلاقات الفيزيائية و الصعوبات المصادفة

1.4 الطابع "الثوري" للنمذجة الجبرية في الفيزياء

2.4 الصعوبات المتعلقة باستخدام مفردات اللغة العادية في الصياغة الجبرية للعلاقات الفيزيائية

3.4 العلاقة التلازمية بين النمذجة الجبرية و التعبير الرمزي على العلاقات الفيزيائية

4.4 ارتباط النمذجة الجبرية للعلاقات الفيزيائية بتطور الجبر:

5. الخواص الأساسية للرموز الحرفية المعبرة على المقادير الفيزيائية و العلاقات الشكلية الموافقة:

1.5المضمون المفهومي الخصب المميز لرموز المقادير الفيزيائية

2.5 التعيين الدقيق للمقادير الفيزيائية و المساهمة في سرعة تبادل المعلومات باستخدام الصيغ الفيزيائية

3.5 الخاصية الاختصارية لرموز المقادير الفيزيائية و سلاسة استخدام المعادلات الرمزية الفيزيائية

4.5 المحتوى المكثف للصيغ الفيزيائية الناجم عن الترميز للمقادير الفيزيائية الموافقة

6. علاقة رموز المقادير الفيزيائية ببناء النظريات الفيزيائية

1.6 تعريف النظرية الفيزيائية

2.6 الارتباط الوثيق لرموز المقادير الفيزيائية بالنظريات الفيزيائية

3.6 مساهمة رموز المقادير الفيزيائية في القدرة التنبؤية للنظريات الفيزيائية

خاتمة

تمهيد

يسمح التّحليل الابستمولوجي للتّرميز الحرفي للمقادير الفيزيائية بتوضيح أهمّية هذه العملية في سيرورة التّشكيل الرياضي للعلاقات الفيزيائية و كذلك إبراز مدى الارتباط الموجود بين استعمال أدوات هذا التّعيين الرمزي للتّعبير على العلاقات الفيزيائية و قدرة النّظريات الفيزيائية على التنبّؤ. بالإضافة إلى هذا، فإن إستخدام الرّموز الحرفية لتمثيل المقادير الفيزيائية في صياغة القوانين و التّعريفات الفيزيائية يجعل من التّحليل النّظري لهذه الأدوات الحرفية مفيدا في تشكيل قاعدة معرفية لتحليل صعوبات فهم التّلاميذ لمضامين المعادلات الرّمزية للفيزياء النّاتجة من عملية النّمذجة الرياضية للعلاقات الفيزيائية و التّي تشكّل محور انشغالنا الأساسي في هذا البحث.

و عليه، تمثّل العناصر المعرفية التّي سوف نستخلصها في نهاية هذا الفصل جزءا أساسيا من المعالم الابستمولوجية التي ستؤطر لاحقا الدّراسة الميدانية لجوانب للإشكالية التّعليمية المطروحة.

1. التّعبير الدّقيق على القوانين و التّعريفات المكوّنة للنّظريات الفيزيائية

1.1 خصوصية الفيزياء و البحث عن اللّغة العلمية المناسبة للتّعبير على مضامينها

من وجهة نظر تاريخ العلوم، فإنّ البحث عن لغة ملائمة للتّعبير على التّعريفات و القوانين المكوّنة للنّظريات الفيزيائية قد شغل حيّزا هاما من انشغالات الفيزيائيين حيث إقتضى منهم التّأسيس التّدريجي للّغة المبحوث عنها بذل جهودا معتّبرة لتجاوز الإشكالية التّاريخية ذات الحدّة المميّزة والمتمثّلة، حسب سرفيان Servien (1938)، في التّناقض الواضح بين دقّة العلاقات الفيزيائية من جهة و النّقائص المميّزة للّغة العادية المكتوبة أو الشفوية من جهة أخرى. في هذا الشّأن، أوضح هايزنبارغ Heisenberg(1971، ص. 227) أنّه في مجال العلوم، يشترط من اللّغة الملائمة للتّعبير على المضامين العلمية أن تكون خالية من الغموض وتتميّز ببناء منطقي قوّي لضمان التّوافق مع الخصائص الأساسيّة للظواهر العلمية. ففي مجال العلوم الفيزيائية، يمكن القول أنّ هناك ترابطا وثيقا بين محتوى هذه العلوم الدّقيقة و اللّغة التّي ينبغي توظيفها في الدّلالة على مضامين هذه العلوم.

بداية، من المنطقي التّساؤل عن مبرّرات عدم ملائمة اللّغة العاديّة للتّعبير على محتويات العلاقات الفيزيائية المتمثّلة أساسا في التّعريفات و القوانين.

2.1 النّقائص البنيوية المرتبطة باللّغة الأدبيّة

تعتبر اللّغة العاديّة بشكليها الكتابي و الشّفوي أداة للتّعبير عن مختلف جوانب الحياة الإنسانية. على هذا الأساس، يشير علماء اللّغة إلى تعدّد وظائف هذه اللّغة حيث يمكننا ذكر بعضها و المتمثّلة في

الوظيفة التّعبيرية و الشّاعرية و المرجعيّة. من هذا المنظور، تلعب هذه اللّغة اللّسانية الأداة المناسبة للفرد للتّعبير على تصوّراته الشّخصية و التّلقائية (هيلان Hulin، 1987) الخاصّة بالظّواهر الطبيعية و بمشاعره المرتبطة بمختلف جوانب الحياة.

في ميدان الفيزياء، يظهر أنّ تعدّد وظائف اللّغة العاديّة و اتّساع مجال استعمالها له دور عامل معيق لجهود الفيزيائيين الهادفة إلى تحقيق الدقّة في تحليل الظواهر الفيزيائية و ذلك من خلال الكشف عن القوانين التّي تحدث وفقها هذه الظواهر و وضع تعريفات فيزيائية لبناء النّظريات التّي تسمح بتفسير هذه الظواهر. في هذا الموضوع، أكّد براكلي Breklé (1972، ص. 20) أنّ مثل هذا التّأثير السلبي للّغة العاديّة على التّعبير على محتويات هذه العلوم يعود إلى تعدّد معاني مفرداتها نتيجة توظيفها في مختلف مناحي الحياة الاجتماعية و النفسيّة و الوجدانية للأفراد. كما نبّه غيرو Guiraud (1973، ص. 65) إلى مخاطر استخدام اللّغة العاديّة في العلوم حيث يرى أنّ مضامين هذه العلوم معرّضة لعدوى تعدّد المعاني و وجود تشبيهات و تعبيرات مجازيّة في اللّغة الأدبيّة، ممّا يؤدّي إلى إحداث إضطراب في الطّبيعة الدّقيقة لهذه العلوم.

من جانب آخر، أشار بلانشي Blanché (1957) إلى «ضعف البناء المنطقي» للّغة العاديّة. فحسبه، من شأن هذه الهشاشة في التّركيب المنطقي للّغة العاديّة إلحاق الضّرر ببنية النّظريات الفيزيائية في حالة محاولة استخدامها في صياغة هذه النّظريات. و عليه، يمكن اعتبار عاملي تعدّد معاني مفردات اللّغة الأدبيّة و ضعف تركيبها المنطقي كسببين جعلا من هذه اللّغة أداة غير مناسبة للصّياغة الدّقيقة لمضامين العلاقات الفيزيائية.

تاريخيا، تمّ حلّ إشكالية البحث عن لغة ملائمة للتّعبير على محتويات العلاقات الفيزيائية من خلال اللّجوء التّدريجي و الحاسم إلى لغة رمزيّة ذات طابع عالمي. في الواقع، فإن تبنّي هذه اللّغة الرّمزية في ميدان العلوم تمثّل، حسب سرفيان Servien (1938، ص. 25)، طموحا للفيزيائيين لأنّه دون استخدام هذا النّوع من اللّغة، لا يمكن تصوّر حلّ حقيقي و فعّال لمعضلة التّعبير الدّقيق على محتويات العلوم الفيزيائيـة بالأخصّ.

لإعطاء فكرة حول تبنّي الفيزيائيون للنّموذج الجبري في الصّياغة الرياضية للعلاقات الفيزيائية، نتطرق لتحليل مختصر لتاريخ ديناميكية توظيف الرياضيات في ميدان الفيزياء حيث ينصب اهتمامنا أكثر على أهمّ العوائق التّي تلقّاها الفيزيائيون في اعتماد هذه اللّغة الرّمزية.

2. النّمذجة الهندسية الأولية للفيزياء

بالرّغم من وجود أثارا جزئية قديمة لمحاولات نمذجـة الظواهر الفيزيائية، تؤكّد معطيات تاريـخ العلوم أنّ القرن 17 م شهد ظهور البدايات الحقيقية للتّشكيل الرياضي الملائم نسبيا لمضامين هذه الظواهر حيث أدّى غاليلي دورا هامّا في تحضير الأرضيّة للانطلاق الفّعلي لمشروع النّمذجة الهندسيـة للظواهر الفيزيائية لأنّه اعتبر أنّ فهم الظواهـر الفيزيائية يستدعي بالضّـرورة استعمال الرياضيات في صيغتها الهندسية بالطبع. فخلال القرن 17 م، تمّ التّأكيد على أهميّة اللّجوء إلى توظيف المقاربة الهندسية في دراسة ظواهر الفيـزياء لأنّ ذلك يشكّل السّبيل الوحيد القادر على ضمان تطوّر الفيزياء و تحقيق دقّتها المنشودة (إلمو Ullmo،1969/ لوشاك Lochak، 1994/ إسرائيل Israel، 1996/ ليفي لوبلان Lévy- Leblond ، 1998).

من النّاحية التاريخية أيضا، يرى ريسو Russo (1995، ص.213) أنّ الصّياغة الرياضية للعلاقات الفيزيائية هي تجسيد لعبور من طموح و تأمّل نظري إلى تجسيد فعلي لهذه النّظرة المسبقة الخاصّة بحتمية التّشكيل الرياضي لمضامين العلوم الدّقيقة. كما أنّه اعتبر أنّ الصياغة الرياضية للعلوم عموما و للفيزياء بالتّحديد تمثل خاصيّة مميّزة لتاريخ هذه العلوم حيث أنّها تشكل، حسبه، مثالا حيّا على قدرة العقل البشري على تحقيق وجهة نظر أوليّة أي مسبقة لرغبته في التّشكيل الرياضي للعلوم.

فبالرّغم من النّجاح الأوّلي الذّي حقّقته النّمذجة الهندسية للفيزياء، فإنّ ظهور نقائص و صعوبات جعلت الفيزيائيين ينظرون نظرة تردّد لمدى تلاؤم النّموذج الهندسي لدراسة ظواهـر المادّة العاطلة.

في هذا الإطار، يبدو لنا أنّه من المهمّ أن نتطرّق باختصار لأهم الأسباب التاريخية التّي أدّت إلى حدوث نقلة نوعيّة في نمط التّشكيل الرياضي للعلاقات الفيزيائية.

3. محدوديّة فعاليّة تطبيق النّموذج الهندسي في الفيزياء

بداية، يمكن القول أنّ النّمذجة الهندسية التّي تمّ تطبيقها في دراسة الظواهر الفيزيائية لبعض المجالات كالميكانيك و الضوء مثلا قد حقّق نجاحا نسبيا مرحليا في التّحليل الكيفي لهذه الظواهر. لكن، أدّى ظهور الحاجة إلى الاهتمام بالجانب الكمّي في دراسة الظواهر الفيزيائية إلى الحدّ من فعّالية النّمذجة الهندسية للفيزياء و جعلت من هذا النموذج الرياضي مقاربة ناقصة لأنّها لا تستجيب بشكل كامل لكلّ المتطلّبات التي ينبغي أخذها بعين الاعتبار في تحليل الظواهر الفيزيائية بهدف البحث على العلاقات العدّدية التي تربط بين المقادير الفيزيائية المميّزة لهذه الظواهر.

لمواجهة النقائـص المترتّبة عن محدوديّة فعّالية النّمذجة الهندسية للظـواهر الفيزيائية، استبدل هذا

النّموذج تدريجيا بالمقاربة الجبرية لدراسة هذه الظواهر و لصياغة العلاقات الفيزيائية بلغة رمزية.

فباعتبار الجبر كفرع من فروع الرياضيات و الذي يعنى بالمعالجة العدديّة للمسائل باستعمال معادلات مؤلّفة من مقادير مجرّدة و معيّنة بحروف هجائية، فإنّ توظيف المقاربة الجبرية في الفيزياء صادفه اختلاف وجهات نظر علماء الفيزياء. فقد تميّزت هذه الوضعية الموصوفة من طرف إسرائيل Israël (1996، ص.189) « بفترة إنتقالية خلافية» بتباين حادّ بين نظرة المساندين للمسعى الهندسي لدراسة الظواهر الفيزيائية و وجهة نظر أولئك المدعّمين للمقاربة التّحليلية التّي ينبغي توظيفها في دراسة هذه الظواهر. في هذا الشأن، برهنت الجهود الكبيرة التّي بذلها عدد من مشاهير الفيزياء منهم: ديكارت وليبنيز و برنولي و أولر و دلامبير و لاغرانج بالأخص، على قوّة الكتابة الرّمزية للجبر في ميدان الفيزياء، ممّا أدّى في الأخير إلى الإطّاحة بمكانة المقاربة الهندسية في تحليل الظواهر الفيزيائية.

في هذا الشأن، أشار بعض مؤرخي العلوم إلى أنّ لاغرانج Lagrange قد قام بدور جوهري و مركزي في إعطاء مكانة لائقة للجبر في ميدان الفيزياء حيث أن كتابه المعنون: *الميكانيك التّحليلي* و الذّي نشره سنة 1788 م لم يشمل إلاّ على شكل هندسي واحد فقط. فمقارنة بعدد الأشكال الهندسية التّي استخدمها نيوتن في كتابه المشهور *المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية* الصادر سنة 1686 م والذّي قارب 250 مخطّطا هندسيا حسب ملاحظة لوشاك Lochak (1994، ص. 10-11)، فإنّه تمّ تسجيل حدوث تحوّل أشبه ما يكون بالقطيعة في نمط النّمذجة الرياضية المستخدمة في دراسة الظواهر الفيزيائية. هكذا، مثّلت هذه المرحلة البدايات الفعليّة لسيطرة النموذج الجبري في التّشكيل الرياضي للفيزياء. نتيجة لذلك، ظهر بشكل جليّ التّواجد التّدريجي المتزايد للمعادلات الجبرية في محتويات كتب الفيزياء الصادرة بالتقريب خلال الرّبع الأخير من القرن الثامن عشر.

فبالنّظر إلى أهميّة هذه النّقلة النّوعية في نمط التّشكيل الرياضي للعلاقات الفيزيائية، نتطرّق فيما يلي إلى تحليل موجز لمختلف الجوانب ذات الصّلة بالصّياغة الجبرية للعلاقات الفيزيائية حيث أنّه من خلال هذا العرض الإبستمولوجي و التّاريخي للنّمذجة الجبرية لعلاقات النّظريات الفيزيائية، نسعى إلى استنتاج بعض المميّزات الأساسية للرّموز الحرفية للمقادير الفيزيائية و للمعادلات الجبرية الناتجة من عملية الصّياغة الرياضية للتّعريفات و للقوانين الفيزيائية.

4. سيرورة النّمذجة الجبرية للعلاقات الفيزيائية و الصّعوبات المصادفة

1.4 الطابع «الثوري» للنّمذجة الجبرية للعلاقات الفيزيائية

إنطلاقا من نهاية النصف الأول من القرن 18 م، تقهقر استخدام المستقيمات و الدوائر و الأقواس في تحليـ الظواهر الفيزيائية و استبدلت هذه الأدوات الهندسية بمعادلات رمزية. في هذا الشأن، يرى

ليفي- لوبلان Lévy- Leblond (1998، ص. 76) أنّ هذا التّغيير النوعي الهام في توظيف الأدوات الرياضية لتحليل الظواهر الفيزيائية يمثّل « ثورة ثانية» تلت تلك التي دشّنها غاليلي في بدايات القرن 17 م و التي أكّد من خلالها على الارتباط الوثيق بين الرّغبة في فهم الظواهر الطبيعية و ضرورة اللجوء إلى توظيف الأداة الرياضية لأنّ، حسبه، تتميّز بنية الكون بطابعها الرياضي في شكله الهندسي بالتحديد. بشكل أكثر وضوحا، تفسّر الخاصيّة الثورية لتطبيق النّموذج الجبري في الفيزياء بالتّوافق المثالي للجبر مع مسعى الفيزيائي الهادف إلى البحث عن العلاقات الكمّية التي تختص بها ظواهر المادة العاطلة و بالتّالي صياغتها بشكل متوافق مع الطابع الكمّي المميّز للفيزيـاء (إسرائيل Israël، 1996).

ما يدعّم أكثر الأهميّة الكبيرة لقدرة الجبر على التعبير على الجوانب الكميّة للظواهر الفيزيائية هو ضرورة التمحيص التّجريبي للنّظريات الفيزيائية و ذلك بمقارنة الاستنتاجات العددّية المنبثقة عن هذه النّظريات بالمعطيات الواقعية. بعبارة أخرى، تسمح المعطيات العددية الناتجة من التعامل بالمعادلات الفيزيائية ذات الشكل الجبري بإمكانية اختبار مدى دقّة النّظريات الفيزيائية وذلك من خلال توافق تصريحاتها التّي تتمثّل في استلزاماتها النظرية مع ظواهر المجال الفيزيائي المعني بالدراسة.

في سيرورة النّمذجة الجبرية للعلاقات الفيزيائية، نتساءل حول مدى تلاؤم مفردات اللّغة العادية للصياغة الرياضية لهذه العلاقات. بعبارة أخرى، هل هناك مانع منطقي من أن يعبّر الفيزيائي على العلاقات الفيزيائية بمعادلات تحتوي أطرافها على أسماء المقادير الفيزيائية كأن نصيغ محتوى قانون الثقل بالعبارة الأدبية: قوّة الثقل= *كتلة* الجسم جداء *التسارع* الأرضي أو نكتب قانون جول الخاص بتحويل الطّاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية باستعمال المعادلة اللغوية التالية: *كميّة الطّاقة الكهربائية المحوّلة إلى طاقة حرارية في مقاومة كهربائية يجتازها تيارا كهربائيا = قيمة المقاومة الكهربائية* جداء مربع *شدّة التّيار الكهربائي المار عبر المقاومة الكهربائية* جداء *المدّة الزّمنية لمرور التيار الكهربائي في هذا النّاقل الأومي* ؟

2.4 صعوبات استخدام مفردات اللّغة العاديّة في الصّياغة الجبرية للعلاقات الفيزيائية

حسب الموسوعة العلمية (الطّبعة بالفرنسية، سنة 1985)، يتضمّن التّشكيل الرياضي لمجموعة من المعارف تقديم المعطيات المعنيّة على شكل نظريات علمية التي تؤسّس وفق أنظمة شكلية متجانسة مؤلّفة من مسلّمات و قواعد استنتاجية منطقيّة.

يظهر، إذن، أنّ أساس النّمذجة الرياضية هو تحقيق التّجانس الداخلي لمكونات النظام المجرّد الذي تمّ تأسيسه وفق قواعد منطقية حيث لا يمكن قبول استنتاجات متناقضة مع المسلّمات الأوليّة التي تكوّن

أسس بناء النظام المجرّد المشكّل رياضيا.

إنطلاقا من هذا التعريف العام لمفهوم التّشكيل الرياضي، بامكاننا القول أنّه من الناحية المبدئيّة هناك إمكانية القيام بالتّشكيل الرياضي للعلاقات الفيزيائية باستخدام كلمات اللّغة العادية. لكن، عمليا تعيق هذه المفردات الأدبية النّمذجة الجبرية للقوانين و للتعريفات الفيزيائية حيث تفسّر هذه العرقلة بعدم توافق الطبيعة الشّكلية و الدّلالية لهذه الكلمات مع متطلبات الدقّة الضرورية لضمان الأداء المناسب لهذه الأنظمة الشّكلية. بعبارة أكثر تفصيلا، تتميّز الكلمات التي تتألف منها اللّغة الأدبية في أغلب الأحيان، بتعدّد المعاني حيث نجد عادة معنا أساسيا أو أوّليا و معنا عرضيا أو ثانويا و معنا مجازيا حيث تكون كلّ دلالة من هذه الدّلالات مرتبطة بالسّياقات اللغوية التي تستخدم فيها هذه المفردات. نتيجة لذلك، هناك احتمال كبير أن يؤدّي عدم التّوافق- و حتى التّناقض أحيانا- لمدلولات هذه الكلمات مع محتوى النّظريات الفيزيائية إلى حالة إنسداد نتيجة ضعف البناء المنطقي للّغة الأدبية في حالة استخدامها كأداة في التّشكيل الجبري للعلاقات الفيزيائية.

من جهة أخرى، تتميّز كلمات اللّغة العادية بنوع من الثقل في التّعامل معها في حالة استعمالها في الصّياغة الرياضية للمعادلات الفيزيائية لأنّ البنيّة التخطيطية المركبّة لها و التّي نتجت من تعدّد الحروف المكوّنة لهذه الكلمات يجعل منها أدوات دلالة غير مناسبة لمطلب ضرورة توفر الخفّة و السّلاسة لتحقيق الفعّالية العمليّة للمعادلات الجبرية لأنّ الفيزيائي يرغب دوما في الحصول على معادلات حرفية يستخدمها كأدوات ذات مرونة معتبرة في دراسة العلاقات بين المقادير الفيزيائية المميّزة لكلّ ظاهرة و أيضا في الحساب الكمّي لهذه المقادير.

و منه، تبرز من هذه المتطلّبات الموضوعيّة حتمية لجوء الفيزيائيين إلى استخدام نمط كتابة آخر بديل للكلمات العاديّة لتحقيق صياغة مناسبة و فعّالة للعلاقات الفيزيائية.

3.4 العلاقة التلازمية بين النمذجة الجبرية و التّعبير الرمزي على العلاقات الفيزيائية

بشكل عام، يمكننا أن نقول أن التّرميز هو نمط محدّد لتعيين المضامين و الذّي يشمل في نفس الوقت، سيرورة التّمثيل و أسس النّظام المستخدم في الدّلالة على الأشياء المعنيّة بهذه العملية (ديبوا Dubois، 2001، ص. 16). فعلى هذا الأساس، تحتوي عملية التّعيين الرّمزي على كل من الرّموز الحرفية المختارة و الدّلالات المستهدفة بالتّرميز و القواعد الاصطلاحية المعتمدة في إختيار الرموز.

في ميدان الفيزياء، يؤدي التّعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية إلى الحصول على نظام من الرموز الحرفية اللّسانية - أي المنطوقة - ذات البنية البسيطة في أغلب الأحيان حيث تمثّل هذه الرموز نمطا خاصّا من أدوات التّعيين الدّلالي و الذي يسمح بصياغة رمزية مختصرة و محدّدة لمضامين

العلاقات الفيزيائية.

في الحقيقة، تظهر الأهميّة التّاريخية لعملية التّرميز الحرفي للمقادير الفيزيائية من خلال العلاقة الوطيدة بين هذه العملية و التّشكيل أو الصّياغة الرياضية للعلاقات الفيزيائية. بعبارة أكثر وضوحا، يمثّل تعيّين المقادير الكميّة المميّزة لظاهرة فيزيائية ما بحروف و كذلك تعيّين علاقة «الانتظام» بين هذه المقادير بمؤثّر رياضي المرحلة الأولى الضّرورية لصياغة العلاقات الفيزيائية على شكل معادلات رمزية ذات شكل رياضي. في هذا الصّدد، أكّد بلانشي Blanché (1967، ص. 49) على متانة العلاقة الرابطة بين مرحلتي التّرميز و النّمذجة الرياضية حيث أوضح بصراحة أنّه بالرغم من التّمييز النظري بين هاتين المرحلتين، إلاّ أنّ الواقع يبيّن أنّ التّرميز قد سهّل بشكل معتبر الصّياغة الرياضية حتّى أصبحت هاتين العمليتين متلازمتين. و عليه، فإنّ النّمذجة الجبرية تستدعي بالضّرورة عملية التّعيين الرّمزي لمضامين العلاقات الفيزيائية.

في هذا الإطار، يشكّل تاريخ الفيزياء مثالا حيّا على التّرابط الوثيق بين النّمذجة الرياضية و استخدام رموز حرفية و غير حرفية لتعيّين المقادير و المتغيّرات و المؤثرات الرياضية التّي تربط بين المقادير المميّزة للعلاقات الفيزيائية المراد كتابتها على شكل معادلات جبرية.

ففي موضوع الخصائص المميّزة للّغة الجبرية المستخدمة في الفيزياء، أكّد بلانشي Blanché (1955، ص. 56) على قدرة الرّموز الحرفية لهذه اللّغة الرياضية على التّعيين الدّقيق لمحتوى المقادير الفيزيائية المستهدفة و ذلك بإقصاء كلّ المعاني الأخرى الممكنة باستثناء المدلول الفيزيائي المختار تمثيله بكل رمز من هذه الرّموز الحرفية.

من الجانب آخرالتواصلي، يساهم التّعيين الدّقيق لمدلول الرموز الحرفية المختارة لتمثيل المقادير الفيزيائية المعتمدة في تسهيل التّواصل العلمي بين المتدّخلين في مجالي البّحث والتّعليم بالأخص حيث يتحقّق ذلك بالدّقة العلمية المطلوبة لأنّ المضمون الفيزيائي لكل معادلة رمزية يكون محدّدا.

فعلى ضوء التّوافق الملاحظ بين المهتمّين بفلسفة المعرفة العلمية حول عدم تلاؤم مفردات اللّغة الأدبيّة للتّعبير على العلاقات الفيزيائية، فإنّ الحل يكمن إذن في النّمذجة الجبرية للقوانين و للتعريفات الفيزيائية حيث أنّ هذه العملية الهامة تتطلّب المرور بالضرورة على مرحلتي التّرميز الحرفي للمقادير الفيزيائية التّي تخص الظاهرة الفيزيائية المدروسة و تعيّين العلاقة الرابطة بين هذه المقادير بمؤثرات رياضية.

تلخيصا لما سبق، نرى أنّ اللّغة الرياضية الجبرية قد أدّت دورا حاسما في التكفّل بمتطلّبات الدقة و الفعّالية و الحياد الدلالي التي يقتضيها التعبير على مضامين العلاقات الفيزيائية حيث تحقّق ذلك من

خلال التّمثيل الرمزي لكل من المقادير الفيزيائية و العلاقة التي تربط بين هذه المقادير.
بالنظر لأهمية التطور التاريخي للّغة الجبرية في الرياضيات و أثرها المباشر على سيرورة التّشكيل الجبري للعلاقات الفيزيائية، نتطرّق فيما يلي إلى تحليل مختصر للعلاقة التّفاعلية بين تطـوّر الجبر و تسارع وتيرة التعبير على التعريفات و القوانين الفيزيائية بصيغ جبرية.

4.4 ارتباط النّمذجة الجبرية للعلاقات الفيزيائية بتطوّر الجبر

1.4.4 لمحة تاريخية حول تطوّر الجبر

- حالة الجبر قبل القرن 15 م

رغم السّيطرة البارزة للهندسة خلال المرحلة الإغريقية، ظهرت في هذه الأثناء ملامح جزئية لاستخدام جبر متميّز و أوّلي. من بين الرياضيين الذّين مارسوا هذا النوع من الجبر « نصف المجرّد»، نجد كل من ديوفانت و هيبارك و ميلالايوس. ففي هذا النّمط الأولي من الجبر، تمّ استعمال محدود لرموز حرفية متمثلة في الحروف الهجائية للغة اليونانية لتعيّين الأعداد و الكمّيات الهندسية (كاجوري Cajori،1928، جزء 2، ص.2).
خلال مرحلة الحضارة الاسلامية، عرف الجبر تطوّرا هاما حيث أشار إلى هذا التحـول الإيجابي البارز كل من دهان- دلماديكو و بايفـر Dahan-Dalmedico et Peiffer (1986، ص. 22) من خلال تأكيدهما على المساهمة الحاسمة لكبار الرياضيين العرب مثل الخوارزمي في إنشاء هذا الفرع من الرياضيات و الذي مثّل، في آن واحد حسبهما، تقنية لوغاريتمية و فن الحساب العددي. في هذا الاتجاه، اعتبر جبّار (2001) أنّ الخوارزمي (780 م ، 850 م) هو مؤسّس الجبر المعاصر. فبالرغم من أنّ كتابه المشهور: *تـدقيق حـول الحسـاب و المقابلة* لم يشمل على رموز حرفية، إلاّ أنّ الخوارزمي تمكّن من وضع هذا الفرع الجديـد من الرّياضيات المسمى الجبر في إطاره الصحيـح و الذي يعنى بالبحث عن الكمّيات أو المقادير المجهولة من خلال استخدام المعادلات بهدف التّحديد الكمي لهذه المقادير التّي تضمنتها مختلف المسائل المصادفة في التعاملات بين الأفراد.

- دور فيات Viète في تأسيس الجبر الرمزي

برأي العديد من المهتمّين بتاريخ العلوم، شهدت بداية القرن 16 م الانطلاقة الجادّة في التعبير الرّمزي على المضامين العلمية (روسموريديك Rosmorduc، 1979/ دهان- دلماديكـو و بايفـر -Dahan- Dalmedico، Peiffer، 1986). بعبارة أكثر دقّة، عرفت الفتـرة الممتـدة ما بيـن 1591 م و 1637 م القطيعة التاريخية التّي سمحت حسب سرفاتي Serfati (1998، ص. 239- 240)، بالمرور من التعبير اللّغـوي إلى الاستخدام شبه الكلي للحروف كرموز للمقادير المستخدمة في العلاقـات

دالرّياضية. في هذا التحول الهام للجبر، أدّى فيات Viète (1540 م- 1603 م) دورا حاسما حيث أنّه على أساس هذه المساهمة الكبيرة له، اعتبر كلّ من فروند Freund (1906) و تاتون Taton (1969) فيات كمخترع للجبر الرّمزي المعاصر. ففي كتابه المعنون *In Artëm Anelgtican Isagoge* المنشور سنة 1591 م، ظهر جلّيا حسب كولوريس Colerus (1937، ص. 134)، تجسيد هذا التّحول النّوعي في كتابة الجّبر وذلك من خلال استغنائه الكلّي عن توظيف المفردات اللّغوية وبالتّالي الارتقاء بالجبر إلى درجة عالية من التّجريد باستعمال المعادلات الرمزية. ففي هذا الانتقال النّوعي من التعبير اللّغوي إلى الصّياغة الرمزية، وظّف فيات الحروف اللاتينية ذات نمط الكتابة الكبيرة لتعيين المتغيّرات العددية. كما أسند هذا الأخير دور تمثيل المقادير المجهولة للحروف اللاتينية الخاصة بالتّصويت voyelles. أمّا الحروف اللاتينية الصمّاء consonnes، فاستعملها كرموز للمقادير ذات القّيمة العددية المعلومة.

كما تجدر الإشارة إلى أنّ مؤرخي الجّبر قد لاحظوا أنّ فيات قد أخذ بعين الحسبان لمبدأ التّجانس البّعدي في الحسابات التي أنجزها باستخدام المعادلات الجبرية حيث أنّه لجأ بشكل منتظم إلى إظهار وحدات قياس كل مقدار محسوب اعتمادا على تطابق أبعاد طرفي هذه المعادلات.

لكن، بالرغم من حصول هذا التطوّر الهام، بقي الجبر الرمزي حبيس صعوبات متعدّدة أدّت إلى عرقلة تعميم الاستفادة من فعّاليته العملية لايجاد الحلول لمختلف المسائل المطروحة في واقع الأفراد.

- إشكالية نقص الرّموز المعيّنة للمؤثّرات الرياضية

من المعروف أنّ المعادلات الجبرية تتكوّن من رموز المقادير الرياضية و التي ترتبط فيما بينها بمؤثرات رياضية حيث يسمح استعمال هذه المعادلات بالبحث على القيم العددية للمقادير المجهولـة و ذلك بالأخذ بعين الاعتبار للمعطيات المتوفّرة الخاصة بالمقادير المعلومة القيمة.

تاريخيا، تميّز الجبر المعروف خلال القرن 16 م بثقل و عطالة محرجين حسب فيريو- ريموند Virieux- Reymond (1972) نتيجة عدم التوصّل إلى اختراع رموز المؤثرات الرياضية التي تربـط بين الرموز الحرفية للمقادير في المعادلات الجّبرية حيث يتمثّل الدليل على هذا النقص المعيق لتقدّم الجبر في عدم وجود رموز العمليات الأساسية الأربعة الضرورية لإجراء الحسابات. ففي هذه الفترة الزمنية، جرت العادة على استخدام الكلمات اللاتينية للتعبير على هذه العمليات. على سبيل المثال لا الحصر، تمّ توظيف الكلمة اللاتينية alqualis في التعبير على المساواة.

فعلى ضوء هذه الممارسات المألوفة، فإنّ استعمال الكلمات في صياغة المعادلات الجبرية عرقل بشكل واضح فعّالية الجبر لأن المستخدمين للجبر في هذه المرحلة الزمنية كانوا مضطرين إلى تمثيل كل عملية جبرية منجزة بكلمة أو رمز حرفي مختصر جديد، ممّا أدّى في نهاية كل عملية جبرية إلى

كثرة الرموز المتواجدة في هذه المعادلات. و عليه، أصبح من الضّروري بذل مجهودات لتجاوز هذه العوائق و لاعطاء الجبر الخفّة المطلوبة.

- اختراع رموز المؤثرات الرياضية و التأسيس النهائي للجبر الرمزي

عرف القرن 17 م تقدّما هامّا للجبر من خلال تجاوز إشكالية عدم وجود الرموز التّخطيطية -أي غير الحرفية- للعمليات الجبرية. كما تدعّم هذا التطور أكثر من خلال توحيد و تعميم استعمال الرموز المخترعة في كتابة المعادلات الجبرية من طرف أغلب المتدخلين في مجال هذا الفرع الجديد من الرياضيات. هكذا سمحت القفزة النّوعية التي تمّ تحقيقها بحصول الجبر على الخفّة الضّرورية لاكتساب الفعّالية العملية المبحوث عليها و ذلك بالتخلص من العطالة الناجمة من تعيين المؤثرات الرياضية الرابطة بين متغيّرات المعادلة الجبرية بمفردات اللغة الأدبية أو باختصارات حرفية لها.

فيما يخص اختراع رموز العمليات الجبرية الأربعة، ظهرت إشارة الجمع (+) حوالي سنة 1600 م. قبل هذا التاريخ التقريبي، فإن هذه العملية يستدلّ عليها بوضع الكميات المراد جمعها جنبا إلى جنب. في ما يتعلّق بإشارة الضرب، يعود اختراع إشارتها التخطيطية الحالية (x) إلى أوغرايد Ougread سنة 1631 م. كما أنّ هذه العملية اختار لها هاريو Harriot علامة النقطة (.) للدّلالة عليها. هذه الازدواجية في تاريخ تعيين عملية الضرب تفسّر التّواجد الحالي لهاتين الإشارتين في تمثيل هذه العملية في المعادلات الجبرية.

في نفس الإطار، أوضح فروند Freund (1906) أنّ عملية القسمة تمّ تعيينها بالعلامة (/) الموروثة عن العلوم العربية حيث بالموازاة مع توظيف هذا السطر الفاصل بين كمّيتين لتعيين عملية القسمة، أشار تاتون Taton (1969) إلى استخدام لايبنيز لأول مرّة علامة النقطتين (:) لتمثيل هذه العملية.

بدوره، ساهم ديكارت بشكل ملحوظ في تطوير الجبر الرمزي الخاص بالقرن 17 م (إسرائيل Israël، 1996، ص. 118) حيث استعمل هذا الفيلسوف الرياضي و الفيزيائي الحروف الأولى الموجودة في مقدّمة القائمة الهجائية (a,b,c,d) مكتوبة كتابة صغيرة لتمثيل كمّيات معلومة و الحروف (x, y, z) التي تختم بها القائمة الهجائية لتعيين الكمّيات المجهولة المبحوث عليها حيث تمّت ملاحظة هذه النّقلة النّوعية حسب فروند Freund (1906)، في سنة 1637 م في كتابه المشهور: حول *الهندسة*.

و عليه، يظهر من تحليل تاريخ ظهور الجبر الرمزي أنّ ديكارت و لايبنيز و هاريو قد أدّوا دورا أساسيا في إعطاء الشكل النهائي لهذا الفرع الجديد من الرياضيات و ذلك بتكملة المسار المؤسّس من طرف الخوارزمي و الذي أعطاه فيات دفعة قويّة من خلال تعميم استخدام الرموز الحرفية و أخيرا تمّ التخلص من المؤثرات الرياضية اللغوية عن طريق اختراع رموز تخطيطية لها من طرف مجموعة من مشاهير الرياضيين.

فقد مكّنت كل هذه الجهود من التوصّل إلى صياغة فعّالة للمعادلات الجبرية حيث شهدت بداية القرن 18 م اكتساب الجبر لاستقلاليته التّامة و ذلك بتخلّصه النهائي من استخدام مفردات اللغة الأدبية في كتابة معادلاته و بالتالي حصوله في سنوات بداية القرن 18 م حسب تعليق دهان- دلماديكو و بايفر Dahan- dalmedico et Peiffer (1986، ص. 111) على «*صفتـه الشرفيـة*».

بالنظر إلى بلوغ الجبر أعلى مستوياته التّجريدية، فإنّه من المتوقع أن يكون تأثير ذلك واضحا في مجال الفيزياء من خلال إمكانية لجوء الفيزيائيين إلى استعمال هذه الأداة الرياضية الجاهزة في الصياغة الرمزية للقوانين و للتّعريفات التي تشكّل المادة الأساسيّة لبناء النظريات الفيزيائية.

2.4.4 تطوّر الجبر و تأثيره على الصياغة الرمزية للعلاقات الفيزيائية

في البداية، نشير إلى أنّ تطبيق المقاربة الجبرية في تحليل الهندسة أدّى إلى ظهور فرع جديد من الرياضيات يدعى بالهندسة التحليلية حيث يمكن اعتبار هذه الخطوة كنقلة نوعية مميّزة لتاريخ الرياضيات. ففي هذه المقاربة التحليلية الجديدة، أوضح إسرائيل Israel (1996) أنّ الجبر شكّل لديكارت الأداة المناسبة بامتياز لدراسة العلاقة بين المقادير الهندسية من وجهة نظر تحليلية لا تركيبية حيث يتمّ فيها المعالجة العددية للمسائل الهندسية باستخدام المعادلات الجّبرية .

في مجال الفيزياء، عرف الجبر استخداما متزايدا من طرف مشاهير علماء فيزياء نهاية القرن 18 م حيث نتج من هذا الإستعمال الملاحظ للجبر في تحليل الظواهر الفيزيائية تردي و تقهقر تدريجي لقوّة المقاربة الهندسية الإقليدية التي سيطرت خلال القرنين 17 م و 18 م على دراسة الفيزياء و الإطاحة بها في نهاية المطاف. فعلى نمط الهندسة التحليلية، ألّف العديد من الفيزيائيين كتبا أين اعتمدوا فيها بشكل أساسي على المقاربة التحليلية - الجبرية في دراسة الظواهرالمتعلقة بمختلف مجالات الفيزياء. أكثر من هذا، فقد أظهروا في العناوين التي اختاروها لكتبهم تركيزهم على هذه المقاربة التحليلية لدراسة مضامين الفيزياء مثل الظواهر الميكانيكية و الضوئية و الحرارية.

على ضوء هذا التحول الهام، يمكن القول أنّ دراسة الظواهر الفيزيائية قد دخلت طورا جديدا أين شغل التحليل و الجبر مكانة هامّة حيث لا يمكن للفيزيائي الاستغناء عنهما (لوشاك Lochak، 1994). فنتيجة لاستبدال المقاربة الهندسية بالطريقة التحليلية- الجبرية في دراسة الظواهر الفيزيائية، نتج عن هذا التحوّل احتلال المعادلات الرمزية لمساحات هامّة في محتويات كتب الفيزياء المنشورة بداية من نهاية القرن 18 م حيث أنّه أصبح من غير الممكن تصوّر غياب هذه الصيغ الحرفية في تحليل مضامين مختلف مجالات الفيزياء لأنّ توظيف الجبر سمح للفيزيائيين من النّمذجة الرمزية المختصرة للعلاقات الفيزيائية.

بعد تقديم هذه اللمحة الموجزة حول تاريخ تطوّر الجبر و تأثيره في إسراع وتيرة الصياغة الجبرية لقوانين و لتعريفات النظريات الفيزيائية، نحاول فيما يلي استنتاج أهمّ مميّزات الرموز الحرفية للمقادير الفيزيائية و كذلك استخلاص أبرز خصائص المعادلات الرّمزية التي تعبّر على العلاقات الفيزيائية.

5. الخصائص الأساسية لرموز المقادير الفيزيائية و للمعادلات الجبرية للفيزياء

1.5 المضمون المفهوماتي الخصب للرموز الحرفية للمقادير الفيزيائية

باعتبارها الأداة التي يستخدمها الفيزيائي في التّشكيل الرياضي للعلاقات الفيزيائية، تتميّز الرموز الحرفية للمقادير الفيزيائية بالثّراء المفهوماتي conceptuel حيث تتجسد هذه الخاصية الهامة في تجميع هذه الرموز لمختلف الجوانب التي تختص بها الظواهر الفيزيائية. فإضافة إلى الخاصية المتعلقة بالطابع الرياضي « كمتغيّر» للرموز الممثلة للمقادير الفيزيائية (بانج Bunge، 1975، ص. 52)، تشمل هذه الرموز الحرفية على أبعاد أخرى ذات صلة بالظواهر الفيزيائية المدروسة. من بين هذه الأبعاد، نجد الجوانب الكمّية quantitatif الخاصة بالقّيم العددية لرموز المقادير المعيّنة في المعادلات الفيزيائية و كذلك الميزة البعدية dimensionnelle لهذه الرموز الحرفية التي نعبّر عليها من خلال وحدات القياس المعتمدة من طرف المكتب العالمي للأوزان و للقياسات.

بالإضافة إلى الخصائص الأساسية الثلاثة السابقة، نشير أيضا إلى الجانب العلاقاتي relationnel الذي يربط كلّ رمز حرفي ببقيّة الرموز الموجودة في نفس الصيغة أو العبارة الفيزيائية. بعبارة أخرى، يمكن القول أنّ هناك شبكة روابط ديناميكية بين مختلف الرموز الحرفية المكوّنة للمعادلات الفيزيائية حيث أنّ أي رمز من الرموز الحرفية المستعملة في صياغة علاقة فيزيائية يكون غير معزول عن بقيّة الرموز الأخرى في تلك المعادلة الفيزيائية. في هذا الشأن، مقارنة بالرموز الرياضية المجرّدة، أوضح ليفي- لوبلان Lévy- Leblond (1998، ص. 75) أنّ الحروف التي نستعملها عادة في تمثيل المقادير الفيزيائية هي عبارة عن «مكدّسات دلالية» لأنّها تخزّن في طيّاتها عدّة جوانب مميّزة للمقادير الفيزيائية التي تخص القانون أو التعريف المصاغ على شكل عبارة رمزية.

فعلى ضوء مجموع هذه الخصائص، نؤكّد على الطابع الخصب لمحتوى الحروف المستخدمة في التّعيين الرمزي للمقادير الفيزيائية و التي تتجاوز الجانب الشكلي للعبارات الرياضية المجرّدة لأنها تعنى ببلورة الجوانب المفهوماتية و العلاقاتية و البّعدية المرتبطة بالمقادير الفيزيائية التي تمّ تمثيلها بهذه الرموز الحرفية.

2.5 التّعيين الدّقيق للمضامين الفيزيائية و سرعة تبادل المعلومات باستخدام الصيغ الرمزية

يرتكز الأداء الفعّال للغة الرمزية المستخدمة للتّعبير على العلاقات الفيزيائية على الاختيار الذي ينبغي أن يكون صريحا و محدّدا لرموز المقادير الفيزيائية و كذلك للإشارات التخطيطية التي تمثّل العلاقة الرياضية بين هذه المقادير المميّزة للظاهرة الفيزيائية موضوع الصياغة الجبرية.

مبدئيا، تتميّز الرموز الحرفية للمقادير الفيزيائية بأحاديتها الدّلالية و ذلك بالنظر إلى عدم وجود مضمونا آخر أو دلالة أخرى لها باستثناء المدلول الفيزيائي المستهدف تعيينه بهذه الحروف من طرف الفيزيائيين. ينتج من هذه الأحادية الدّلالية فعّالية عملية لهذه الرّموز الحرفية في أداء دورها التّعييني للمضامين الفيزيائية و بالتالي فهي تساهم بشكل أساسي في الصّياغة الرمزية الدّقيقة لمحتويات القوانين و التعريفات الفيزيائية.

في هذا الإطار، يمكن الحديث على شفافية مدلول العلاقات الفيزيائية المصاغة رياضيا لأنّ محتواها الفيزيائي يكون واضحا و لا مجال لتأويله حيث تؤدي هذه الشّفافية إلى اكتساب المعادلات الفيزيائية لقدرة مؤّكدة و سرعة واضحة في توصيل المعلومات الفيزيائية و كذلك إلى تحقيق سهولة معتبرة في تبادل تلك المعطيات بين المتدّخلين في مجالي البحث و تدريس محتويات هذه المادة العلمية.

كمثال لهذه الخاصية الهامة، أشار فاينمان Feynman (1971، ص. 43) إلى «السرعة الخارقة» للرموز الحرفية في نقل و إيصال المضمون الفيزيائي لقانون التجاذب العام لنيوتن للمتعلمين مثلا باستخدام العبارة الرياضية المألوفة ($F= k.m1.m2/r^2$).

إذن، يمكن القول أنّ أحادية التّعيين الدلالي التّي تختص بها الرموز الحرفية المختارة عادة لتمثيل المقادير الفيزيائية تولّد عنها التّحديد الدّقيق لمدلول كلّ رمز حرفي و إلى تمكين الفيزيائيين و المتعلمين من فهم و تبادل مضامين المعادلات الرمزية للفيزياء بسرعة معتبرة لأنّ إعطاء معنى أحادي لكل رمز حرفي مستخدم في العبارات الفيزيائية يستلزم حتما إبعاد التأويل في فهم مضامينها.

3.5 الخاصيّة الموجزة لرموز المقادير الفيزيائية و سلاسة استخدام المعادلات الفيزيائية

تسمح المقارنة بين مفردات اللغة الأدبية و الرموز الحرفية المختارة لتعيين المقادير الفيزيائية باستنتاج خاصية الإيجاز و الإختصار لهذه الحروف. ففي النمذجة الجبرية للعلاقات الفيزيائية، تؤدي هذه الميزة الهامة إلى تقوية فعّالية اللغة الرمزية المعتمدة تاريخيا في ميدان الفيزياء.

في هذا الشأن، مستعملا أسلوبا مجازيا، اعتبر إنشتاين و أنفلد Einstein et Infeld (1963، ص. 33) أن الرياضيات وفّرت طريقا مختصرا و سمحت بالوصف الفيزيائي الدّقيق للحركة باستخدام حجما من الحبر أقل بكثير من الكميّة اللاّزمة لكتابة جملة واحدة و هذا تأكيدا للخاصية الموجزة لرموز

المقادير الفيزيائية.

من جانب آخر، يكون للطابع المختصر للرموز الحرفية المختارة لتعيين المقادير الفيزيائية الأثر الواضح على المعادلات الفيزيائية التي تستخدم فيها هذه الرموز حيث يتمثّل هذا الأثر في السّلاسة و التّعاملية السهلة maniabilité بالعبارات الفيزيائية المصاغة رياضيا. فهذه الخاصيّة المهمّة و المشتركة بين المعادلات الرياضية و الفيزيائية تسمح حسب سارفاتي Serfati (2005، ص. 398)، للغة الرمزية بتمثيل كميات هامّة من المعطيات العلمية في معادلات وجيزة. كما أنّها تتيح أيضا للفيزيائي إمكانية تنفيذ سلسلة من العمليات المتتالية في عدد محدود من الأسطر.

4.5 مساهمة رموز المقادير الفيزيائية في تكثيف مضمون المعادلات الفيزيائية

باعتبارها محصّلة لسيرورة الترميزالحرفي و النّمذجة الرياضية للعلاقات الفيزيائية، تعتبر المعادلة الرمزية في الفيزياء كنمط كتابة مختصرة لبلورة مختلف جوانب و مكوّنات الظواهر الفيزيائية. بشكل مفصّل، يمكن القول أنّ اقتران خصائص الرّموز الحرفية للمقادير الفيزيائية بعلاقة الانتظام الرّابطة بين هذه المقادير يؤدي إلى الحصول على عبارات مختصرة على شكل معادلات رمزية حيث تجسّد هذه المعادلات الفيزيائية « تكتّل» لكميات معتبرة من المعطيات الفيزيائية الخاصة بالظواهر المدروسة. و عليه، يمكننا القول أنّ الصّيغ الرمزية للفيزياء لها مضمون مكثّف متشكّل من معطيات نوعية و كمية خاصّة بالعلاقات الفيزيائية.

في الواقع، يمكن ربط المحتوى المكثّف لمعادلة رمزية في الفيزياء بالطبيعة الذاتية للغات الرمزية. فبخصوص هذه الطبيعة الذاتية للغات الرمزية، أوضح سارفاتي Serfati (2005، ص. 398) أنّ الكتابة الرمزية بشكل عام بمقدورها تمثيل كمّيات معتبرة من المعطيات و تتضمّن الكثير من العمليات و التعليمات الكامنة التي يمكن أن تنفّذ على المعادلات الفيزيائية. فتأكيدا على كثافة محتوى المعادلات الفيزيائية، أوضح هذا المؤلّف أنّ عدد العمليات الرياضية التي يمكن أن تخضع لها العبارات الرمزية للفيزياء يتجاوز كثيرا عددها الذي تتقبّله العبارات اللغوية المماثلة حجما للصّيغ الرمزية للفيزياء.

فبشكل أكثر وضوحا، يمكن القول أنّ المحتوى المكثّف للمعادلات الرمزية للفيزياء يتجسّد في تضمّنها للجوانب التالية:

- مضمون مفهوماتي ثريّ متعلق بالجوانب الفيزيائية للمقادير المعنيّة بالترميز الحرفي،
- علاقة رياضية معبّرة على انتظام حدوث الظاهرة الفيزيائية التي تمّت صياغة قانونها على شكل معادلة رمزية حيث قد نترجم هذا الانتظام على شكل علاقة تناسب طردي أو عكسي بين قيّم المقادير الفيزيائية التّي تمّ تمثيلها برموز حرفية في هذه المعادلة الفيزيائية،

- محتوى خاص بأبعاد المقادير الفيزيائية الممثّلة رمزيا في المعادلة الفيزيائية و ربط وحدات القياس المشتقّة بالوحدات الأساسية المعتمدة رسميا في النظام العالمي للأوزان و للقياسات.

بالإضافة إلى الجوانب السابقة، تشكّل الصيغ الرمزية في الفيزياء تكديس لأعداد هامّة من المعطيات الكميّة الدقيقة و المقبولة في مجال صلاحية العلاقة الفيزيائية (ديهام Duhem، 1914). كمثال توضيحي لهذه الخاصيّة البارزة لكل المعادلات الرمزية في الفيزياء، نتطرّق لقانون أوم المصاغ عادة بالعبارة الرمزية U=R.I. في الواقع، فإنّ كل من الرموز الحرفية (U) الممثّلة للتوتر الكهربائي و (I) المعيّنة لشدّة التيار الكهربائي تمثّل أعدادا معتبرة من القيم العددية الممكنة للثنائيات (توتر كهربائي، شدة التيار الكهربائي) (U، I) الممكن تحقيقها تجريبيا في دراسة تغير التوتر الكهربائي بدلالة شدّة التيار الكهربائي الذي يجتاز المقاومة الكهربائية التي عيّنت بالرمز الحرفي (R) و هذا بشرط عدم تجاوز مجال صلاحية هذا القانون حيث يجب استخدام شدات تيار أصغر من الشدّة الحدّية العظمى التّي تتحملها المقاومة المستخدمة في الدّارة الكهربائية.

كخلاصة لخصائص الرّموز الحرفية المختارة عادة لتمثيل المقادير الفيزيائية و يترتّب عنها من مميّزات للعبارات الرمزية في الفيزياء، يمكن القول أنّ الرموز الحرفية المستعملة في صياغة المعادلات الفيزيائية تتميّز بثراء مفهوماتي معتبر و بإيجاز ملحوظ و وبقدرتها على التّحديد الدقيق لهذه المقادير. كما يتولّد من هذه الخصائص تلاؤم و فعّالية المعادلات الرمزية في دراسة الظواهر الفيزيائية نتيجة أدائها لدور أدوات رياضية مختصرة (بوانكاري Poincaré، 1912). إذن، تترجم كل هذه المعطيات الهامّة الدور الحاسم الذي لعبه النموذج الرياضي الجبري و مساهمته التاريخية في تطوّر الفيزياء حيث يظهر أنّ دور الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية تجاوز جانب الإيجاز و الذي أدّى إلى سهولة و فعّالية معتبرتين في استخدام المعادلات الرّمزية الناتجة من عملية التّشكيل الرياضي للعلاقات الفيزيائية.

فمن خلال تمثيله لمرحلة غير قابلة للاستغناء عنها من مراحل النّمذجة الرياضية للعلاقات الفيزيائية، يبدو أن التّعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية قد بلغ جوهر أداء الأدوات النظرية التي يعتمد عليها الفيزيائيون في دراسة ظواهر المادة العاطلة.

6. دور رموز المقادير الفيزيائية في بناء النّظريات الفيزيائية

1.6 تعريف النّظرية الفيزيائية

يمكن اعتبار النظرية الفيزيائية كنظام متشكّل من مجموعة من الاقتراحات المرتبطة فيما بينها بشكل منطقي و من رموز رياضية بهدف تمثيل المقادير و العلاقات ذات الصّلة بالظواهر الخاصة

بالمجال الفيزيائي المعني بالدراسة حيث يشترط من هذا النظام الشكلي أن يكون له القابلية المسبقة و الدائمة للتّمحيص التجريبي- أي الخضوع إلى اختبار تجريبي- للتأكد من توافق و تلاؤم الاستلزامات المنطقية لعباراته الرياضية مع الواقع الفيزيائي المعني بالنّمذجة الرياضية (ديهام Duhem، 1914/ بانج Bunge، 1975). فإنطلاقا من المبادئ القاعدية للتّشكيل الرياضي للنظريات الفيزيائية، فإنّ هذه النظريات تنظّم وتوحّد، في نسق متجانس، مختلف الظواهر والتعريفات و القوانين المرتبطة بميدان معين من الفيزياء.

بالإضافة إلى دورها في تحقيق تفسير و فهم أعمق للظواهر الفيزيائية (اينشتاين وإنفلد Einstein et Infeld، 1963 / هامبل Hempel ، 1972)، تتميّز النظريات الفيزيائية بقدرتها على التنبّؤ بظواهر و قوانين جديدة و التي ينبغي أن تمر عبر الاختبار التجريبي للتأكد من صحتها.

على سبيل المثال، تمكّنت نظرية التجاذب العام لنيوتن من إيجاد إطار موحّد و متجانس لمختلف القوانين المتعلقة بالسقوط الشاقولي للأجسام و بحركة كل من القذائف و النواسات و الكواكب. كما أنّ هذه النظرية برهنت على دقّتها من خلال مختلف التنبّؤات الخاصة بكسوف الشمس و بخسوف القمر و التي حدثت حسب الأمكنة و الأزمنة المحدّدة مسبقا من طرف علماء الفيزياء الفلكية.

2.6 الارتباط الوثيق بين رموز المقادير الفيزيائية و بناء النّظريات الفيزيائية

تضع المركّبة الرياضية للنظريات الفيزيائية الرموز الحرفية للمقادير الفيزيائية في مركز أدائها الوظيفي حيث تمثّل هذه الرموز الأداة التي تضمن و بشكل دائم العلاقة التأسيسية الرابطة بين النموذج الرياضي المطبّق في دراسة الظواهر الفيزيائية و هذه الوقائع المدروسة. بعبارة أخرى، تؤدي رموز المقادير الفيزيائية المستخدمة في النموذج الرياضي الذّي تؤسّس عليه النظريات الفيزيائية دور رابطة دائمة بين هذا النموذج و الخصائص الكميّة التي تختص بها ظواهر المادة العاطلة المنمذجة رياضيا.

في هذا الإطار، ألّح كل من ديهام Duhem (1914، ص. 134-135) و بانج Bunge (1975، ص. 24) على أنّ المضمون المكثّف للرموز الحرفية تحدّده النظريات الفيزيائية و ذلك من خلال الأخذ بعين الحسبان لكل من للاعتبارات الرياضية و الدّلالية و الفيزيائية لهذه النظريات. إذن، تدمج هذه النظريات التّرميز الحرفي المستخدم لتمثيل المقادير الفيزيائية في جوهر بنيتها، ممّا يؤدي إلى خلق روابط وثيقة بين هذه الرموز الحرفية و مختلف الجوانب المكوّنة للنظريات الفيزيائية. و عليه، يكفي للفيزيائي استخدام هذه المفردات «الرمزية» حسب إلمو Ullmo (1969، ص. 66)، كأساس للتّعامل مع هذه النظريات لأنّ هذه الرموز الحرفية تترجم مختلف خصائص الظواهر الفيزيائية المدروسة. فنتيجة

لهذا، عادة ما يكتفي الفيزيائي بالمعادلات الرمزية لوحدها لتحليل الظواهر الفيزيائية (هايزنبرغ Heisenberg، 1971، ص. 222) لأنّ هذه الصّيغ الرمزية تشمل على كل الأبعاد الضرورية للدراسة الدّقيقة للعلاقات التي تحدث وفقها هذه الظواهر.

لغرض التّوضيح أكثر للتّداخل العميق الموجود بين رموز المقادير الفيزيائية المستخدمة في كتابة المعادلات الفيزيائية و النظريات الخاصة بظواهر هذا المجال العلمي، فإنّ القيّم العددية للحرف (m) الممثّل عادة لكتلة جسم ما لا يقبل إلاّ قيّما عددية موجبة و ذلك وفق نظرية التّجاذب العام لنيوتن لأنّ مجموع الاعتبارات التي أسّست وفقها هذه النظرية تشترط القيّم الوجبة لهذا المقدار الفيزيائي. كما أنّ نظرية الديناميكا الحرارية تجعل من القيم العددية الممكنة للرمز الحرفي (T) الذي يعيّن درجة الحرارة المطلقة موجبة دوما.

إذن، من المعقول التّأكيد على أنّ الرموز الحرفية المختارة لتمثيل المقادير الفيزيائية تسمح بالرّبط بين خصائص الظواهر الفيزيائية و النموذج الرياضي الجبري المطبّق في دراسة هذه الظواهر، ممّا يسمح للفيزيائي بالدراسة الكيفية و الكميّة لهذه الظواهر بالاكتفاء بالعبارات الرمزية التي تحصّل عليها من عملية الترميز و التّشكيل الرياضي للقوانين و للتعريفات الفيزيائية.

3.6 مساهمة رموز المقادير الفيزيائية في القدرة التنبّؤية للنّظريات الفيزيائية

بداية، نشير إلى أنّ التنبّؤ بظواهر و بقوانين جديدة يشكّل هدفا أساسيا من بين أهداف النظريات الفيزيائية. فإنطلاقا من هذا التّوضيح، يمكن التّأكيد على وجود إجماع بين مشاهير الفيزيائيين على اعتبار قدرة التنبّؤ لنظرية فيزيائية ما كمعيار رئيسي من المعايير المعتمدة للحكم على مدى قوّة و متانة هذه النظرية.

في الواقع، يربط هؤلاء الفيزيائيين الخاصيّة التنبؤيّة للنظريات الفيزيائية بشكل كبير بدوراللّغة الجبرية في بناء هذه الأطر النظرية حيث أنّ التّشكيل الجبري لعلاقات النظريات الفيزيائية يكسب هذه البناءات النظرية القّوة و السّلاسة و القدرة الاستنتاجية المميّزة للغة الجبرية المستعملة في التّشكيل الرياضي للعلاقات الفيزيائية. على هذا الأساس، يعطي تجانس البناء المنطقي الذي يميّز اللغة الجبرية للنظرية الفيزيائية تناسقا منطقيا و أناقة مثالية لمركباتها التّكوينية (لوشاك Lochak، 1994، ص. 10). فنتيجة لذلك، تكتسب الظريات الفيزيائية الخاصيّة التّوالدية générative التي تختص بها اللّغة الجبرية المستعملة في صياغة علاقات مجال ما من الفيزياء.

نفس الفكرة أكّد عليها بانج Bunge (1975، ص. 50) حيث ربط هذا الأخير قدرة النظريات الفيزيائية على التنبّؤ بظواهر و بقوانين جديدة بالخاصية الاستنتاجية للغة الجبرية المستخدمة في

النّمذجة الرياضية للعلاقات التي على أساسها تقام هذه اظريات حيث فسّر هذا الارتباط بالتهيّؤ أو الاستعداد الكامن و المسبق للغة الجبرية للخضوع لكلّ العمليات المنطقية الممكنة والتي ينتج عنها عادة التوصل إلى إعطاء نتائج جديدة. من هذا المنظور، فإنّ النظريات الفيزيائية تستفيد من قوّة اللغة الجبرية نتيجة تضمّن هذه اللغة الرمزية « لديناميكية لوغاريتمية افتراضية كامنة» حسب ليفي- لوبلان Lévy- Leblond (1998، ص. 75).

في نفس الاتجاه، أكّد دوبروغلي و ديستوش- فيفريي De Broglie et Destouche -février (1951، ص. 158) على جانب الكمال perfection للغة الرمزية الي تبنّتها تاريخيا الفيزياء حيث أنّ الإيجاز و دقّة ضبط مدلول الرموز المختارة لتعيين المقادير الفيزيائية و فعّالية المؤثرات الرياضية التي تربط بين هذه االمقادير كلّها مجتمعة تؤدي إلى توقّع نتائج كمّية من السهل التأكّد التجريبي من صحّتها.

بشكل عام، يمكن تلخيص فكرة التّرابط الوثيق بين القدرة التنبّؤية للنظريات الفيزيائية و الترميز الحرفي لتعيين المقادير الفيزيائية بدور هذه الرموز الحرفية في صياغة العلاقات الجبرية التي على أساسها يكون بناء هذه النظريات. فباعتبارها مركّبة أساسية في المعادلات الجبرية، فإن الرموز الحرفية الممثّلة للمقادير الفيزيائية تضع هذه المقادير في صلب النّموذج الجبري المستخدم و بالتالي ينتج من السّلاسة و التّوالدية المميزتين للغة الجبرية الحصول على نتائج عددية جديدة و التي تمثّل تنبّؤات لظواهر أو لقوانين جديدة قابلة للخضوع للتمحيص التجريبي للتأكد من توافقها مع الواقع.

خاتمـة

من خلال اعتماد لغة رمزية ملائمة لترجمة ثراء القوانين و التعريفات الفيزيائية، أكّدت معطيات تاريخ التّشكيل الرياضي للفيزياء على الأهميّة الحاسمة للترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية و مساهمته المعتبرة في عملية الصياغة الموجزة لمحتويات العلاقات الفيزيائية. في هذا الصّدد، مكنت الرموز الحرفية المختارة عادة لتمثيل المقادير الفيزيائية من تجاوز النقائص و التناقضات المرتبطة باللغة الأدبية غير الملائمة لبلورة دقّة و ثراء مضمون العلاقات الفيزيائية.

عمليا، أدّى الترميز الحرفـي للمقادير الفيزيائية إلى الحصول على رمـوز متميّزة بمحتوى فيزيائي محدّد وبكتابة موجزة و بجانب بعدي خاص بوحدات القياس الرسمية للمقادير التي تمّ تعيينها رمزيا.

كما نتجت من استخدام الرموز الحرفية للمقادير الفيزيائية في الصياغة الجبرية للقوانين و للتعريفات الفيزيائية عبارات رمزية مختصرة و غنيّة و محدّدة المضمون الفيزيائي حيث تسمح مجموع هذه الخصائص المميّزة لمعادلات النظريات الفيزيائية باكتساب هذه الأخيرة لقدرة تنبئيّة معتبرة و قابلة للتمحيص التجريبي.

يمكن تفسير القدرة التنبئيّة لهذه النّظريات بالسّلاسة و بالديناميكية التّوالدية الذاتية التّي تختص بها اللغة الجبرية المستعملة في التّشكيل الرياضي للنظريات الفيزيائية.

إذن، بالنّظر إلى الأهمية الابستمولوجية للترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية لكتابة العلاقات الفيزيائية على شكل معادلات رياضية، فإنّ الفيزياء اعتمدت تاريخيا اللغة الجبرية لصياغة تعريفاتها و قوانينها. على هذا الأساس، أشار ليفي- لوبلان Lévy- Leblond (1998) إلى سهولة ملاحظة التّناوب بين الفقرات المحرّرة باللغة الأدبية و العبارات الرمزية ذات الشكل الرياضي في محتويات الكتب و المقالات العلمية للفيزياء و هذا تأكيدا منه على أهميّة توظيف اللغة الجبرية في النّمذجة الرياضية للعلاقات الفيزيائية.

من جانب آخر، نرى أن ارتباط الرموز الحرفية بالمدلولات المستهدفة و التي تتمثل في المقادير الفيزيائية و تشكيلها للغة رمزية في مجال الفيزياء يستدعي منّا القيام بتحليل دلالي لهذه الأدوات الدّالة على المضامين الفيزيائية. بعبارة أخرى، نعتبر أنّ الإحاطة الكافية المطلوبة بمختلف أبعاد الإشكالية المطروحة في هذا البحث يقتضي منّا التطرق إلى توضيح الجوانب الدّلالية للحروف المستعملة عادة في تعيين المقادير الفيزيائية و ذلك بالنظر لأدائها لدور أدوات حاملة للمعاني في اللغة الجبرية المستخدمة في التعبير على العلاقات الفيزيائية.

فمن خلال هذه الدراسة الدلالية، نهدف إلى استنتاج بعض الخصائص المميّزة للعلاقة بين الحروف المختارة في هذه العملية باعتبارها لها صفة الدّال و المحتويات المستهدفة بصفتها مدلولات. فقد يسمح لنا هذا التحليل الدّلالي بالتوصل إلى فكرة أكثر وضوحا لفلسفة التّعيين الرمزي للمقادير الفيزيائية.

الفصل الثاني:

تحليل دلالي للحروف المستخدمة في تمثيل المقادير الفيزيائية

تمهيد

1. عناصر تمهيدية للتحليل الدلالي

1.1 عملية الدلالة و مخططها

2. الخصائص الدلالية للإشارة

1.2 بنية مفهوم الإشارة

2.2 الخاصية العشوائية للإشارة و فعالية التعيين الناجمة عن ذلك

3.2 للاصطلاحية المميزة لمدلول الإشارة

3. المميزات الدلالية لمفهوم الرمز

1.3 التشتت الخاص لمفهوم الرمز و محاولة التركيب

2.3 الخاصية المحفزة للرمز

3.3 البعد التعبيري الوجداني للرمز

4.3 احتمال تحول الرمز إلى إشارة

5.3 ملخص مقارن للخصائص المميزة لكل من الإشارة و الرمز

4. استلزامات متعلقة بالطبيعة الدلالية للحروف المستعملة في تمثيل المقادير الفيزيائية

1.4 الخاصية المنطقية- الرياضية للحروف المعينة للمقادير الفيزيائية

2.4 انعدام التحفيز المميز للحروف الممثلة للمقادير الفيزيائية و الطبيعة الدلالية الموافقة لها

خاتمة

تمهيد

على أساس أنّها تمثّل أداة هامّة للصياغة الرمزية لمحتوى العلاقات الفيزيائية، نرى أنّه من المهم دراسة الجوانب الدّلالية للحروف المستخدمة في تعيين المقادير الفيزيائية لغرض توضيح الطبيعة الدّلالية لهذه الأدوات الحاملة للمضامين الفيزيائية لأنّ الاستخدام المألوف للمعادلات الرمزية في الفيزياء بهدف التّواصل العلمي بين الفيزيائيين و في الممارسات التّعليمية للفيزياء يفرض علينا الاهتمام بالجوانب الدّلالية للغة الرمزية التي اعتمدتها تاريخيا الفيزياء لصياغة مضامينها.

نرى أنّ مثل هذا التحليل الدّلالي لرموز المقادير الفيزيائية بإمكانه المساهمة في تعميق فهم مختلف جوانب الإشكالية المطروحة في هذا الدراسة و بالتالي تسهيل البحث عن عناصر الإجابة على جوانب غامضة خاصة بالترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية، ممّا سيمنح فرصة لاقتراح الحلول المناسبة للتكفل بالصعوبات التعليمية المتعلقة بفهم التلاميذ لمضامين المعادلات الرمزية للفيزياء.

في هذا الفصل، سوف نتطرّق إلى تقديم موجز لمختلف العناصر التي تتدخل في إنتاج المعنى. يلي هذا التمهيد المختصر دراسة الخصائص الدّلالية التي تميّز كل من مفهومي الإشارة أو العلامة signe و الرمز symbole حيث نبرّر اهتمامنا بهذين المفهومين على أساس ارتكاز التّواصل البشري بدرجة كبيرة على هاتين الأداتين الدلاليتين.

لكن، بالنظر إلى تعدّد النظريات ذات الصّلة بإنتاج المعاني لمختلف أنظمة العلامات و الرموز المستعملة في التّواصل بين الأفراد، نجد من المهّم التنبيه إلى أنّ محتوى هذا الفصل ما هو إلاّ محاولة متواضعة هدفها إلقاء بعض الضوء على الجوانب الدّلالية للرموز الحرفية المألوف استعمالها لتمثيل المقادير في كتابة المعادلات الرّمزية للفيزياء.

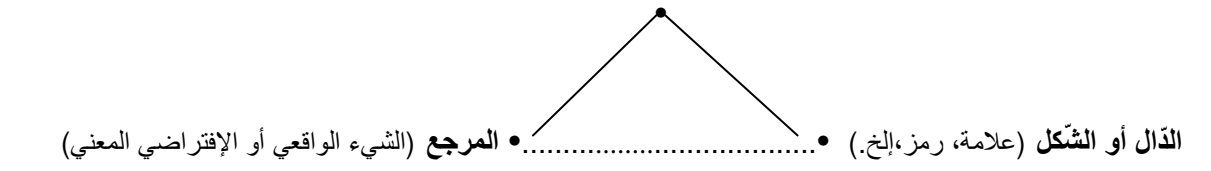
1. عناصر تمهيدية للتحليل الدّلالي

1.1 لمحة مختصرة حول المثلث الدّلالي التقليدي

بداية، يمكن تعريف علم الدّلالة sémantique كفرع من فروع علم اللغة و الذي يهتم أساسا بدراسة معاني الإشارات و الرموز اللّسانية بالأخص.

ففي مجال الإشارات اللسانية و غير اللسانية، يمكن القول أنّ إنتاج المعنى يعتمد عادة على نموذج ثلاثي المركبات المسمى بالمثلث الرمزي أو الدّلالي. فنتيجة لطابعه العام، يرى بورولا Borella (2004) أنّ هذا المثلث يمثّل النموذج التّصوري النّمطي لسيرورة إنتاج المعاني المقبول من طرف أغلبيّة علماء الدّلالة حيث أنّه يتكوّن من ثلاث أقطاب: المفهوم أو الفكرة و أداة التّعيين أو الصيغة (إشارة ، رمز، حركة، إلخ) و المرجع المتمثّل في الشيء الواقعي أو التخيلي المستهدف بهذه العملية.

ففي كتابهما المشهور: معنى المعنى The meaning of meaning الصـادر سنة 1923 م، مثّل تخطيطيا كل من أوغدان و ريتشـارد (Ogden et Richard) سيرورة إنتاج المعاني في المثلث الموضّح في المخطط التالي حسب بايلون و مينو Baylon et Mignot (2000، ص. 30):



من جانب علم المعاني، فإنّ العنصر أو القطب المتمثّل في المدلول signifié يخص الصّورة المفهوماتية أو الذهنيّة أي المحتوى الدّلالي المستهدف من خلال عملية التّعيين. فيما يتعلّق بالقطب الثاني المتمثّل في المرجع، فموضوعه هو الشيء الواقعي أو المتخيّل الذي يراد تمثيله.

للاستجابة لحاجة التّواصل أو التّذكر، فإن سندا محدّدا للتّعيين يكون محل اختيار. فقد يكون هذا السّند أو الدّال صوتيا (حروف أو كلمات) أو تخطيطيا كالرسم أو ضوئيا أو حركيا.

من خلال تمثيل العلاقة بين الدّال و المرجع بنقاط متتالية و ليس بقطعة مستقيمة، يتّضح من المخطط السابق أنّه لا توجد علاقة مباشرة بين الكلمة كسند أو كصيغة للدّلالة و الشيء الواقعي الملموس أو التّخيلي الذي تعبّر عليه هذه الكلمة لأن الوصول إلى هذا الشيء يكون عن طريق المدلول أي الفكرة التي تمثّل الصورة الذهنية المجرّدة للوقائع المعنية بعملية الدّلالة. و عليه، يبرز الدور الهام لقطب المدلول في الربط بين الدّال المستعمل في إرسال أو تبليغ المعنى و المرجع المتعلق بالموجودات الفعلية أو الافتراضية المستهدفة في عملية التّعيين الدّلالي حيث تمّ الربط بين هذين القطبين بخط يمر عبر المدلول و هذا لتوضيح دور هذا الأخير في سيرورة إنتاج المعنى.

من خلال هذا المخطط الرمزي، فالسّند التخطيطي اللساني المتمثّل في الحرف (q) يلعب دور الدّال أو الشكل الذي يعيّن عادة مفهوما أساسيا - أي مدلولا - في الفيزياء متمثّلا في كمية الكهرباء. في هذه السيـرورة الدّلالية، فإنّ مجمل الأجسـام المادية الحاملة لكميات الكهرباء مثل المكثّفات المشحونـة و الأعمدة و المدّخرات تشكّل مرجعا لمفهوم الشحنة الكهربائية لأنه من خلالها تتحقق وضعيات واقعية متميّزة بوجود مفهوم كميّة الكهرباء فيها.

في الحقيقة، لا ينبغي لمثل هذه النّمذجة المبسطة لسيرورة الدّلالة أن تخفي الطبيعة المعقّدة لتعيين المعاني. في هذا الشأن، تعرّض المثلث الرمـزي الكلاسيكي السابق لأوغدان و ريشارد لانتقـادات

العديد من المتخصّصين في ميدان علم المعاني حيث تمركز هذا النّقد حول غياب القائم بالكشف عن المدلول في هذا المخطط. فبالنسبة لهؤلاء المنتقدين، يتطلّب تحديد مدلول السّند أو الدّال المستعمل في شكله الصوتي أو المكتوب أو الضوئي أو الحركي بذل جهد فكري من طرف الفرد المتلّقي لهذا السّند. فحسب بايلون Baylon و مينو Mignot (2000، ص. 18)، فإن مدلول هذا السّند الدّال لا يمكن إدراكه مباشرة من طرف متلقّيه بل إنه انطلاقا من هذا الدّال يقوم الفرد بالبحث عن المعنى الذي حمّل به الدّال المستخدم. على هذا الأساس، يظهر أنّ المدلول المستهدف غير معطى مباشرة لأنّ تحديده يتطلّب بالضرورة بذل الفرد المتلقي لهذا الدّال بمختلف أشكاله مجهودات فكرية.

في كل الحالات، مهما يكن النموذج المتبنّى في سيرورة الدلالة، يبدو أنّ إرسال و تلقي المعاني بين الأفراد يرتكز على وظيفة أساسية تجعل من الصيغ الدّالة المستعملة في التّواصل البشري أوعية محمّلة بدلالات محدّدة في إطار السّياقات الثقافية الخاصة بها.

2.1 الوظيفة الرّمزية و إنتاج المعنى

يمكن تعريف الوظيفة الرّمزية على أساس أنّها العملية الذهنية المعقّدة التي تؤدي إلى الربط بين السّند أو الدّال القابل للملاحظة الحسيّة بمختلف أشكاله اللّساني و التخطيطي و الحركي و بين المعنى أو الفكرة المراد تبليغها من خلاله توظيف هذا الدّال. من هذا المنظور، تشكّل الوظيفة الرمزية بالتّأكيد الإطار الفعلي الذّي يضمن الأداء العملي لمختلف أنظمة الأدوات الدّلالية المستخدمة في التواصل عن طريق إرسال السّندات الدّالة و استقبالها لاستخلاص المتلقي لمدلولاتها و التي وفقها يصدر هذا الأخير مواقفا و سلوكات معيّنة.

في هذا الشأن، اعتبارا من أنّ التعبير على المضامين يكون على أساس مقصد تحميل الصيغ المستخدمة بمعان محدّدة، أوضح غيرو Guiraud (1975، ص. 11) أنّ التّعيين الدّلالي يقتضي ربط كائن أو شيء أو حادثة بإشارة دّالة ما قادرة على إثارة المدلولات المراد إيصالها للفرد المتلقي لهذه الإشارة. إذن، يتعلّق الأمر بآلية ارتباط على مستوى الذاكرة، لسند ما دال مع محتوى مدلول عليه.

فعلى أساس الدور الحاسم للوظيفة الرمزية في التّواصل بين الأفراد، من الواضح أنّ أي خلل يصيب الجانب الأدائي لهذه الوظيفة سيؤدي إلى فقدان الدّال لمدلوله و بالتالي ينتج عن ذلك حدوث انقطاع في التّواصل بين الأفراد. ففي هذه الحالة غير المرغوب فيها، فإنّ الدّال يفقد محتواه و بالتالي تصبح الكلمات و الرموز و الحركات و الإشارات الضوئية جوفاء لا معان لها.

على المستوى التّمثيلي، ترى ليجندر- برجرون Legendre- Bergeron (1980، ص. 205) أنّ هناك عدم تجانس بين الدّال و مدلوله، ممّا يسمح للأفراد بإنشاء تمثيلات فردية لها علاقة بالواقع أو بتكوين

تصوّرات عقلية و جماعية متّصلة بمعاني الإشارات اللسانية المستخدمة مثلا. معنى هذا أنّ طبيعتي كل من الدّال و المدلول تختلفان بشكل كلّي لأنّ القطب الأول ينتمي إلى عالم الموجودات الحسيّة التي يمكن التلفظ بها أو رؤيتها أو لمسها، أمّا المدلـول فطابعه مجرد و ينتمي إلى مجال الأفكـار و القيّم المجرّدة.

لكن، يشكّل هذا اللاتجانس بين الدّال و مدلوله بالنسبة لنفس المؤلفة شرطا أساسيا في الأداء الفعّال للوظيفة الرّمزية لأنّه يسمح بإمكانية تحميل المعاني لمختلف أنواع السّندات المجسدة للدّال كالكلمات و الحركات و الرموز الحرفية.

في نفس الإطار، نتساءل حول المحدّدات التّي تسمح للأفراد بالتعرف على المحتوى الدّلالي لمختلف أشكال الصيغ الدّالة المستخدمة في عملية التّواصل بينهم. بعبارة أخرى، هل توجد علاقة منطقية بين الدّال و مدلوله بحيث على أساسها يعطي الفرد لكل دال مدلولا معينا ؟

3.1 تحليل العلاقة الرّابطة بين الدّال و المدلول

من الناحية التاريخية، عرفت الحضارات البدائية نوعا من الخلط بين الفكرة و بين الدّال أو السّند المستعمل للتعبير على المعنى. بعبارة أخرى، تمّت ملاحظة نوع من التداخل بين الدّال و المدلول. مع مرور القرون، أوضح إيكـو Eco (1988، ص. 179) أنّ التفكير حول طبيعة العلاقة بين الـدّال و معناه قد تمّ تسجيله حيث أنّ الفترة اليونانية عرفت تطوّرا هاما و هذا من خلال حصول تمييز بين هذين العنصرين المكوّنين للمثلث الدلالي. فقد تساءل أفلاطون في مؤلفه *cratyle* حول طبيعة الإشارة من خلال طرح السؤال حول احتمال إنتمائها إلى الاسم أو إلى الاصطلاح أو إلى الموجودات التي يصادفها الفرد في محيطه الطبيعي.

ففي مجال علم دراسة مدلول مختلف أنظمة الإشارات sémiotique، تشكّل طبيعة العلاقـة بين الدّال و المدلول نمطا من أنماط تحليل و تصنيف الأدوات المستخدمة في تعيين الأشياء الموجودة واقعيا أو افتراضيا و التي تتكوّن من عدّة فئات منها الإشارات اللسانية و غير اللسانية و الرموز و الحركات. فبشكل أساسي، يرتكز هذا النّمط من التحليل الدّلالي على وجود أو غياب صفات تشابه أو تماثل طبيعية أو شكلية بين الدّال و مدلوله حيث على ضوء هذا المعيار، يمكننا التّمييز بين نوعين من العلاقة بين الدّال و مدلوله أي معناه. يتعلق الأمر بكل من علاقتي التّحفيز motivation و العشوائية أو الاعتباطية arbitraire و التي تعني غياب التحفيز.

فبالنظر لأهمية هذا النمط من التحليل الدّلالي، نتطرّق فيما يلي بشيء من التفصيل إلى تحليل هذين المفهومين الهامين: التّحفيز و العشوائية.

- ***علاقة التّحفيز و شفافية الدّال***

من الناحية المبدئية، يعتبر غيرو Guiraud (1973، ص. 33) أنّ الدّال يكون محفّزا إذا تمّت ملاحظة بشكل جليّ أو أقل وضوح وجود علاقة تشابه أو تماثل طبيعي أو شكلي بين السّمات التي تميّز هذا الدّال و تلك الخاصة بالمدلول المستهدف تعيينه بهذا الدّال. على سبيل المثال، فإنّ أيقونة icône الآلة الطّابعة التي نراها على شاشة جهاز إعلام آلي هي إشارة محفّزة نتيجة وجود عدّة خصائص شكلية مشتركة بين الدّال أي شكل الأيقونة و المدلول المتمثّل في النموذج المفهوماتي للألة الطّابعة. كما أنّ إشارة المرور الخاصة بتقاطع طريق رئيسية بأخرى ثانوية تكون محفّزة نتيجة وجود صفات تشابه شكلية بين هذه الإشارة و الواقع المعني بالتّمثيل الرمزي.

في هذه الحالة، ترى ري- دوبوف Rey-Debove (1998، ص. 290)، أنّ الدّال يكون شفّافا نظرا إلى إمكانية الحصول على معلومات أساسية خاصة بالمدلول المستهدف من خلال ملاحظة المميّزات الشكلية للدّال المتميّز بخاصية التحفيز.

في الواقع، إنّ مثل هذه العلاقة المميّزة للرابطة بين الدّال و مدلوله و التي سمّيت أيضا، على الترتيب، بالرّابطة الداخلية و الذاتية intrinsèque من طرف كل من غيرو Guiraud (1973) و أنزيو و كايس Anzieu et kaês (1977)، تولّدت نتيجة تغلّب الوظيفة التّمثيلية présentative على الوظيفة الدّلالية significative في العملية التّعيينيـة للمحتوى المفهوماتي للدّال المحفز. معنى هذا أنّ علاقة التّحفيز بين الدّال و المدلول تختص بالبروز المعتبر لصفات التّشابه بين هذين القطبين، ممّا يعطي الانطباع بأنّ الدّال المحفّز ما هو إلا تمثيل هندسي و استنساخ مباشر للمميّزات الشكلية للمدلول.

فبالرّغم من الطابع التكاملي بين هاتين الوظيفتين في تكوين الوظيفة الرمزية، يعتبر بورولا Borella (2004، ص. 78) أنّ العلاقة المحفّزة بين الـدّال و مدلوله هي دليل لحصول استقطاب نحو الوظيفة التّمثيلية للخصائص الشكلية للمدلول على حساب الوظيفة الدلالية المرتكزة أساسا على اعتبارات أخرى غير شكلية.

إذن، تعود العلاقة المحفّزة بين الدّال و المدلول إلى وجود رابطة تشابه بين الخصائص الشكلية أو الواقعية بين هذيـن القطبين المكوّنين للمثلث الرمزي حيث ينجم عنها الخاصية الشفّافة للسّند الصوتي أو التخطيطي أو الضوئي المستعمل في هذه العملية الدّلالية لأنّ هذا الدّال المحفّز يكشف بشكل جزئي أو كلي عن مضمونه.

- ***علاقة العشوائية والطابع العاتم للدّال***

على عكس الطّابع المحفّز للعلاقة بين الدّال و المدلول، يوضّح براكلي Breklé (1972، ص. 31)

أنّ الخاصية العشوائية بين هذين القطبين من المثلث الرمزي تدلّ على عدم قدرتنا على الحصول على أي شكل من أشكال المعارف المتعلّقة بخصائص المفاهيم المستهدفة أو مرجعياتها وهذا انطلاقا من فحص الدّال المستخدم لتعيين هذه المدلولات حيث يعود هذا العجز إلى الغياب الكلي للتّشابه في أي نوع من أنواع المميّزات بين الدّال و المدلول. على سبيل التوضيح، فالحرف اليوناني (γ غاما) الذي يستخدمه الفيزيائي عادة لتعيين تسارع متحرك لا يسمح بالتعرف على بعض المميّزات الفيزيائية لهذا المفهوم الفيزيائي الكمّي الهام في علم الحركة و التحريك.

فعلى ضوء هذه الخاصية، أعطت ري- ديبوف Rey - Debove (1998) الدّال صفة العاتم حيث أنّ هذه الصفة المقتبسة من الخصائص الفيزيائية للأوساط الضوئية تعني أنّه لا يمكن أن نستنتج أيّة خاصية من خصائص المدلول الذي تمّ تعيينه بالدّال العاتم اعتمادا على سند أو صيغة هذا الأخير. في هذه الحالة، اعتبر أنزيو Anzieu و كايس Kaës (1977، ص. 26-27) أنّ العلاقة العشوائية بين الدّال و المدلول ذات طبيعة خارجية extrinsèque لأنّ الدّال العشوائي يبدو كأنّه غريبا مقارنة بخصائص مضمونه.

كخلاصة لطبيعة العلاقة التّي تربط بين الدّال و مدلوله، يمكن القول أنّه توجد الرّابطة المحفّزة المبنية على مبدأ وجود تشابه شكلي أو واقعي بين الدّال ومضمونه الدّلالي حيث أنّه في هذه الحالة، يكون هذا الدّال شفافا، مما يؤدي إلى الكشف الجزئي أو الكلي على معناه.

كما يتعلّق النوع الآخر بالعلاقة العشوائية بين الدّال و المدلول و التي ينجم عنها الخاصية العاتمة للدّال حيث تفسر هذه الخاصية بعدم وجود أي عنصر تشابه متعلق بالمعنى أو بالشكل بين السّند الدّال المستعمل في التعيين الدّلالي و المضمون المستهدف بهذه العملية، ممّا يؤدي إلى غموض مدلول الدّال العشوائي.

في هذه الحالة الأخيرة، من الوجاهة التساؤل حول العناصر التي تسمح للفرد بالتعرف على المحتوى الدّلالي الذي تمّ تعيينه بالدّال العاتم ؟ بعبارة أخرى، في غياب التحفيز، على أي أساس يدرك الفرد المضمون المستهدف بالدّال العشوائي ؟

للإجابة على هذا التّساؤل الهام، من الضروري التطرق إلى تحليل طبيعية العلاقة الرابطة بين مفهومي التّحفيز و العشوائية من جهة و بين مفهوم الاصطلاحية conventionalité من جهة أخرى.

4.1 طبيعة العلاقة بين الدّال و المدلول و دور الاصطلاحية في تأسيس المعنى

بشكل عام، يمكن تعريف الإطار الاصطلاحي أو الإصطلاحية على أساس أنّه يمثّل إتّفاق جماعي محلي أو جهوي أو عالمي لاختيار مبرّر لطريقة عمل أو نظام تواصل أو معايير إنتقاء وفق قواعد

مرجعية ضمنية أو مصرّح بها حيث يجب أن يلتزم جميع المعنيين باحترام هذه القواعد التي حصل عليها الإجماع. كمثال على ذلك، نذكر الإطار الاصطلاحي لمعاني المفردات المستعملة في مجال علمي أو تقني ما أو المواصفات التّقنية المتّفق عليها التي يجب أن تتوفّر في منتوج صناعي محدّد.

في مجال التّواصل، يمكن القول أنّ القواعد الاصطلاحية الصّريحة أو الضمنية المعتمدة تهدف أساسا إلى ضبط معاني الأدوات المستخدمة (كلمات، إشارات، رموز، إيماءات، إلخ) من طرف أفراد المجتمع لضبط الممارسات الاجتماعية بغرض ضمان التّفاهم بين هؤلاء الأفراد وكذلك لتيسير التّبادل الثقافي والعلمي بينهم.

فيما يتعلّق بالعلاقة بين مفهومي التّحفيز و العشوائية و بين الاصطلاحية، أوضح غيرو Guiraud (1975، ص. 23-24) بشكل صريح أنّ التّحفيز لا يتناقض من الناحية المبدئية مع الاصطلاحية و لا يتطلّب بالضّرورة اللجوء إليها. لكن، يؤدي حتما وجود التّحفيز إلى التقليل من أهمية الاختيارات الاصطلاحية لأنّه كلّما كانت علامات التّحفيز بارزة بوضوح على الدّال، كلّما أصبح من الصعب ضبط معنى إصطلاحي للدّال الشفاف. ففي هذه الحالة، تضعف قوّة الاصطلاح في إعطاء مدلول محدّد للدّال المحفّز.

على العكس من ذلك، عندما يكون الدّال عشوائيا فإنّ ذلك يستدعي بالضّرورة ضبط مدلوله على أساس إختيار إصطلاحي صريح و جماعي حيث أنّ غموض العلاقة بين الدّال و المدلول يجعل من الدّال العشوائي أداة دلالية مبهمة. ففي مثل هذه الحالات، يتمثّل المعيار الوحيد لتحديد معنى الدّال العاتم في الإطار الاصطلاحي الصّريح الذي يتمّ اعتماده من طرف المنظومة الاجتماعية المعنية.

بالإضافة إلى ما سبق، يبدو أن التعوّد على استخدام الدّال العشوائي في التواصل الاجتماعي ينجم عنه ميل لفقدان طابعه الأصلي المحفّز (غيرو Guiraud، 1973، ص. 34) و يكتسب مع مرور الوقت الخاصية العشوائية التي تفرض إختيار معناه على أساس اصطلاحي.

لكن، يرى أفراد المجتمع أنّ هناك علاقة «ضرورة» تربط بين الدّال العشوائي الذي تعوّدوا على استخدامه في تعاملاتهم الاجتماعية و مدلوله المتعارف عليه. إذن، يمكن القول أنّ الاستخدام المتكرّر للدّال العشوائي في التواصل الاجتماعي ينتج عنه نوع من الاعتراف الجماعي الضمني بمدلوله، ممّا يفقده تحفيزه الأوّلي و يعطى دور رئيسي للاصطلاحية «الاجتماعية» لتحديد معناه.

في الأخير، يجدر التنبيه إلى وجود نوع من الغموض الذي يكتنف مفهوم عشوائية الإشارة اللسانية بالخصوص. في هذا الشأن، إنتقد ألو Alleau (1976، ص. 49- 50) عشوائية الإشارة اللسانية حيث أوضح هذا الأخير أنّ مفهوم العشوائية لا يعني عدم وجود مبرّرات لاختيار الدّال لتعيين مدلول ما،

بل أنّ العشوائية تتعلّق فقط بانعدام رابطة تشابه بين السّند المعبّر على الدّال و خصائص المدلول المستهدف بالتمثيل الدّلالي. فبالرّغم من وجود مبرّرات ما لاختيار دال ما مثل اللغة المستعملة و المتطلّبات التعليمية، إلاّ أنّ إمكانية تحديد مدلول الدّال العشوائي تكون منعدمة دون اللجوء إلى الأطر الاصطلاحية الصريحة أو الضمنية المعتمدة.

على ضوء المعطيات الموضّحة في هذا التحليل الدّلالي التمهيدي، نتطرّق فيما يلي إلى الدراسة الدّلالية لمفهومي الإشارة و الرمز لهدف إستخلاص بعض المميّزات الخاصة بكل منهما حيث نأمل أن تساعدنا هذه الخصائص لاحقا في محاولتنا لتحديد الطبيعة الدّلالية للرموز الحرفية المختارة عادة في التمثيل الرمزي للمقادير الفيزيائية بهدف صياغة العلاقات الفيزيائية على شكل معادلات حرفية.

قبل ذلك، نوضّح أنّ هذه الدراسة الدّلالية المتواضعة لا تخص الجوانب التعبيرية العميقة للأفراد الخاصة بالرغبات و بالأحلام و بالهواجس المرتبطة باستخدام مفهوم الرمز بالخصوص في دراسات علم النفس التحليلي.

2. الخصائص الدّلالية للإشارة

1.2 بنية مفهوم الإشارة

1.1.2 الإشارة ككيان لعلاقة ترابطية بين الدّال و المدلول

بداية، من المهمّ أن نشير إلى أنّ إيكو Eco (1988) قد أوضح أنّ وجهة نظر موريس Morris (1946) لمفهوم الإشارة signe تقتضي الأخذ بعين الاعتبار لكل من الجوانب الدّلالية sémantique والقواعديّة syntaxique و النّفعية pragmatique.

فبخلاف المقاربة القواعدية التّي تهتّم بدراسة اللغة من خلال البناء المنطقي لتراكيبها حسب أسس محدّدة قصد إعطاء وصف تجريدي لأنظمة المعاني و على عكس المقاربة النّفعية المرتكزة على الأثر العملي الذي يحدثه تلقي العلامات على تصرفات الأفراد، يستند التحليل الذي اتّبعناه في هذه الدراسة على المقاربة الدّلالية القائمة على تحليل طبيعة العلاقة بين السّند الدّال على الإشارة و المدلول الذّي يعبّر عليه هذا الدّال.

يمكننا تبرير هذا الاختيار على أساس توافق المقاربة الدّلالية مع هدفنا المتمثّل في محاولة تحديد بعض الخصائص الدّلالية التي يتميّز بها كل من مفهوم الإشارة و الرمز لغرض تحديد الطبيعة الدّلالية للحروف المختارة عادة لتعيين المقادير الفيزيائية للتعبير على العلاقات الفيزيائية بمعادلات.

فعلى ضوء هذه المقاربة التحليلية، يمكننا القول أنّه بالرّغم من وجود بعض الاختلاف في تصوّر

مفهوم الإشارة، فإنّ هناك تقارب كبير بين علماء علم الدّلالة حول الخصائص الأساسية التي يتميّز بها هذا المفهوم. في هذا لإطار، دافع مجموعة من هؤلاء العلماء نذكر منهم سوسير Saussure و إيمسلاو Hjelmslev و غريما Greimas على البنية المزدوجة أو ثنائية التركيب للإشارة. فبالنسبة لهؤلاء المتخصّصين في علم المعاني، تتكوّن الإشارة بشكل عام و الإشارة اللسانية بشكل خاص من مركبتين: جزء حسّي يدعى الدّال و جزء مجرّد و عقلي يسمى المدلول (أورتيغ Ortigue، 2007). فعلى هذا الأساس، عرّف سوسير (Saussure، 1916) الإشارة أو العلامة اللسانية باعتبار أنّها كيان نفسي متكوّن من وجهين حيث يرتبط فيه مفهوم أي معنى بصورة صوتية. كما أوضح سوسير أنّه عكس ما يتصوّره الكثيرون، فإنّ الإشارة اللسانية ليست الرّبط بين كلمة و شيء، و إنّما يكون الرّبط فيها بين المفهوم المستهدف و الصورة الصوتية للكلمة.

فبالرّغم من التركيب المتكوّن من جزأين لمفهوم الإشارة، تمّ التأكيد على أنّ هذه النّمذجة لا ينبغي أن تهدّد الوحدة الرابطة بين الدّال و مدلوله حيث يمكن القول أنّ هذين القطبين من المثلث الدّلالي عبارة عن وحدة ذات وجهين لأنّ هذه الوحدة تضمن بشكل دائم الشحنة الدّلالية، أي المعنى، للوجه الدّال الذي يتكوّن منه مفهوم الإشارة. فمن الواضح أنّ غياب هذه الوحدة بين الدّال و مدلوله يؤدي إلى فقدان الدّال لوظيفته المتمثّلة في تعيين المعاني و بالتالي يصبح هذا الأخير أجوفا دون مضمون.

إنطلاقا من هذه العناصر التحليلية، يظهر أنّ مفهوم الإشارة هو عبارة عن كيان ناتج من ارتباط سند حسّي يسمى الدّال مع مضمون مفهوماتي مجرّد يدعى المدلول.

من جانب آخر، يتّفق العديد من علماء علم المعاني حول فكرة إسناد وظيفة تعيين المضامين للإشارة و ذلك بالنّظر إليها كأداة فعّالة لتمثيل المحتويات. في هذا الشأن، أوضح بورولا Borella (1989، ص. 155) أنّ الكائن الحسّي للإشارة المسمى بالدّال موجود كفعل للدلالة. معنى هذا أنّ الوظيفة الأساسية للإشارة هي تعيين المضامين أي المفاهيم حيث لا يمكن تصوّر وجود مستقّل للسّند القابل للملاحظة للإشارة و تحرّره من مهمته الأساسية كحامل للمعاني.

بالرغم من التّعقيد الذي يخص تصوّرات أخرى لمفهوم الإشارة، إرتأينا التطرّق بشكل مختصر لوجهة نظر أخرى لهذا المفهوم و هذا حرصا منّا على الإحاطة أكثر بموضوع هذا الفصل.

2.1.2 نموذج الإشارة حسب نظرية بارس Peirce

هناك وجهة نظر ثانية لمفهوم الإشارة و التي تبنّاها بارس. فحسب هذا الأخير، فإنّ تعريف الإشارة يتوافق مع كل شيء بإمكانه التعبير على مدلولات أو معان أو تصوّرات مثل الكلمات و الرموز و الحركات و الإيماءات. و عليه، ميّز بارس ثلاث فئات رئيسية لمفهوم الإشارة و التي تتمثّل في

كل من الأيقونة icône و المؤشّر indice و الرمز symbole.

في الحقيقة، يقتضي إستيعاب تصوّر بارس لمفهوم الإشارة إعطاء لمحة عامة و موجزة لنظريته الخاصة بدراسة معان مختلف أنظمة الإشارات المستعملة في التّواصل بين الأفراد و المجتمعات. فعلى عكس وجهة نظر سوسير، فإنّ بارس لا يعتبر الإشارة كأصغر وحدة دلالية لأنّها حسبه قد تكون بسيطة أو مركّبة. و عليه، فكل شيء أو ظاهرة أو حركة يمكن اعتبارها كإشارة بمجرد دخولها أو ادماجها في سيرورة لإنتاج و إرسال المعاني.

بشكل تفصيلي، في إطار دراسة تحليلية مستفيضة لنظرية بارس، أوضحت إفرارت - ديسمادت Everaert - Desmadet (1993) في مقال إلكتروني حول نظرية المعاني لبارس إرتكاز سيرورة الدّلالة عنده على مفهوم الإشارة حيث ينتج هذا الكيان النظري حسبه من العلاقة الرابطة بين ثلاث مركّبات و التي تتمثّل في سند الإشارة representamen و الشيء الموافق objet و القائم بالتأويل interprétant. بشكل مبسّط، فالإشارة هي شيء يمثّل شيء آخر أي هي الشيء الموافق له قبل تأويله و المتميّز بطابعه الكامن المجرّد. من جهة أخرى، يوافق الشيء ما تعنيه الإشارة و الذي يصنّفه بارس، حسب نفس المؤلّفة، إلى نوعين: الشيء الدّيناميكي كما هو في الواقع و الشيء الفوري الذي يوافق ما تمّ به تعيين هذه الإشارة.

فعلى أساس هذه النموذج لمفهوم الإشارة، يقتضي تلقّي الفرد لإشارة ما إنطلاقه في نشاط فكري للبحث على المدلول المقصود حيث أنّ هذا الجهد الذهني يمرّ بالضرورة على سلسلة غير منتهية من التّأويلات لأنّ كل شيء يمثّل مدلول الإشارة يتطلّب بدوره منّا البحث من جديد على تأويل له قصد تحديد معناه.

كمثال توضيحي للسّيرورة الدّلالية التي تتميّز بها نظرية بارس، نتطرّق إلى البحث عن تعريف كلمة ما في المنجد اللغوي. ففي القاموس اللغوي، نجد تأويلا لهذه الكلمة أو مكافئا لغويا لها. لكن هذا المعنى يحيل المتلّقي من جديد إلى الشيء من خلال المفردات المستخدمة في التعبير على المدلول المبحوث عليه لهذه الكلمة. في هذه الديناميكية الدّلالية، فإنّ فهم التعريف الذي نتحصّل عليه للكلمة المعنية يتطلّب منّا القيام بسلسلة من التأويلات للمفردات المكوّنة لتعريف هذه الكلمة. و عليه، يظهر أنّ السّيرورة الدّلالية لنظرية بارس غير منتهية من الناحية النظرية لأنّ فهم معنى كل كلمة يقتضي منّا البحث عن معاني مجموعة من الكلمات الأخرى حيث تكون هذه العملية لا منتهية.

لكن عمليا، فإنّ هذه السّيرورة الدّلالية تكون محدودة لأنّ العادة المتعارف عليها من طرف منظومات الأفراد تسمح لهم بالتوصّل إلى التأويل المنطقي و النهائي للكلمات التي يتكوّن منها تعريف معنى

الكلمة الغامضة و يكون ذلك في إطار السّياق الثقافي المألوف الذي تستعمل فيه الكلمة مجهولة المعنى. و عليه، تسمح القواعد الاجتماعية المتعوّد عليها للمتخاطبين بالتّوافق و التّفاهم على التعبير على أفكارهم و تعيين الأشياء و الوقائع باستخدام مختلف أنماط الإشارات.

فمن خلال هذه العناصر التحليلية للسيرورة الدّلالية لبارس، يبدو لنا أنّه من السهل ملاحظة البنية المعقّدة لمفهوم الإشارة حسب وجهة نظر هذا الأخير. فكما أشارت إليه بعض التحاليل، نتيجة لرغبة بارس في تفسير و فهم كل الجوانب العملية و العقلية و الوجدانية للسلوك البشري بتوظيف مفهوم الإشارة، فإنّه تبنّى فكرة إعطاء مضمون شامل لهذا المفهوم وأدمجه في نظام و سيرورة دلالية ثلاثية المركّبات. فحسبه، تعتبر البنية المزدوجة - أي ثنائية القطب - للإشارة نظرة خارجية للدّلالة حيث أنّها تترجم فقط وجهة نظر جزئية. بعبارة أخرى، يمكن القول أنّ تصوّر بارس يرتكز على نظرة ذات خصوصية للسّند القابل للإدراك المجسّد للإشارة مثل الصوت أو إشارة ضوئية أو رمز أو حركة. فهذا الطرح يأخذ في الحسبان بشكل تزامني، الوجود المزدوج للسّند المادي للإشارة حيث أنّه يمثل كائنا موجودا في حدّ ذاته و كائنا موجودا من أجل شيء آخر. نتيجة لذلك، يتطلّب الكشف عن معنى إشارة ما بذل الفرد المتلقي لسند هذه الإشارة لمجهود فكري تأويلي للتعرف على مدلوله.

في الواقع، تعرّضت نظرية بارس لإنتقادات عديدة بسبب الغموض الذي يكتنفها نتيجة البحث اللامتناهي لمعاني الإشارة البارسية. في هذا الشأن، اعتبرت تيرسلان Tiercelin (1993، ص. 65) أنّ المفهوم الرئيسي لعلم الدّلالة لبارس يتمحور حول الإشارة في الفعل signe en acte. وعليه، حسب هذه الكاتبة، لا يتعلق الأمر بنظرية عامة للتّمثيل بل هي نموذج لإنتاج و إعادة إنتاج الإشارات و لتأويلاتها أي الترجمة الممكنة لإشارات بإشارات أخرى حيث يقتضي مثلا تحديد لون ورقة العبور عبر العديد من الخطوات التنظيمية المتتالية لإجراء مقارنة مع المجموعات اللونية على أساس قواعد محدّدة مسبقا.

بشكل عام، يظهر من المعطيات السابقة أنّه يوجد نموذجين تصوّرين أساسيين لمفهوم الإشارة حيث يستند كل منهما إلى مقاربة دلالية خاصة. فالمقاربة الأولى ترتكز على طبيعة العلاقة الموجودة بين السّند الصوتي أو التخطيطي أو الحركي المستخدم للتعبير على الفكرة أو المفهوم و خصائص المعنى المستهدف في هذه العملية الدّلالية. بالمقابل، فإنّ وجهة نظر بارس لمفهوم الإشارة مبنية على المقاربة النّفعية pragmatique حيث ترتكز شبكة التحليل التي اعتمدها هذا الأخير على الاستعمال الفعلي للإشارات و الاهتمام أكثر بالتأثيرات التي يمكن ملاحظتها على المتلقّين لها.

بالنّظر إلى النّمذجة المبسّطة نسبيا للطرح الأول لمفهوم الإشارة و إلى طابعها العملي مقارنة

بالتصور الفلسفي المعقّد لبارس لهذا المفهوم، و اعتبارا أنّ الحروف المستخدمة في التمثيل الرمزي للمقادير الفيزيائية هي إشارات أو علامات لسانية، فضّلنا الاعتماد لاحقا على النموذج ثنائي المركّبات لسوسير في التحليل الدّلالي لمفهوم الإشارة.

3.1.2 الخلط بين الإشارة و السّند الدّال عليها

في الاستعمال المألوف للإشارات التخطيطية المكتوبة أو المنقوشة بالأخص (مفردات، حروف، رموز تخطيطية، إلخ)، تمّت ملاحظة وجود نوع من الخلط في تصوّر مفهوم الإشارة حيث يتعلّق هذا الخلط أساسا بعدم التّمييز الواضح بين الإشارة ككيان نظري مجرّد و السّند المادي القابل للإدراك الحسي و الذي يمثّل القطب الدّال على هذا المفهوم. بشكل أكثر دقة، يبدو أنّ الجزء المشكّل للدّال الحسي يكون أكثر إستقطابا للفرد لدرجة أنّه يكاد يعوّض كليا مفهوم الإشارة في أغلب الأحيان في أذهان مستعملي هذا المفهوم المرّكب. مثال ذلك أن ننظر إلى أنّ الرّسم التخطيطي أو النغمة الصوتية لكلمة السرعة يمثل مفهوما فيزيائيا مكافئا لنسبة المسافات المقطوعة على الأزمنة المستغرقة في قطع هذه المسافات. كما أنّه قد يميل الشخص إلى اعتبار أنّ الشكل التخطيطي للميزان ذي الكفتين المرسوم عادة على الواجهة الخارجية للمحاكم يجسّد بكفاءة لوحده مفهوم العدالة بين المواطنين.

يفسر بورولا Borella (1989، ص. 156-157) تركيز الأفراد على الجانب المادي أي الحسي للسّند الدّال على المعنى المراد إيصاله للمتلقي على أساس الطابع المجرّد لعملية الدّلالة و الصعوبات الناتجة عنه. بعبارة أكثر وضوحا، يلاقي الأشخاص عوائق كبيرة في إدراك المضمون المجرّد لمفهوم الإشارة. وعليه، لمواجهة هذه الصعوبات، يلجأ الفرد بشكل تلقائي إلى التركيز على المركّبة الحسية التي تجسّد هذا المفهوم في شكل الدّال.

على هذا الأساس، فالحروف المستخدمة في تمثيل المقادير الرياضية والفيزيائية يتمّ إدراكها، في أغلب الأحيان، من طرف المتعلمين على أساس أنّها تمثّل إشارات و ليس باعتبارها تترجم الجزء المحسوس لهذا المفهوم أي الدّال والذي لا يمثّل إلاّ قطبا من قطبي مفهوم الإشارة.

بشكل إجمالي، نرى أنّ مفهوم الإشارة له طابع مجرّد حيث يمثّل هذا المفهوم الرّبط الفكري أو الذهني بين سند مادي كأداة للدّلالة بمحتوى مجرّد مدلول عليه حيث يشكّل هذا النوع من تحميل الدّال بالمفاهيم و بالأفكار الدور الأساسي المنوط بمفهوم الإشارة.

بعد هذا التوضيح لمفهوم الإشارة، سنتعرض لآن إلى محاولة استخلاص الخصائص الأساسية لهذا المفهوم بشكل عام، و تلك التي تختص بها الإشارة اللسانية أي المنطوقة بشكل خاص.

2.2 الخاصيّة العشوائية للإشارة و فعّالية التّعيين الدّلالي الناجمة عنها

من الناحية المبدئيّة، فإنّ الوجه الدّال الذي يعيّن الإشارة ليست له علاقة تشابه أو تماثل مع الخصائص الشكلية أو الطبيعية المميّزة للمدلول. و منه، تسمح هذه الخاصية الأساسية لمفهوم الإشارة بالقول بأنّ هذه الأخيرة غير محفّزة. في هذا الشأن، أوضح رافان Raffin (2004، ص. 21) أنّ الإشارات التي ينطبق عليها بشكل كامل هذا المصطلح يكون فيها السّند الدّال و المدلول مرتبطان بعلاقة عشوائية أي إعتباطية، ممّا يؤدّي إلى حصول إنطباع لدى المستعملين لهذه الأداة الدّلالية بوجود علاقة خارجية بينهما حيث يدّل هذا الانطباع على غياب خصائص مشتركة بين الدّال المستخدم و الفكرة المراد تبليغها للآخرين و التي تشكّل معنى هذا الدّال.

من جانب آخر، ينتج من الخاصية العشوائية للإشارات الصّرفة إستعدادها المبدئي و قدرتها الكامنة المعتبرة في نقل و تحويل المعلومات بين المتخاطبين باستخدام الدّال العشوائي لهذه الإشارات. معنى هذا أنّ تحرّر الجزء الحسي الدّال للإشارة من التّشابه الطبيعي أو الشكلي مع مدلوله يجعل منه وسيلة مؤهّلة و قابلة لتحميلها بمختلف المعاني.

فعلى ضوء هذه الخاصية المميّزة لمفهوم الإشارة،أشارت ليجاندر- برجيرون Légendre- Bergeron (1980، 204) أنّ الإشارة تمثّل النّمط المناسب و الفعّال الذي يلائم التعبير على المعطيات التي توصّل إليها التفكير العقلي البشري حيث تعود هذه الأفضلية إلى الدّقة المميّزة للإشارة العشوائية في التعبير على المضامين لأنّ غياب كل ملامح أو خصائص المدلول مقارنة بمميّزات الدّال يجعل من الإشارة متحرّرة من عوائق التّحفيز و بالتالي تصبح الأداة المفضّلة لتبادل المعاني بين الأفراد وهذا في إطار نظام إشارات معيّن كنظام الكلمات أو الرموز الحرفية مثلا. نفس الطّرح دافع عليه غيرو Guiraud (1975، ص. 28) الذّي أكّد أنّ عشوائية الإشارة تمثّل شرطا أساسيا لضمان الفعّالية الأدائيّة لها لأنّ الغياب الكلي أو الجزئي لهذه الخاصية من شأنه التأثير سلبا على القدرة الكامنة للإشارات في أداء وظيفتها الدّلالية بطلاقة. فعلى أساس هذه الاعتبارات، تعطي الخاصية العشوائية للعلاقة الرابطة بين الوجه الدّال و المدلول المكونين لمفهوم الإشارة وضوحا لمعناها المستهدف باستعمال هذه الأداة و ذلك نتيجة إقصاء إحتمال تعدّد المدلولات المتولّدة من تأويل التّشابه بين هذا الدّال و مضمونه الذي نبحث عنه.

فيما يخص الوضوح الدّلالي للإشارة، قدّم بورولا Borella (2004) تفسيرا مرتكزا على الإمتصاص التام للوظيفة الدّلالية لدال الإشارة من طرف الوظيفة «التّعيينية» و ذلك بالإلغاء الكلي لكل الخصائص التّي قد توحي بوجود سمات طبيعية بين هذا الدّال و المدلول المستهدف بالتّعيين الدّلالي. ففي هذه

الحالة، تكون الوظيفة التّمثيلية التي تعتمد على التّشابه الشكلي بين السّمات الأساسية للدّال و المدلول شبه معطّلة. انطلاقا من هذا الإستقطاب، تكون الإشارة ذات طابع عشوائي حيث تنحصر وظيفتها الأساسية في التّعيين الصرف للمدلولات التي تمّ تحميلها بها.

في نفس السّياق، تقتضي منّا القدرة الكامنة الهامة للتّعيين الدّلالي للإشارة التّطرق إلى تحليل دور الاصطلاحية في تأسيس الوظيفة الدّلالية للإشارة و مدى مساهمتها في تحقيق سهولة التواصل بين الأفراد بتوظيف الإشارات.

3.2 الطابع الاصطلاحي المميّز للإشارة

يثير الطابع العاتم لدال الإشارة التّساؤل حول العوامل التي جعلت هذا النوع من أدوات التعبير على المعاني مؤهّلا مبدئيا و فعّالا عمليا في التّواصل الاجتماعي و العلمي بالأخص. في هذا الإطار، يبدو لنا أنّ هناك توافقا واسعا بين المتخصّصين في علم الدّلالة على فكرة مفادها أنّ إسناد مدلول معيّن لدّال الإشارة يرتكز أساسا على الأطر الاصطلاحية التي تمّ اعتمادها من طرف منظومة اجتماعية معيّنة. فباعتبار أنّ الإطار الاصطلاحي هو عبارة عن مجموعة من الاختيارات المتّفق عليها و التي تتعلّق أساسا بتحميل كل دال بمحتوى دلالي أي مدلول محدّد، يكون المعنى المُعبّر عليه بالدّال المستخدم نفسه بالنسبة لكل المتعاملين به نفس المنظومة الاجتماعية.

فمن خلال الاستعمال المتواتر أي المتكرّر للدّال المعني، يصبح من غير الممكن لهؤلاء الأفراد أن يسندوا دلالات أخرى له أو أن يغيّروا معناه سواءا كان هذا المضمون الدّلالي متّفق عليه بشكل صريح كحالة المصطلحات العلمية أو أنّه كان ضمني و متعارف عليه في مجتمع ما.

فيما يخص الإشارة اللسانية بالتّحديد، أكّد سوسير أنّه لا توجد إمكانية التعرف على المعنى من خلال الإيحاءات الصوتية للكلمات التي نتلفظ بها. فحسب هذا الأخير، يتمثّل السبيل الوحيد لحصول ذلك في الممارسات المتعارف عليها بين أفراد الجماعة اللّغوية حيث أن شيوع الإشارات اللغوية نتيجة استعمال أفراد المجتمع لها يفرض مدلولات معيّنة لها حسب مبدأ التّوافق العرفي و الاجتماعي.

نفس الفكرة أكّد عليها بولي Paulus (1969، ص. 15) من خلال توصضيحه أنّ الطابع «الغريب» للمدلول بالنسبة للدّال نتيجة الغياب التّام للتّحفيز بين هذين القطبين من المثلث الدّلالي يستلزم تأسيس معاني الإشارات على إصطلاحات إجتماعية صريحة أو ضمنية. وعليه، لا يمكن الإدراك المباشر لمعاني الإشارات إنطلاقا من ملاحظة سمات السّند الدّال عليها، ممّا يتطلّب لجوء الأفراد بالضرورة إلى تعلُّم مضامين الإشارات التّي تمّ اعتمادها في التواصل الاجتماعي بينهم.

فنتيجة أهمية الأطر الاصطلاحية في تحديد مدلولات الإشارات العشوائية، يترتّب غموضا في معاني

هذه الإشارات في حالة كون هذه الاصطلاحيات مبهمة. إذن، كما أوضحه غيرو Guiraud (1975) بشكل صريح، يمكن التأكيد على أنّ عشوائية الإشارة تستلزم إخضاع إختيار مدلولها لإصطلاحية واضحة لأنّ هذه الأخيرة تمثّل الإطار المرجعي الوحيد الذي يحدّد دلالات هذه الإشارات.

بشكل عام، يمكن أن نستنتج أن الإشارات الصّرفة تشكّل الأداة الملائمة لتعيين المعاني و الأفكار حيث يُفسر هذا التوافق الدّلالي التام للإشارة للتّعبير على المضامين بنقاوتها و التي تولّدت من عدم وجود علاقة تشابه طبيعي أوشكلي بين الدّال والمدلول المكونين لها. كما ينتج أيضا من الطابع العاتم لدال الإشارة إكتساب الإطار الإتفاقي الصريح لتحديد مدلولها أهمية قصوى لأنّه على أساسه يتمّ الإجماع على تحميل كلّ دال بمضمون معيّن حيث يجب على أفراد المنظومة الاجتماعية التي تستعمل نظام إشارات معيّن في التّواصل بينهم أن يحترموا المدلول المُعطى لكلّ دّال.

3. الخصائص الدّلالية لمفهوم الرمز

1.3 التشتّت الخاص بمدلول الرمز و محاولة التركيب

1.1.3 أصل كلمة «رمز» و الغموض الموافق لمعناها

من جانب أصل معنى كلمة رمز، فهذا الأخير مشتّق من المفردة اليونانية semblon التي تعني شيء مادي مجزأ إلى قسمين حيث بإمكان الفردان الحائز كلّ منهما على جزء منه التعرّف على بعضهما البعض لاحقا و ذلك من خلال إعادة تشكيل الجسم الأصلي. فكما يظهره أصل هذه الكلمة، فهي تعني الوحدة أو الوضع بالتّلامس أو الرّبط.

تاريخيا، يبدو أنّ الرمز لعب دور الدّليل المادي على المودّة و الصداقة العائلية التي تربط بين الفردين الحائز كل منهما على جزء من الجسم الأصلي المجزّأ إلى جزئين و هذا في مرحلة زمنية تميّزت بانعدام الاستقرار و سادتها هشاشة رابطة الثّقة بين الأفراد نتيجة كثرة الصراعات الاجتماعية و الحروب بين الدول.

لكن، بالرّغم من وجود مدلول أصلي لكلمة رمز، إلاّ أنّه في الواقع هناك غموض واضح للمعنى الحالي لهذه الكلمة. فبرأي العديد من المتخصّصين في علم الدّلالة، يعود سبب ضبابية مدلول هذه الكلمة إلى المعنى الأصلي لها. في هذا الإطار، فإن غرونجون و آخرون .Gronjen et al (2008) كتبوا مقالا تحليليا قيّما أين بيّنوا فيه أنّه خلافا للوضوح الظاهري لمعنى الرمز، فإنّ محاولة التعريف الدّقيق لمدلول هذه الكلمة يمثّل إشكالا بالنّظر إلى تعدّد معانيها و بالتالي الوقوع في ما اعتبروه «حرج تعريفي».

في نفس الاتجاه، تطرّق رافان Raffin (2004، ص. 17-18) إلى التّوتر الذي يخص مفهوم الرمز

و ذلك نتيجة غموض طبيعته الدّلالية حيث يُعتبر، في نفس الوقت، كوحدة و كاختلاف للجزأين المكوّنين لهذا المفهوم. معنى هذا، أنّ هناك نوع من الصّراع بين الجزأين اللذين يتكوّن منهما الرمز حيث أنّه لا معنا للرمز من دون فصل هذين الجزأين، كما أنّ إعادة الوحدة بينهما يبجم عنه الكشف عن المدلول الخفيّ لهذا المفهوم و بالتالي يفقد الرمز دلالته الرمزية و قابليته للتّأويل.

تدعيما لهذا التفسير، أوضح بورولا Borella (1989، ص. 84) أنّ الطابع الجدلي للجانب القابل للإدراك الذّي يشكّل الرمز- أي الجسم المجزأ إلى قسمين- يمثّل عاملا مفسّرا للغموض المميّز لمفهوم الرمز. فهذا الجسم المُجسّد ماديا للرمز يكون ليس حاضرا بشكل كليّ وليس غائبا بشكل تام لأنّ حُضوره الكامل يستلزم الكشف المباشر عن مدلوله و بالتالي فقدان معناه. أمّا الغياب الكلي له، فيؤدي بالضّرورة إلى عدم وجود مفهوم الرمز و عليه يفقد وظيفة التّمثيل الدّلالي. في نفس السياق، توصّل ألو Alleau (1976) إلى إستنتاج خاصية «التشتّت الدّلالي» لمدلول كلمة رمز حيث شكّل ذلك خلاصة لتحليل معمّق و ثريّ لهذا المفهوم المعقّد و الغامض في آن واحد.

2.1.3 مختلف الدّلالات المعطاة لكلمة « رمز»

على أساس أنّ كل حامل للمعنى هو عبارة عن إشارة، نظر بارس Peirce إلى الرمز كنوع فرعي من فئة واسعة من أدوات الدّلالة و التّي تتمثّل في الإشارات . معنى هذا أنّ مفهوم الإشارة يتضمّن عدّة أصناف من أدوات تمثيل المعاني منها الرموز.

من جهة أخرى، أوضح أندري لالاند André Lalande في مُؤلّفه المشهور الذي يحمل عنوان: المصطلحات التقنية الفلسفية (طبعة 1926) *Le vocabulaire technique de la philosophie* أنّ كلمة «الرمز» تدلّ على ثلاث أنواع من الدّلالات المختلفة حيث يتضمّن المعنى الأول تمثيل شيء آخر على أساس قاعدة التّشابه بين الشيء المعني بالتّمثيل و الرمز المستعمل. كما يتعلّق الصنف الثاني من مدلول الرمز بسلوك عملي و الذّي يعبّر على سلوكات نموذجية مثل مواقف التّضحية التي قام بها كل من العلماء من أجل رفاهية البشرية والأبطال لهدف تحقيق الحرية لأوطانهم. أمّا النوع الثالث من مدلول هذه المفردة فيخص تعيين الكيانات الرياضية بالحروف و بالمؤثّرات الرياضية اللالسانية حيث تشكّل هذه الرموز الحرفية و اللاحرفية أدوات الكتابة الجبرية لكل من المعادلات الرياضية والفيزيائية.

في نفس الإطار، اعتمادا على تحليل مفصّل لمفهوم الرمز، إستخلص لاساغ Lassègue (2004) أنّ تعريف الرمز يشكّل مهمّة صعبة و معقّدة حيث يعود هذا التعقيد بالدرجة الأولى حسبه، إلى خاصية الثّراء الدّلالي لهذا المفهوم الواسع الاستعمال في مختلف جوانب الحياة البشرية. نفس

الخلاصة توصّل إليها ديرون Durand (1968) من خلال تأكيده على أن معنى الرمز، الذي سمّاه أيضا بالإشارة الرمزيـة، يستلزم «حزمة من الدّلالات» لأنّ هذا المفهوم ليس له مدلـول واضح و محدّد و نهائي بل إنّه يتميّز بتعدّد الدّلالات تبعا لمختلف السّياقات اللغوية التي نصادف فيها هذه الكلمة. كما اعتبر إيكو Eco (1988) أن الرّمز إشارة دلالية واسعة الاستخدام ومتعدّدة المعاني حيث تفسر هذه الحالة حسبه بتاريخ توظيف هذا المفهوم في اللغة العادية المشتركة بين الأفراد والتي تتميّز بغزارة دلالاتها و أيضا بغموض الممارسات الاجتماعية المرتبطة بتوظيف هذه المفردة.

بالإضافة إلى مجموع هذه العناصر المعرفية التي تؤكّد الغموض الذي يخصّ معنى مفهوم الرمز، أشار رافان Raffin (2004، ص. 18-19) إلى أنّ الرمز له ثلاث مستويات دلاليّة : معنا واسعا و آخر ضيّقا ودلالة فلسفية. فحسبه، يتعلّق المعنى الواسع بكل أشكال التّعبير الرمزي الخاص بعالم القيّم الثقافية بالأخصّ. أمّا المدلول الضيّق للمفهوم الذي تدلّ عليه هذه الكلمة فيخصّ الترميز الحرفي العلمي الصّارم الدّلالة لتمثيل موجودات رياضية و فيزيائية و كيميائية مثلا. فيما يتعلّق بالصنف الثالث من المعنى المرتبط بمفهوم الرمز، فيمكن إختصاره في عبارة أنّ الرمز يعطي الفرصة للفرد و يدفعه للتّأمل و للتفكير في مختلف الجوانب ذات الصّلة بالوجود الإنساني عموما.

من جهتهم، تطرّق كل من نوفونتان Nefontaine (2002) و فينو Vignaux (2003) إلى «الفوضى» التي تسود الاستعمال الدّلالي لهذه الكلمة. فنتيجة لهذه الحالة الواقعية الغامضة، فإنّ المؤلفين توصلا إلى خلاصة مفادها أنّ محاولة التعريف الدّقيق لمفهوم الرمز يمثّل عملا صعبا وإشكاليا.

لكن، بالرّغم من التشتّت الدّلالي و الغموض الذي يكتنف مفهوم الرمز، يبدو لنا أنّ هناك بعض المميّزات العامة لهذا المفهوم حيث سنحاول بكلّ تواضع إحاطة مدلوله بتجميع هذه الخصائص الأساسية التي نرى أنّه حصل بشأنها تقارب معتبر بين علماء الدّلالة بهدف تشكيل بؤرة دلالية كتعريف مبدئي لهذا المفهوم المعقّد.

3.1.3 محاولة استخلاص دلالة عامّة لكلمة رمز

بداية، من المهمّ الإشارة إلى نوع الإطار النظري الذي سوف نعتمده في البحث عن المميّزات العامة لمفهوم الرمز. فكما أوضح بورولا Borella (1989، ص. 11)، توجد طريقتان مختلفتان لتعريف مفهوم الرمز حيث ترتكز الطريقة الأولى ذات الطّابع النّوعي على اعتبار الرّمز كفكرة و كوحدة أساسية كاملة. أمّا المقاربة الثانية المسماة بالبنيوية فتهتم بالجوانـب التركيبية و الخصائص المنطقية والجسمية أي الفيزيائية الخاصة بالوجود الإمبريقي القابل للملاحظة للجزء الدّال على هذا المفهوم.

من الناحيـة العملية، نرى أنّ المقاربة البنائية أكثر ملائمـة لاستخلاص المميّزات الأساسيـة لهذا

المفهوم و ذلك بالنّظر إلى أنّ هذه المقاربة تهتّم بالجوانب المحسوسة والمقابلة للإدراك الخاصة بالرّمز حيث سيسمح لنا ذلك بالتّوصل إلى استنتاج بعض الخصائص الأساسية لهذه الأداة الدّلالية.

فبناءا على هذه المقاربة، يظهر أولا أنّ الرّمز هو عبارة عن إشارة خاصّة لأنّ مفهومه يستلزم وظيفة التّعيين الدّلالي للمعاني. فالجزء المادي المجسّد لهذا المفهوم هو أداة تقتضي إعطاؤها مدلولا معيّنا خاصا أو عاما. فحسب فالون Wallon (1970، ص. 188)، هناك نوع من استبدال السّند أو الجزء المادي للرّمز بالمعنى المتمثّل في الفكرة المجرّدة المستهدفة، مما يؤدي إلى تحميل هذا الجزء المادي بمدلول ما.

من جانبه، إعتبر بورولا Borella (2004، ص. 227) أن الرموز لها صفة إشارات مختلطة لأنّها تحتوي على عناصر ذات صلة بالخصائص الطبيعية للمفاهيم و الأفكار التي تمثّلها و هي أيضا تشمل على عناصر أخرى مؤسساتية دخيلة متفق على معانيها و لا علاقة لها بالضّرورة بمميّزات المضامين التي تدلّ عليها. فبالنّظر إلى طبيعة تركيب الرّموز، أشار بعض المهتمين بعلم المعاني إلى الوظيفة الإيحائية Evocation للرّمز لأنّ مدلولات هذه الرّموز تكون في حالات كثيرة «خفيّة». نتيجة لذلك، يبدو أنّ جوهر الرّمز عبارة عن « دلالات كامنة» بالنّظر إلى أنّ الجزء الملموس الدّال عليه يدّخر في طياته أكثر من فكرة، ممّا يتطلّب من الفرد بذل جهد تأويلي للتوصّل إلى مدلول من مدلولات الرّمز.

تدعيما لفكرة مبدأ قابليّة الرّمز للتّأويل، تعرّض كل من دوشارنو Decharneux و نوفنتان Nefontaine (2003، ص. 103) إلى وجهتي نظر كل من باشلار و ريكور حيث اعتبر الأول أنّ الرمز يتيح الفرصة لتشكيل الأحلام ، أمّا الثاني فيرى أنّ هذه الأداة تدفعنا إلى التفكير.

من جانب آخر، أشار بعض المتخصّصين في علم الدّلالة إلى التدخل الجزئي للاصطلاح في تحديد وضبط مدلول الرّموز حيث يترتّب عن ذلك فهم معانيها وفق قواعد إجتماعية متعارف عليها. ففي الكثير من الأحيان، تضمن هذه الاصطلاحية النسبية لمدلول الرّمز الأداء العملي أو الوظيفي له كأدوات للتّعبير و للتواصل الاجتماعيين (دولودان Deledalle، 1978 / أورتيغ Ortigue، 2007).

كتلخيص للمعطيات سالفة الذكر، يمكننا القول أنّ مفهوم الرّمز عبارة عن أداة للتّعبير و لاستحضار المعاني و الأفكار حيث أنّ الجزء المادي أو الحسّي الدّال على الرّمز يكون له بعض الخصائص الطبيعية أو الشكلية للأشياء أو للمفاهيم التّي يستهدفها من خلال التّمثيل الدّلالي. كما يتميّز أيضا مفهوم الرّمز عموما بتعدّد الدّلالات أو المعاني، ممّا يؤدي إلى اكتسابه خاصيّة الكمون الدّلالي نتيجة عدم البروز التام لمضمونه حيث تؤدي هذه الخاصية إلى القابليته المبدئية لتأويل معاني الرّموز.

بعد هذه المحاولة الهادفة إلى الإحاطة بالمفهوم العام للرّمز، نتعرّض فيما يلي إلى تحليل الخصائص الدّلالية الأساسية لهذا المفهوم حيث أنّ تحديد بعض هذه المميّزات من شأنه مساعدتنا على إجراء مقارنة بين مفهومي الإشارة و الرّمز.

2.3 خاصيّة التّحفيز للرّمز

لاحظ العديد من المتخصّصين في علم الدّلالة وجود رابطة تشابه واقعي أو شكلي بين الجزء القابل للإدراك للرّمز و بين الفكرة أو المفهوم الذي يعبّر عليه هذا الجزء الدّال للرّمز. فعلى أساس التّشابه الجزئي أو الكلّي بين الدّال و المدلول المشكّلين للرّمز، نقول أن هذا الأخير محفّز.

في هذا الإطار، أوضح غيرو Guiraud (1973) أن الطابع المحفّز للرّمز قد يكون حقيقيا أي واقعيا، كما أنّه قد يكون على شكل مجازي أو استعارة. في نفس الاتجاه، أكّد رافان Raffin (2004، ص. 22) أن الجزء المجسّد للرّمز أي الدّال عليه يحتوي في ظاهره بعض العناصر التي تسمح بمعرفة محتواه الدّلالي. إذن، هذا النوع من أدوات تمثيل المعاني ليس عشوائيا بل يتمتّع بدرجة معيّنة من التّحفيز. كمثال على ذلك، فإنّ الترميز للقوّة و للشّجاعة بصورة الأسد له ما يبرّره لوجود عناصر تشابه بين المفهوم المجرد للقوة و خاصيتي القدرة و الشّجاعة التي يفترض أن يمتلكهما الأسد فعليا.

فبالنظر إلى الخاصية المحفّزة لمفهوم الرّمز، يرى نوفنتان Nefantaine (2002، ص. 26) أن الرّمز يستلزم وجود رابطة أساسية غير عرضية على شكل علاقة عقلية و منطقية بين الجزء الدّال على الرّمز و المعنى المراد تمثيله به.

حول هذه النقطة بالتّحديد، تجدر الإشارة إلى أنّ أوجه التّشابه الذّي أشارت إليه أغلبية علماء المعاني بين دال الرّمز و مدلوله لا يمكن أن يكون إلا جزئيا و ذلك للسماح للرّمز بأداء الوظيفتين التّمثيلية و التّعيينية معا لأنّه يحصل من إقصاء إحدى الوظيفتين السابقتين فقدان الرّمز لوظيفته الدّلالية و بالتالي فيصبح أجوفا دون مضمون.

3.3 البعد التّعبيري الوجداني للرّمز

بصفته يشكّل أداة مميّزة للدّلالة على المضامين، يبدو أنّ الرّمز يمثّل الوعاء الملائم لاحتواء الشحنات الوجدانية الفردية أو الجماعية التّي يتقاسمها أفراد منظومة إجتماعية و ثقافية معيّنة. في هذا الإطار، أوضح كل من فينو Vignaux (1940، ص. 17) و ألو Alleau (1958،1997) ، أنّ الرّمز لعب دور الوسيلة الحقيقية التّي استعملها الإنسان تاريخيا للتّعبير على الجوانب العميقة للوجود الانساني و هذا لهدف التّواصل مع محيطه و إعطاء قيما وجدانية للعوالم التّي تحيط به لضمان التّفاعل معها. على هذا الأساس، أدّى الرّمز تاريخيا وظيفة حيويّة خاصة بضمان تجاوز الأفراد

للتجارب الواقعية التي صادفوها في حياتهم و بالتالي تمكينهم من بلوغ آفاقا تخيّلية و وجدانية متوافقة مع الآمال و الهواجس و الاعتقادات المرتبطة بالوجود البشري. فعلى أساس الشحنة الوجدانية التي تخص مفهوم الرّمز، أشار بولي Paulus (1969، ص. 13) إلى أنّ هذا المفهوم يلعب دورا هاما في التفاعل الوجداني الجماعي داخل المجتمع الذي تربط أفراده عادة قيّما ثقافية أو تجارب فردية مشتركة بينهم.

كتلخيص للمميّزات الذّاتية لمفهوم الرّمز، يمكننا القول أن التّحفيز يشكّل الخاصية الأولى لهذا المفهوم حيث تظهر هذه الصّفة بشكل أقلّ أو أكثر وضوحا في وجود خصائص طبيعية أو شكلية مشتركة بين الجزء الحسّي الدّال على الرّمز والمدلول المجرّد الموافق المراد تمثيله رمزيا، ممّا يعطي للفرد إمكانية الكشف الجزئي عن المضمون الدّلالي للرّمز.

كما يتميّز الرّمز بشحنته الوجدانية نتيجة لتحميله بالتّصورات الفردية التي تعبّر على علاقة الشخص بمختلف أبعاد وجوده و لاحتوائه عادة على قيّم ثقافية جماعية مشتركة بين أفراد المجتمع الواحد.

لكن، في سياق مختلف التحولات المستمرة التي تحدث للمجتمعات، من المنطقي التّساؤل حول درجة استقرار و ثبات مدلول الرّموز التي يتمّ استخدامها في السياقات الثقافية للمجتمعات. بعبارة أخرى، هل تحافظ الرّموز على مضامينها المتعارف عليها اجتماعيا أم أنّ معانيها قد تطرأ عليها تحوّلات بمرور القرون و ما يصاحبها من تغيّرات في مختلف جوانب الحياة البشرية ؟

4.3 إمكانية التحول المتبادل: رمز - إشارة

بالرّغم من تميّزه المبدئي بالطابع المحفّز، إلاّ أنّ الجزء الدّال والقابل للملاحظة للرّمز قد يفقد تدريجيا تشابهه الواقعي أو الشكلي بمدلوله ، ممّا يؤدي في النهاية إلى اكتسابه لطابع العشوائية و يتحوّل الرّمز إلى إشارة (بولي Paulus، 1969 / فالون Wallon، 1970/ نوفنتان Nefontaine، 2002 / بورولا Borella، 2004). بشكل أكثر تفصيلا، يرى بولي Paulus (1969، ص. 15) أنّ فقدان دال الرّمز لخاصيته المحفّزة يمثّل شكلا من أشكال «التّنقية» له و التّي تكون عادة بطيئة حيث يتطلّب هذا التحول حذف المركبة الوجدانية من هذا الرّمز. كما أكّد نوفنتان Nefontaine (2002، ص. 30) أنّ خضوع الرّمز إلى عملية «التّفقير» في تعدّد معانيه يؤدي به إلى اكتساب الطبيعة الدّلالية للإشارة و ذلك بمجرد إعطائه مدلول مضبوط و نهائي.

ففي مثل هذه الحالة، يصبح الرّمز أداة دلالية نقيّة نتيجة فقدانه لكل من عناصر التّشابه الحسّي و الوجداني مع الأفكار التي يمثّلها. فبالنظر إلى هذه السيرورة البطيئة، أشار نوفنتان Nefontaine (2002) إلى أنّ الرّمز يتّجه تدريجيا إلى أن يصبح إشارة غير محفزة نتيجة فقدانه لكمونه الدّلالي

وغموضه الطبيعي.

و عليه، ينتج من عملية فقدان الرّمز لكل من تحفيزه و شحنتة الوجدانية زيادة في دقّة معناه بالنّظر إلى تضييق إمكانية تأويله. ففي هذه الحالة، فإنّ الإطار الاصطلاحي يشكّل المحدّد الوحيد لمدلول الرّمز الذي خضع إلى التنقية لأنّه يصبح له طابع إشارة عشوائية ذات تعيين دلالي دقيق.

في الحقيقة ، فإنّ تحـوّل دال الرّمز من حالة شفّافة إلى حالة عاتمة نتيجة فقدان الرّمز لخاصية التّحفيز و لشحنته الوجدانية قد يكون في الإتجاه المعاكس. في هذه الحالة العكسية، فإنّ إلحاق عناصر تحفيز للإشارة و ربطها بقيم وجدانية يؤدي بشكل حتمي إلى تحويلها إلى رمز. على سبيل المثال، نجد أن إدماج الأرقام الرياضية المجرّدة 1 و 3 و 7 غير المحفّزة في أنظمة فكرية خاصة ببعض الثقافات نجم عنه تغيير للطابع الدّلالي لهذه الإشارات العشوائية نتيجة تحميلها بقيّم ثقافية و وجدانية محدّدة. و عليه، تصبح هذه الأرقام عبارة عن رموز وليست مجرّد إشارات عشوائية. مثال ذلك، ربط العددين المجرّدين 1 و 3 على الترتيب بعقيدتي التّوحيد لدى المسلمين و التّثليث لدى المسيحيين.

إذن، يكون تحويـل الرّمز إلى إشارة بإزالة العناصـر التي تؤدي إلى كل من تحفيـز هذا الأخيـر و تحميله بشحنة وجدانية. كما أنّ إضافة اعتبارات ذات طابع وجداني إلى الإشارات يؤدي إلى تحويل هذه الأخيرة إلى رموز محفّزة.

4. ملخص مقارنة بين الخصائص المميّزة لكل من الإشارة و الرّمز

بالرّغم من الغموض النّسبي الذي يميّز مفهومي الإشارة و الرّمز، إلاّ أنّه توجد مجموعة من العناصر الدّلالية التّي تميّز كل منهما عن الآخر. فباستثناء إشتراكهما في أداء دور احتواء المعاني، فإنّ الخصائص الدّلالية الأساسية للإشارة تختلف عن تلك التي يتميّز بها مفهوم الرّمز.

فبالنّسبة لمفهوم الإشارة، تتمثّل خاصيتها الأساسية في العشوائية حيث يرجع ذلك إلى الطابع العاتم و الغامض للدّال نتيجة الغياب الكلي لعناصر تشابه حقيقي أو شكلي بين هذا الدّال و مدلوله. فنتيجة لهذه الخاصية، يتمثّل المعيار الوحيد الذي يحدّد مضمون دال الإشارة في الاختيارات الاصطلاحية الجماعية الصريحة المتّفق عليها كقواعد الترميز الكيميائي في ميدان الكيمياء أو الطريقة الضّمنية المعتمدة عادة على الأعراف المالوفة في التّعاملات الإجتماعية. كما ينتج من الميزة العشوائية للإشارة إستعدادها المسبق و قدرتها الكامنة المعتبرة في تعيين المضامين بشكل دقيق نتيجة تحرّرها التام من التّحفيز و خضوعها الكامل لمبدأ الإتفاق في إسناد المدلولات لها.

على نقيض الخاصيّة العشوائية لمفهوم الإشارة، يتميّز مفهوم الرّمزعموما بالتّحفيز الجزئي بين دّاله القابل للإدراك وبين المدلـولات المجرّدة المستهدفة بتمثيلها رمزيا حيث يتجسّد هذا التّحفيـز في

وجود علاقة تشابه فعلي أو شكلي بين هذا الدّال و بين بعض مميّزات مدلولاته. و منه، فإنّ الشفافية النسبية للجزء الدّال على مفهوم الرّمز تجعل من أهمية تدخّل الاصطلاحية في تحديد المعاني محدودة لأنّ المعنى المراد التّعبير عليه من خلال توظيف رمز ما تظهر بعض ملامحه على الدال المستعمل. فعلى أساس هذه المميّزات، يرى الكثير من المتخصّصين في علم الدّلالة أنّ الرّمز يشكّل الأداة المناسبة للتّعبيرعلى الجوانب الوجدانية و على التّصورات الفردية والجماعية حيث يفسّر هذا التّلاؤم بحاجة الإنسان إلى التفاعل مع محيطه الاجتماعي والوجداني و إعطاء وجوده أبعادا واسعة.

بعد هذا التوضيح الدّلالي لمفهومي الإشارة والرّمز، نحاول فيما يلي إسقاط المعطيات الدّلالية السابقة على أدوات التّعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية الضّرورية لنمذجة العلاقات الفيزيائية على شكل معادلات رياضية. فمن خلال هذا الاسقاط، نسعى إلى توضيح الطابع الدّلالي للحروف المختارة عادة في تعيين هذه المقادير.

5. استلزامات خاصّة بالطبيعة الدّلالية للحروف المختارة لتمثيل المقادير الفيزيائية

1.5 الخاصية المنطقية - الرياضية للرموز الحرفية للمقادير الفيزيائية

تنتمي الحروف المختارة عادة لتعيين المقادير الفيزيائية إلى نوع محدّد من الأدوات الدّلالية والتي تدعى بالإشارات اللّسانية أي المنطوقة صوتيا حيث تشكّل هذه الحروف فئة من الأدوات المستخدمة في الصياغة الرياضية للعلاقات بمختلف أنواعها.

فباعتبار أنّ الرّموز الرياضية تمثّل نموذجا لفئة من الكيّانات المجرّدة التي يستخدمها الرياضي لتعيين المقادير و المتغيّرات أو عمليات قابلة للإجراء على هذه المقادير، يمكن تفسير انتساب الرّموز الحرفية للمقادير الفيزيائية إلى فئة الرّموز المنطقية - الرياضية على أساس عدم قدرتنا على استخلاص معطيات حول خصائص هذه المقادير إنطلاقا من الرّموز الحرفية المختارة في هذه العملية التّعيينية (بريوتو Priéto، 1966).

في هذه الأثناء، للإحاطة أكثر بالطبيعة الابستمولوجية للحروف الممثّلة للمقادير الفيزيائية، نجد مهما التوضيح أنّ إنخراط هذه الرّموز الحروف في فئة الرّموز الرياضية لا يستلزم تجريدها من مدلولها الفيزيائي و إعطائها الطابع المجرّد الذي يخص بالتحديد الرّموز الرياضية. بعبارة أخرى، تشكّل العلاقة الرابطة بين الرّموز الرياضية والمعاني المجرّدة التي تدلّ عليها هذه الرّموز نقطة إختلاف جوهرية مقارنة بالحروف الممثّلة للمقادير الفيزيائية لأنّ هذه الأخيرة ترتبط إرتباطا وثيقا مع جانب من الجوانب الواقعية للظواهر الفيزيائية التي تمّ الترميز لمقاديرها بهذه الحروف. ففي هذا الموضوع،

يجسّد كل من الجانب البّعدي المرتبط بوحدة قياس كل مقدار فيزيائي و كذا رتبة أبعاد قيّم هذه المقادير الفيزيائية إرتباطا وثيقا لهذه الرّموز الحرفية بالواقع الفيزيائي للظواهر المدروسة.

إذن، بالرّغم من القدرة التّعبيرية الكميّة المعتّبرة و المشتركة بين الرّموز الرياضية الدّالة على المتغيّرات و الحروف المختارة لتعيين المقادير الفيزيائية، إلاّ أنّ تعلّق رموز المقادير الفيزيائية بكل من وحدات القياس التّي ترافق القيّم العددية لهذه المقادير و ضرورة خضوع النتائج الفيزيائية التي نتحصّل عليها في حل المسائل مثلا إلى معيار رتبة الأبعاد للنّظر في مدى توافقها مع الواقع الفيزيائي المعني بالدراسة يسمحان بالتّمييز بين الطبيعة الابستمولوجية لكل من الرّموز الحرفية للمقادير الفيزيائية و تلك التي نستعملها في تعيين المقادير الرياضية.

2.5 غياب تحفيز الحروف الممثّلة للمقادير الفيزيائية

اعتمادا على الخصائص الدّلالية التي تميّز كل من مفهومي الإشارة و الرّمز، يمكننا الاستنتاج أنّ الحروف التي نختارها عادة لتعيين المقادير الفيزيائية تكون عشوائية نتيجة انعدام علاقة التّشابه أو التّماثل بين هذه الحروف و الخصائص المميّزة للمقادير الفيزيائية المعينة بهذه الحروف. على هذا الأساس، نرى أنّ هذه الأدوات الدّلالية هي إشارات عشوائية.

فبالرّغم من احتمال تبرير اختيار هذه الحروف باللّغة التي نستخدمها في تحرير كتب الفيزياء أو في تدريس هذه المادة مثلا، إلاّ أنّ المبدأ المؤطّر لعملية تعيينها الحرفي يعود إلى إقامة أطر إصطلاحية صريحة و رسمية و التي بمقدورها أن تجعل من الاعتبارات الأولية لاختيار هذه الحروف ذات أهمية هامشية.

بالرجوع إلى التسمية المتداولة عادة في الفيزياء، نعتبر أنّ مصطلح «الرّموز» غير مناسب لتسمية الحروف التّي تدلّ على المقادير الفيزيائية. إذن، ينبغي إستبدال هذه التّسمية بكلمة الإشارة. في هذا الشأن، أشار كل من بورولا Borella (1989) و ديبوا Dubois (2001) إلى هذا الخطأ الشائع في تسمية الإشارات الحرفية العشوائية لتعيين المقادير الرياضية و الفيزيائية بالرّموز حيث أوضح ديبوا أنّ هذه التسمية تكون ملائمة فقط في حالة تحميل الأعداد و الإشارات بقيّم رمزية، ممّا يعطي لها أبعادا وجدانية خاصة بمفهوم الرّمز.

في نفس السياق و تأكيدا لهذه الفكرة، صنّف جانغ Jung (1964) الكلمات المكتوبة أو الشفوية و كذا الاختصارات الحرفية للتّسميات في فئة الإشارات الصّرفة العشوائية و هذا في إطار تمييزه الصّارم بين مفهومي الإشارة و الرّمز. نفس الطرح دافع عليه ألو Alleau (1976) حيث أنه إعتبر أن كل العلاقات الحرفية للكيمياء و للعلوم الأخرى لا تنتمي إلى فئة الرّموز بل يتوافق تصنيفها الموضوعي

مع مفهوم الإشارات العشوائية.

لكن، نظرا لشيوع استخدام كلمة الرّموز في تسمية الحروف التي تختار عادة لتعيين المقادير الفيزيائية و بالتالي تعوّد المكونين و المتعلّمين على حدّ سواء في توظيفها في الممارسات التعليمية للفيزياء، سوف نحتفظ بنفس هذه التسمية غير الدّقيقة لأدوات الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية في التحليل اللاّحق و هذا لغرض تسهيل فهم محتوى هذا البّحث.

خـاتـمــة

من خلال المعطيات الدّلالية السابقة، يمكن القول أنّ الحروف التي تعوّدنا على تسميتها « برموز المقادير الفيزيائية » هي إشارات عشوائية صرفة حيث أنّه لا توجد علاقة تشابه في الشّكل أو في المضمون بين الدّال المتمثّل في الحرف المختار في هذه العملية الدّلالية و المدلول الخاص بالمقدار الفيزيائي المعني بالتّعيين الحرفي.

على هذا الأساس، يعتمد اختيار هذه الحروف على مبدأ حريّة المستعمل. غير أنّ الاستخدام الجماعي لهذه الحروف في كتابـة المعـادلات الفيزيائية في كـل من الكتـب المرجعية و المقـالات العلمية للفيزيـاء و كذلك في الكتب المدرسية بالأخص لهذه المادة يحدّ من حرية الاختيار و يستدعي نظريا وضع إطارا محدّدا لقواعد اعتماد الرّموز الحرفية للمقادير الفيزيائية.

في الواقع، تتدخّل عادة اعتبارات غير دلالية في اختيار رموز المقادير الفيزيائية. فمن بين هذه الاعتبارات، نذكر مثلا تلك التي لها علاقة بالجوانب التّربوية للفيزياء كضرورة ضمان استقرار المعادلات الفيزيائية لتسهيل فهم التلاميذ لمحتوياتها و لربح وقت تعليمي أو تلك المتعلقة باللغة المستخدمة في الصّياغة الرياضية للعلاقات الفيزيائية.

بالنّظر إلى الطابع العشوائي للحروف المختارة لتعيين المقادير الفيزيائية، يظهر لنا أنّه من الوجاهة التّساؤل حول أسباب غموض طريقة التّرميز الحرفي للمقادير الفيزيائية في الكتب المدرسية و شبه المدرسية المحلية و الأجنبية للفيزياء التّي قمنا بتحليلها في الجزء الأول من هذا البحث.

كما نتساءل أيضا عن أسباب وجود تناقض بارز بين الممارسات المألوفة الغامضة للترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية من جهة و الأطر الاصطلاحية الصّريحة و الرسمية و العالمية الخاصة بالتعيين الحرفي لموجودات أخرى في العلوم الفيزيائية منها بالتحديد وحدات القياس و العناصر الكيميائية. بعبارة أكثر وضوحا، نتساءل حول طبيعة الاعتبارات التّي جعلت من طريقة الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية مبهمـة و غير صارمة مقارنة بالقواعد الرّسمية و العالمية لنفس نوع النشاط الترميزي الحرفي في تّعيين كل من وحدات القياس و العناصر الكيميائية.

الفصل الثالث:

تحليل تاريخي لقواعد اختيار الحروف
الممثلة للمقادير الفيزيائية

تمهيد

1. الجوانب المنهجية المتعلقة باختيار كتب العلوم الفيزيائية و كيفيات تحليل محتوياتها

2. ممارسات الترميز الحرفي في الكتب المنشورة خلال القرنين 18 و 19م

1.2 الترميز للمقادير الفيزيائية

1.1.2 كيفيات تقديم عمليات التعيين الرمزي للمقادير الفيزيائية

2.1.2الممارسات الاعتيادية الغمضة المميزة للترميز للمقادير الفيزيائية

2 .2 التمثيل الرمزي لوحدات القياس في كتب الفيزياء

2.3 الترميز المنتظم للعناصر الكيميائية

3. ديناميكية تأسيس اصطلاحيات الترميز الحرفي لبعض مكونات العلوم الفيزيائية

1.3 بعض المحاولات المتأخرة لإقامة إطار نظامي للترميز بالمقادير الفيزيائية

2.3الإطار النظامي الرسمي لقواعد التعيين الرمزي لوحدات القياس

1.2.3 إشكالية تعدد وحدات القياس

2.2.3 لمحة مختصرة حول الجهود الجماعية المبذولة لتوحيد وحدات القياس و تحديد الرموز الحرفية الموافقة لها

3.3 تأسيس قواعد صارمة و عالمية للتمثيل الرمزي الكيميائية

1.3.3 الصعوبات المصادفة الناتجة من التسميات الغامضة لمركبات الكيمياء القرن 17م

2.3.3 النقاش و الجهود الجماعية المؤدية إلى ضبط تسميات و رموز العناصر و بالمركبات الكيمائية

4. العوامل المفسرة للخاصية غير الصارمة و الضمنية لاصطلاحية الترميز للمقادير

1.4 هيمنة الجوانب النظرية للفيزياء على الاهتمام بأدوات الترميز

2.4 الخصوصية الابستمولوجية لمفهوم المقدار الفيزيائي

خاتمة

تمهيـد

بالنّظر إلى الخاصية العشوائية للحروف المستخدمة عادة في تعيين المقادير الفيزيائية، فإنّ اختيارها يجب إن يكون خاضعا لقواعد إصطلاحية صريحة و رسمية و هذا بهدف تمكين جميع المتدخلين في مجال الفيزياء من فهم مضمون المعادلات الرّمزية التي تعبّر على العلاقات الفيزيائية.

ففي مجال تدريس الفيزياء بالخصوص، تظهر أكثر أهميّة توضيح القواعد الاصطلاحية لهذا التّرميز الحرفي لتسهيل فهم التلاميذ و الطلبة للمضامين الفيزيائية للعبارات الرياضية للفيزياء حيث يكتسي وضوح المدلول الفيزيائي لرموز المقادير الفيزيائية و استقرار استعمال هذه الرّموز الحرفية أهميّة قصوى في فهم التلاميذ لمحتويات الفيزياء.

في الواقع، تصطدم الضّرورة البيداغوجية بالأخص لتحديد محتوى رموز المقادير الفيزيائية عن طريق الكشف الصّريح عن الأطر الاصطلاحية للترميز الحرفي لها بالمعطيات التي استنتجناها في الشق الأول من هذا العمل أين لاحظنا غموضا كبيرا في طريقة التّعيين الحرفي لهذه المقادير في عيّنة من كتب الفيزياء الخاصة بطورالتّعليم ما قبل الجامعي المطبوعة في الجزائر و في أوروبا.

و عليه، بهدف البّحث عن إطار تفسيري لهدا الغموض، نقدّم في هذا الفصل تحليلا تاريخيا لنشاط التّعيين الرّمزي للمقادير الفيزيائية و لوحدات قياسها و للعناصر الكيميائية المصادف في مجموعة من كتب الفيزياء و الكيمياء ذات الطبعات الأصلية المنشورة خلال القرنين 18 م و 19 م.

فمن خلال هذه الدراسة التحليلية، نسعى إلى إلقاء الضوء على الأصول التاريخية لجوانب غموض طريقة التّعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية مقارنة بخصائص هذه العملية في التّرميز الحرفي لكل من وحدات القياس و العناصر الكيميائية.

ففي هذا التوضيح التاريخي، سوف نوظّف أيضا المعطيات المعرفية التي تحصّلنا عليها من تحليلنا لبعض الدّراسات التي تطرّق مؤلفوها فيها إلى دراسة بعض الجوانب الخاصة بالسّياقات التاريخية للتّرميز الحرفي للمقادير الفيزيائية و لوحدات قياسها و للعناصر الكيميائية.

قبل التطـرق إلى محتوى هذا التحليل التاريخي، نوضّح بداية الجوانـب المنهجية المتّبعة في إنجازه.

1. الجوانب المنهجية الخاصة باختيار كتب العلوم الفيزيائية و كيفيات تحليل محتوياتها

يعود اختيارنا للقرنين 18 م و 19 م إلى اقتران القرن17 م ببدايات ظهور التّرميز الحرفي للمقادير الفيزيائية في الكتب المنشورة خلال هذه الفترة الزمنية. بالإضافة إلى هذا، شهدت الفترة المختارة بروز المجلات العلمية الأولى و كتب الفيزياء و الكيمياء الأصلية بهدف نشر المعارف العلمية.

بداية، تمّ اختيارنا لعيّنة متكوّنة من 29 كتابا للفيزياء و 9 كتبا خاصة بالكيمياء كمادة للتحليل المقرّر

إنجازه حيث شملت عيّنة كتب الفيزياء المختارة أغلب مجالات هذه المادة كالميكانيك و الضوء و الحرارة و الكهرباء والمغناطيسية. كما ضمّت كتب الكيمياء المعنية بالتحليل مجالات الكيمياء الطبية و العضوية بالخصوص.

باستثناء مجموعة محدودة من كتب الفيزياء غير المرقمنة التي تمكّنا من الإطلاع على مضامينها بتفحص نسخها الأصلية في مكتبة جامعة باريس 1، فإننا لجأنا، في أغلب الأحيان، إلى استخدام النسخ الرقمية لكتب العينة المختارة للتحليل و التي يتضمنها الموقع الإلكتروني للمكتبة الوطنية الفرنسية (gallica.bnf.fr/Bibliothèque nationale de France)

فبالنظر إلى أن إختيارنا لهذه الكتب غير شامل، فإن المعطيات التي ستستخرج من العملية التحليلية لمحتوياتها تكون لها قيمة دلالية عامة. و عليه، ينحصر هدفنا فقط في إطار محاولة إلقاء نظرة عامة حول تاريخ الترميز الحرفي في العلوم الفيزيائية للإطلاع على الطريقة المعتمدة تاريخيا في هذه العملية و على الممارسات المرتبطة باستخدام الرموز الحرفية للتعبير على مضامين هذه العلوم.

فيما يخص الجانب الزمني لطبع هذه الكتب، فإن سنوات نشر كتب الفيزياء المعنية بالتحليل تمتد بشكل تقريبي على كامل الفترة الزمنية المختارة. أما كتب الكيمياء، فيتعلق أغلبها بالنصف الأول من القرن التاسع عشر حيث يبرر هذا التركيز على فترة محددة بعوامل ذات صلة بالبحث عن بداية ظهور التمثيل الرمزي للعناصر و للمركبات الكيميائية.

أساسا، إرتكز إهتمامنا على بدايات تواجد الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية و لوحدات قياسها و للعناصر و للمركبات الكيميائية في إختيارنا للكتب المكونة عيّنة الدراسة حيث نوضح جزءا منها في الجدولين 1 و 2.

جدول 1: قائمة لعينة من كتب الفيزياء المعنية بالتحليل مرتبة ترتيبا تصاعديا حسب سنوات طبعها.

السنة	المؤلف	عنوان الكتاب
1752	D'Alembert	*Essai d'une nouvelle théorie de la résistance des fluides.*
1783	Benjamin R	*Nouveaux principes d'artillerie.*
1788	De La Grange	*Méchanique analitique.*
1803	Haüy R.-J	*Traité élémentaire de physique. Tome 2*
1811	Poisson S.-D	*Traité de mécanique. Tome 2*
1827	Ohm G.- S	*Die galvanische kette mathematisch bearbeitet.*
1832	Pouillet	*Éléments de physique expérimentale et de météorologie. Tome 1*
1837	Lamé G.	*Cours de physique de l'école polytechnique. Tome 1*
1855	Becquerel et Becquerel É.	*Traité d'électricité et de magnétisme. Tome 1*

1861	Daguin P.-A	*Traité élémentaire de physique théorique et expérimentale. Tome 3*
1873	Maxwell J.- C	*A Treatise on electricity and magnetism. Vol. 2*
1888	Flamant A.	*Mécanique générale.*

جدول 2: قائمة لعينة من كتب الكيمياء المعنية بالتحليل مرتبة ترتيبا تصاعديا حسب سنوات طبعها.

السنـة	المؤلـف	عنــوان الكتــاب
1793	Lavoisier	*Traité élémentaire de chimie,* Tome 1, 2e édition
1828	Dumas M.	*Traité de chimie appliquée aux arts,* Tome 1.
1833	Thénard L.- J.	*Éléments de chimie, Première partie.*
1834	Robin É.	*Chimie médicale raisonnée.*
1847	Berzelius J.- J.	*Traité de chimie minérale et végétale et animale, Tome 4 (Traduction, 2e édition)*
1854	Gerhardt C.	*Traité de chimie organique, Tome 3*
1865	Pelouze J. ; Fremy E.	*Traité de chimie générale, analytique, industrielle et agricole* (Tome 6, 3e édition)

نشير إلى أن أغلب الكتب المختارة للتحليل يتمتع كتّابها بسمعة علمية معروفة حيث أنها تمثل عموما مراجعا علمية و بيداغوجية ذات شهرة متعارف عليها.

بالنسبة لشبكة تحليل الكتب المختارة، فهي ترتكز على دراسة كيفيات تقديم التمثيل الرمزي للمقادير الفيزيائية و لوحدات قياسها و للعناصر الكيميائية. كما، إنصب إهتمامنا أيضا على الممارسات الإعتيادية و المتكررة المميزة لتوظيف الرموز الحرفية المختارة في التعبير على العلاقات الفيزيائية و على وحدات قياس المقادير الفيزيائية و في الكتابة الرمزية للعناصر و للمركبات الكيمائية.

2. ممارسات التّرميز الحرفي في الكتب المنشورة خلال القرنين 18 م و 19 م

1.2 الترميز للمقادير الفيزيائية

1.1.2 كيفيات تقديم عملية التعيين الرمزي للمقادير الفيزيائية

في كتب الفيزياء المنشورة خلال النصف الثاني من القرن 18 م، لاحظنا وجود التعيين الرمزي لبعض المقادير الفيزيائية. عادة، تتم هذه العملية بإعطاء مباشر للحروف اللاتينية و الإغريقية المختارة للتمثيل الرمزي للمقادير الفيزيائية المعنية دون الإفصاح على الطريقة المعتمدة في إختيار هذه الحروف. على سبيل المثال، صادفنا إستعمال دالمبير D'Alembert (1752) للحروف(R) و(Q) و (u) للتعيين على التوالي لمقاومة مائع و للسرعات المتتالية لمتحرك. نفس الأسلوب اتبعه

دولغرانج De Lagrange (1788) بتمثيله للقوى المحركة لجسم بالحروف (P) و (Q) و (R) و كذا للكتلة بالحرف(m). كما عاينا اتباع هذا المنوال من طرف مؤلفي الكتب المفحوصة في تمثيلهم الحرفي للمقادير الفيزيائية المرتبطة بالظواهر المدروسة.

للتوضيح أكثر هذه الكيفية، نقدم مجموعة من المقتبسات من بعض الكتب المفحوصة. ففي كتابه المعنون *Traité élémentaire de physique* (الجزء 2)، إستخدم هاييي Haüy (1803، ص. 54-55) الحرفين (F) و (T) للتعيين الرمزي، على الترتيب، لكل من قوة التنافر عن بُعد و قوة فتل خيط أو سلك معدني. نفس الأسلوب إتبعه بواسون Poisson (1811 ، ص. 8-9) في التعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية المتدخلة في تعريف كثافة الأجسام و ذلك باختيار الحروف (M) لتعيين الكتلة و (V) لتمثيل الحجم و (D) لتعيين كثافة جسم ما.

من جانبه، في مؤلفه المعنون *A treatise on electricty and magnetism* (الجزء 2)، إعتمد ماكسوال Maxwell (1873 ، ص.373-374) في صياغته الرياضية لقانونين خاصين بالكهرباء على التقديم المباشر للحروف المختارة لتمثيل المقادير الفيزيائية المعنية بهاتين العلاقتين دون الكشف عن الأسس المتبعة في إختيار الرموز الحرفية الممثلة لهذه المقادير الفيزيائية حيث أعطى العبارتين الرمزيتين التاليتين $E = R\,\gamma$ و $Q = E\,\mathrm{C}$ بشكل مباشر.

فبالرغم من التقديم المباشر للحروف المعتمدة في التعيين الرمزي للمقادير الفيزيائية الملاحظ في جل الكتب المفحوصة، فإن وجود قواعد ضمنية لدى هؤلاء المؤلفين لتأطير الترميز لهذه المقادير غير مستبعد حيث يظهر من تفحص الرموز المعتمدة أن إختيار الحرف الأول من أسماء هذه المقادير يمثل المعيار الشائع المتبع من طرف أغلب المؤلفين في التمثيل الرمزي لعدد معتبر من المقادير الفيزيائية. في هذا الإطار، لاحظنا توافقا تاما بين الحروف المعتمدة و الحروف الأولى لأسماء عدد هام من المقادير الفيزيائية الممثلة بالرموز الحرفية وهذا بشكل مستقل عن اللغة المستعملة في كتابة المحتوى الفيزيائي للكتب المفحوصة.

كمثال على شدة التمسك بالقاعدة المشار إليها، إعتمد أحد المؤلفين نفس الحرف لتعيين مقدارين فيزيائيين مرتبطين بنفس العلاقة الفيزيائية. يتعلق الأمر ببرونلي Branly (1905. ص.44) الذي عيّن رمزيا كل من الضغط pression و الوزن poids بنفس الحرف الأول لإسمي هذين المقدارين ومستخدما لنمطين مختلفين من الكتابة (كبيرة و صغيرة) في العبارة الرمزية التالية : p=P/s و التي تدل على أن الضغط هو حاصل قسمة الثقل على مساحة السطح المضغوط.

في هذه الأثناء، لاحظنا أنه على عكس الإختيار الضمني الغالب للحروف الممثلة للمقادير الفيزيائية،

وجدنا بعض الحالات المحدودة أين كشف المؤلفون المعنيون بهذه الإستثناءات على القاعدة التي إتمدوها في إختيارهم للرموز الحرفية. كمثال على ذلك، خلال صياغته الرياضية للعلاقة المعبرة على الحركة المستقيمة المنتظمة v= E/t، أوضح مولي Mollet (1811، ص.34-35) بشكل صريح، على شكل تهميش في أسفل الصفحة، أن الرموز الحرفية (v) و (E) و (t) التي اختارها تمثل الحروف الأولى لأسماء المقادير الفيزيائية المعنية بمعادلة الحركة المستقيمة المنتظمة حيث عيّن كل من السرعة vitesse بالحرف (v) و البعد Espace بالحرف (E) و الزمن temps بالحرف (t).

بشكل مناقض لهذا التوجه، صادفنا أيضا بعض الحالات التي تم فيها الترميز لبعض المقادير الفيزيائية بحروف لا تتطابق مع تلك التي تبدأ بها أسماؤها. كمثال على هذا، نشير إلى تعيين كل من شدة التيار الكهربائي و القوة المحركة الكهربائية من طرف ماكسوال Maxwell (1873)، على الترتيب، بالحرفين (γ) و (A). كما إستخدم فلامن Flamant (1888) الحرف (J) لتعيين التسارع. أما بواسون Poisson (1811) فاختار الحرف (A) للتمثيل الرمزي لعزم عطالة جملة ميكانيكية.

بالإضافة إلى ما سبق، نعتبر أن لجوء العديد من المؤلفين إلى إستعمال الحروف اليونانية لتمثيل بعض المقادير الفيزيائية من شأنه تقوية الإستثناء الملاحظ في طريقة الترميز للمقادير الفيزيائية بالإعتماد على القاعدة الضمنية المرتكزة على إختيار الحروف الأولى من أسماء هذه المقادير. لكن، في السياق العام لعملية الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية، يبدو لنا أن هذا الإستثناء ليس عفويا بل يشكل إستراتيجية مقصودة لهدف تفادي تعيين أكثر من مقدار فيزيائي بنفس الحرف الذي تبتدئ بها أسماء بعض المقادير الفيزيائية. فمن بين العناصر المدعمة لهذا الإفتراض، نورد إستخدام أنماط كتابة مختلفة للحروف الأولى المتماثلة لأسماء المقادير الفيزيائية. في هذا الإطار، لاحظنا أيضا تكرار اللجوء إلى إستعمال الكتابتين الكبيرة majuscule و الصغيرة minuscule لتحقيق التمييز في الرسم التخطيطي لهذه الحروف المتماثلة النطق. فعلى ضوء هذه الإستراتيجية، تـمّ تمثيل الحجم volume بالحـرف الكبير (V) و السرعة vitesse بالحرف الصغير (v). أما الثقل poids، فتم تعيينه بالحرف (P) أو (π) و الضغط pression بالحرف (p).

كتقوية لموضوعية فرضيتنا السابقة، نقدم التوضيح الموجود في الفقرة أسفله و الذي أشار إليه فلامون Flamant (1888، ص.90) لتنبيه القارئ إلى عدم الخلط في إدراك مضمون نفس الرمز اليوناني (ρ) (رو) الذي إستخدمه في التمثيل الحرفي لأكثر من مقدار فيزيائي: الكثافة و نصف القطر جسم

«Nous avons déjà employé (№35) et nous emploierons encore (№ 42) la lettre ρ pour représenter la densité en chaque point d'un espace continu à deux ou trois dimensions ;

cette lettre est alors sans indice ; tandis que lorsqu'elle désignera un rayon de giration, elle sera toujours affecté d'un indice rappelant la direction de l'axe par rapport auquel on prend le moment d'inertie. Il n'y a donc pas d'ambiguïté »

إذن، يمكن القول أن الترميز للمقادير الفيزيائية يسوده الطابع الضمني المتمثل في استعمال القاعدة المرتكزة على اعتماد الحرف الأول من أسماء هذه المقادير. بالإضافة إلى هذه الخاصية، تمّ الحرص على ضرورة تفادي الخلط بين المقادير الفيزيائية من خلال إعتماد نفس الحروف الأولى لأسمائها. لتحقيق هذا الشرط الهام، هناك إمكانية كتابة الحروف المتماثلة بأنماط كتابة مختلفة (صغيرة و كبيرة) أو اللجوء الإستثنائي إلى استعمال بعض حروف اللغة اليونانية.

2.1.2 الممارسات الإعتيادية الغامضة المميّزة للتّرميز للمقادير الفيزيائية

في الإستعمال المألوف للرموز الحرفية المختارة لتعيين المقادير الفيزيائية التي وجدناها في كتب الفيزياء المفحوصة، لاحظنا وجود موقفين أساسيين مختلفين. يتعلق الموقف الأول بالإستقرار البارز في إختيار و في إستعمال مجموعة من الرموز الحرفية لتمثيل مقادير فيزيائية محددة. معنى هذا أن المؤلفين المعنيين بهذا السلوك حافظوا على إستخدام نفس الحروف لتعيين المقادير الفيزيائية واستعملوها بشكل منتظم في الصياغة الرياضية للعلاقات الفيزيائية الخاصة بالظواهر الفيزيائية المدروسة حيث عاينا ذلك على مدى صفحات الكتب المفحوصة.

بالإضافة إلى هذا الثبات الخاص باستعمال الرموز الحرفية لتلك المقاديرالفيزيائية، يبدو أن هؤلاء المؤلفين قد أعطوا قدرا من الإهتمام لضمان ثبات الرموز المختارة حيث صادفنا وجود تعليقات ذات دلالة أين أوضح بعضهم فيها على حرصهم على عدم تغيير الرموز الحرفية التي سبق أن إعتمدوها في التعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية. في هذا الشأن، هل يمكننا إعتبار وجود مثل هذه التعليقات كدليل على أن إستقرار الرموز الحرفية المختارة لتمثيل المقادير الفيزيائية و لكتابة المعادلات الفيزيائية شكّل مركز إهتمام لهؤلاء الفيزيائيين ؟

على عكس الموقف السابق، تم تسجيل خلط معتبر في الترميز الحرفي لمجموعة من المقادير الفيزيائية في أغلب الكتب المفحوصة. يتعلق الغموض المسجل أساسا إمّا في تمثيل أكثر من مقدار فيزيائي بنفس الحرف أو في استخدام أكثر من رمز حرفي لتعيين نفس المقدار الفيزيائي.

يوضح محتوى الجدولين التاليين أمثلة متعددة للغموض الذي يكتنف الممارسات العملية للترميز الحرفي لعدد من المقادير الفيزيائية.

جدول 3: أمثلة توضيحية على تعيين أكثر من مقدار فيزيائي بنفس الرمز الحرفي.

المقاديـر الفيزيائيـة		الرمـوز المختارة	المؤلف و السنة
كمية الكهرباء	Quantité d'électricité	E	بيكرال و بيكرال إ (1855) Becquerel et Becquerel É(1855)
القوة المحركة الكهربائية	Force électromotrice	E	
الأبعاد	Diamètre	D	
كثافة سلك	Densité d'un fil	D	
القدرة الناقلية لسلك	Pouvoir conducteur d'un fil	C	
الحرارة النوعية	Chaleur spécifique	C	
المسافة	Distance	l	ماكسوال (1873) Maxwell (1873)
معامل التحريض الذاتي	Coefficient du self- induction	L	
الكثافة السطحية للشحنات	Densité surfacique de charges	σ	
المقاومة النوعية	Résistance spécifique	σ	
الطاقة الكامنة	Energie potentielle	W	
الثقل	Poids	W	
العمل الفيزيائي	Travail	W	
الطاقة الميكانيكية	Energie mécanique	E	
القوة المحركة الكهربائية	Force électromotrice	E	
الدور	Période	T, T′	
الطاقة الحركية	Energie cinétique	T	

جدول 4: أمثلة توضيحية على تمثيل نفس المقدار الفيزيائي بعدة رموز حرفية

المقاديـر الفيزيائيـة		الرمـوز المختـارة	المؤلف و السنة
الثقل	Poids	W, P, Q	بنجامان (1783) Benjamin (1783)
المسافة	Distance	a, g, h, k	
كثافة الهواء	Densité de l’air	q, I, M	
الكتلة	Masse	M, μ	بواسون (1811) Poisson (1811)
الحجم	Volume	V, U	
الكثافة	Densité	D, ρ	
السرعة	Vitesse	V, g, p	
الضغط	Pression	p, π	

السرعة	Vitesse	V, U	هيرن (1865) Hirn (1865)
الثقل	Poids	P, ω0	
العمل الفيزيائي	Travail	G, L, F, Φ	
درجة الحرارة	Température	T, t, θ	
كمية الحرارة	Quantité de chaleur	Q , q, J	
كثافة غاز	Densité du gaz	δ, Δ	

فعلى ضوء المعطيات الخاصة بتحليل الترميز للمقادير الفيزيائية في كتب الفيزياء المختارة، من المعقول القول أن التمثيل الرمزي لهذه المقادير يكتنفها الغموض نتيجة الطابع الضمني - أي غير المصرح به - للقواعد المتبعة في إختيار الحروف الممثلة لها. كما أن التعيين الرمزي لهذه المقادير باعتماد القاعدة الضمنية المرتكزة على إعتماد الحروف الأولى لأسمائها واجهتها إستثناءات عديدة من خلال توظيف رموزا حرفية منتمية للغة اليونانية بالأخص.

بالإضافة إلى ما سبق، لاحظنا وجود موقفين متناقضين حيث يتمثل أحدهما في الإستخدام الثابت لنفس الرموز الحرفية في تعيين مجموعة من المقادير الفيزيائية و يتعلق الموقف الآخر بتنويع هذه الرموز الحرفية في التمثيل الرمزي لعدد من المقاديرفي نفس الكتب. نتيجة لهذه الوضعية، فإننا نتساءل عن العناصر التفسيرية للضمنية و التذبذب اللذان يميزان التعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية في عينة كتب الفيزياء المختارة للتحليل.

تعميقا لهذا التحليل التاريخي و أخذا بعين الإعتبار أن الترميز الحرفي يخص أيضا مكونات أخرى للعلوم الفيزيائية، إرتأينا تحليل التعيين الرمزي لكل من وحدات القياس و العناصر الكيمائية حيث يبرر هذا الإختيار بانتماء هذا النشاط إلى نفس نمط الترميز - أي الحرفي - الممارس على المقادير الفيزيائية.

2.2 التّمثيل الرّمزي لوحدات القياس في كتب الفيزياء

يسمح تصفح نفس كتب الفيزياء المختارة سابقا بالقول أن بداية القرن 19 م عرفت ظهور و تداول أسماء بعض وحدات القياس. بشكل عام، نلاحظ أن هذه الوحدات تنتمي إلى أكثر من نظام قياس. في هذا الإطار، نسجل الإستخدام المتكرر لوحدات قياس الطول (متر، كيلومتر، سنتيمتر، مليمتر، القدم، إلخ). كما عاينا تواجد أسماء وحدات قياس المساحة و الكتلة (كيلوغرام، غرام، ميلي غرام) و الزمن (الثانية) و الحرارة (كلوري) و العمل (داين و كيلوغرام متر) و الضغط (جو) في الكتب التي تم فحص محتوياتها.

إبتداء من منتصف القرن 19 م، سجلنا توسع مجال هذه الوحدات و ذلك بانضمام وحدات قياس أخرى ذات علاقة بمجالي الكهرباء و المغناطيسية بالخصوص حيث أن الوحدات السابقة تم تعزيزها بالوحدات الجديدة المتمثلة في الفولط و الأمبير و الواط و الأوم و الجول.

فيما يخص التعيين الرمزي لهذه الوحدات بحروف، بدأ الظهور الجزئي للرموز الحرفية المعتمدة إنطلاقا من بدايات القرن 19 م. في هذا الإطار، فقد تم إعتماد الحرف (m) في الترميز للمتر و كذا أجزائه المتمثلة في السنتيمتر (cm) و الميليمتر (mm). بالإضافة إلى الإستعمال المتعود عليه للحرف (m) للدلالة على المتر، تم تعيين وحدات أخرى برموز حرفية مثل الغرام (gr) و الكليو غرام (k) و الكيلومتر (km) و وحدة الضغط الجوي (atm).

فيما يتعلق بالأسلوب المتبع في الترميز للمقادير الفيزيائية، تتمثل الميزة المشتركة بين جل مؤلفي الكتب المفحوصة في إعطاء الرمز الحرفي المعتمد مباشرة دون الكشف عن الطريقة التي تمّ على أساسها إختيار الحروف المشار إليها سابقا.

فعلى خلاف الترميز الحرفي الضمني لوحدات قياس المقادير الفيزيائية المتبع من طرف أغلب مؤلفي الكتب السابقة، سجلنا بعض الحالات المحدودة أين أفصح مؤلفوا الكتب المعنية على قاعدة إعتمادهم للحرف الأول من إسم وحدة القياس الممثلة رمزيا. على سبيل المثال، في كتابه الذي يحمل العنوان: *Théorie mécanique de la chaleur*، أوضح هيرن Hirn (1865) أنه بهدف الإختصار في الكتابة، نعين الداين dyne بحرف وحيد (D) مكتوبا بنمط كبير.

بشكل إجمالي، يمكن أن نقول أنه تمّ تسجيل إتباع طريقة ضمنية في التمثيل الرمزي لوحدات القياس في البروز التدريجي المكثف لهذه الوحدات. كما تميز استعمال الرموز الحرفية المختارة باستقرار و بانتظام بارزين حيث لم نلاحظ استخدام أكثر من حرف لتمثيل نفس وحدة القياس أو توظيف نفس الحرف لتمثيل عدة وحدات قياس مقادير فيزيائية.

3.2 الترميز المنتظم للعناصر و للمركبات الكيميائية

يظهر من تحليل التعيين الحرفي للعناصر و للمركبات الكيميائية في عينة الكتب المنشورة خلال بدايات القرن 19 م غياب هذه العملية الدلالية رغم الإستخدام المألوف لعدد هام من أسماء هذه المركبات الكيميائية في عينة الكتب المدروسة.

في هذا الإطار، فإن الكتاب الشهير للافوازييه Lavoisier المعنون *Traité élémentaire de chimie* (الطبعة الثانية، 1793 م) لم يشمل على رموز حرفية للعدد المعتبر من المركبات الكيميائية التي قام هذا الكيميائي البارز بتحليليها و بإعطائها أسماءا جديدة. نفس الملاحظة تخص الكتاب الذي يحمل عنوان: *Traité de chimie appliquée aux arts* للمؤلف ديما Dumas (1828، الجزء 1) حيث أن هذا

الأخير لم يعين المركبات الكيميائية بصيغ رمزية بالرغم من التسميات الدقيقة المعطاة لها. كما، سجلنا أيضا غياب الترميز الحرفي للعناصر و للمركبات الكيميائية في كل من كتابي تينار Thénard (1833) و إدوارد روبان Edouard Robin (1834).

بشكل تقريبي، إبتدءا من نهاية سنوات الثلاثينات من القرن 19 م، بدأ ظهور إستخدام الترميز الحرفي في كتابة المركبات الكيميائية و ذلك في كتب الكيمياء العضوية بالأخص حيث لاحظنا ذلك بوضوح في كتاب ليبيغ Liebig (1842، الجزء 2). كما تجدر الإشارة إلى أنه في نفس الفترة الزمنية، لم نسجل إستعمال الترميز الحرفي للمركبات الكيميائية في فرع الكيمياء البيولوجية و الطبية. فبالرغم من التسميات الدقيقة المعطاة للمركبات الكيميائية الخاصة بالجانب الحيوي و الطبي و دراسة الخصائص الفيزيائية و الكيميائية لها، فإن إنعدام التعبير على هذه المركبات بالصيغ الرمزية يثير الإنتباه و يفرض التساؤل حول العوامل التي أدت إلى هذا التأخير النسبي في التعيين الحرفي لمركبات كيمياء المادة الحية.

باستثناء التأخر في الترميز الحرفي لمركبات الكيمياء الحيوية و الطبية، يمثل التعبير الرمزي المنتظم و المتزايد الوتيرة الخاصية المميزة لكيمياء النصف الثاني من القرن التاسع عشر. فعلى هذا الأساس، تشكل الرموز الحرفية المعبرة على العناصر و المركبات الكيميائية جزء لا يتجزأ من محتويات كتب الكيمياء. و عليه، إبتدءا من منتصف القرن 19 م، أصبح تواجد الصيغ الرمزية غير قابل للإنفصال عن مضامين مادة الكيمياء حيث تتناوب الكتابة الحرفية لهذه المركبات مع الفقرات الأدبية التي تتضمن شرح مختلف الخصائص المميزة لها و لتفاعلاتها الكيميائية.

إذن، يسمح لنا تحليل نشاط التمثيل الرمزي للعناصر و للمركبات الكيميائية في عينة من الكتب المشار إليها سابقا، بالقول أن هذا التعيين الرمزي تميز باستعمال مستقر للحروف المختارة حيث إنه خلال فترة زمنية محدودة نسبيا، بلغت عملية الترميز ذروتها و أصبحت الصيغ الرمزية جزءا لا يتجزأ من محتويات كتب الكيمياء.

كخلاصة لهذا الجانب المتعلق بتحليل نشاط التمثيل الرمزي لكل من وحدات قياس المقادير الفيزيائية و العناصر و المركبات الكيميائية، يمكن أن نستخلص أن هذا النشاط تميز باستخدام منتظم و مستقر للرموز الحرفية المعتمدة في تعيين هذه المكونات الخاصة بالفيزياء و بالكيمياء حيث لاحظنا غياب الغموض والتداخلات الناتجة عادة من تعيين وحدة قياس أو عنصر كيميائي بأكثر من حرف أو توظيف نفس الحرف في التعيين الرمزي لأكثر من وحدة قياس أو لعدة عناصر كيميائية.

فمقارنة بالبيانات المستخلصة من تحليل التمثيل الرمزي للمقادير الفيزيائية، نلاحظ وجود نوع من التناقض بين الخصائص المميزة للترميز لهذه الأخيرة مع مميزات التعيين الحرفي لوحدات القياس

و للعناصر و للمركبات الكيميائية. فعكس الإستقرار و الإنتظام المميزين للترميز الحرفي لوحدات القياس و للعناصر الكيميائية، سجلنا غموضا في القواعد المعتمدة في التعيين الرمـزي للمقادير الفيزيائية. كما يضاف أيضا إلى هذا التمايز وجود تذبذب نسبي في إختيار الحروف الممثلة لمجموعة من هذه المقادير.

فبالرغم من إنتماء هذا النشاط إلى نفس المجال العلمي، أي ميدان العلوم الفيزيائية، و كونه من نفس النوع المتمثل في نمط الترميز الحرفي، يثير هذا التناقض الملاحظ التساؤل حول الأسباب المفسرة له. بعبارة أخرى، ما هي العوامل التي بإمكانها تفسير وجود نوع من الإختلاف العميق بين المميزات الأساسية للتعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية من جهة، و تلك الخاصة بالترميز لكل من وحدات القياس و العناصر و المركبات الكيميائية من جهة أخرى ؟

لمحاولـة الإجابة على هذا التسـاؤل، نتطرق إلى تحليل عام للسياقـات التاريخية المرتبطة بظهور و بتطور الأطر الإصطلاحية للترميـز الحرفي للمقادير الفيزيائية و لوحـدات قياسها و للعناصـر و للمركبات الكيميائية حيث ينحصر فقط الهدف المتوخى من هذا التوضيح التاريخي في إبراز المراحل الرئيسية التي أدّت إلى استخدام مختلف أنواع الإصطلاحيات للتعيين الرمزي لكل من المقادير الفيزيائية و وحدات قياسها و العناصر و المركبات الكيميائية و لتسليط الضوء على الديناميكيات المميزة لكل منها.

3. ديناميكية تأسيس أطر إصطلاحية للترميز الحرفي لبعض مكونات العلوم الفيزيائية

1.3 بعض المحاولات المتأخرة لإقامة إطار نظامي للترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية

بداية، يمكن إعتبار النقص الكبير في المراجع و الوثائق المتعلقة بالنشاطات الممارسة في موضوع الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية كمؤشر يدل على أن هذا الموضوع لم يشكل مركز إهتمـام بارز للفيزيائيين. نتيجة لذلك، تميز هذا النشاط بنوع من الغموض و عدم صرامة قواعد التعيين الحرفي لهذه المقادير حيث أن جل المعطيات التي تحصلنا عليها في بحثنا الوثائقي متعلقة فقط بانشغالات بيداغوجية صرفة خاصة بتعامل التلاميذ مع الرمـوز الحرفية المستخدمة في تعيين المقاديـر الفيزيائية و فهمهم لمحتوى العلاقات الفيزيائية المصاغة على شكل معادلات رياضية.

من الجانب الزمني، ظهرت أقدم وثيقة علمية مرتبطة بهذه الإنشغالات و التي تمكّنا من الإطّلاع عليها في منتصف العشرينات من القرن الماضي حيث أنه في مقال ذي طابع بيداغوجي لجاني Janet (1926)، أشـار هذا الأخير إلى إشكاليـة اللاإستقرار المميز لرمـوز المقاديـر الكهربائيـة و المغناطيسية بالتحديد.

في المراجع الأخرى المفحوصة، أشار مؤلفوها أيضا إلى نفس الإنشغال حيث ركزوا تعليقاتهم على الصعوبات البيداغوجية الناجمة عن غموض قواعد الترميز للمقادير الفيزيائية. في هذا الشأن، فقد أعربوا عن أملهم في التوصل إلى إيجاد إطار نظامي لاختيار هذه الرموز الحرفية. كما أعطى أغلبهم بعض التوصيات التي ينبغي أن يتقيد بها كل من الأساتذة و التلاميذ في تعيينهم الرمزي للمقادير الفيزيائية. في هذا الإتجاه، يرى كل من جاني (1926) و باش Pache(1970) أن الممارسات التعليمية للفيزياء تمثل سبيلا مهما لتحقيق إنتظاما في الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية عن طريق الإتفاق على قواعد محددة و عالمية للتمثيل الرمزي لهذه المقادير و بالتالي وضع حدّ للاستقرار و الغموض المؤديان بالضرورة إلى صعوبات في فهم المتعلمين لمضامين المعادلات الفيزيائية.

فبالرغم من وجود مجموعة من التوصيات الخاصة بالحروف المقترحة لتعيين المقادير الفيزيائية و الصادرة من بعض المنظمات العالمية و الإقليمية كالمكتب العالمي للأوزان و القياساتك واللجنة الإلكتروتقنية العالمية و الجمعيات الأمريكية لتعليم الفيزياء و الجمعية الفرنسية للنظامية، إلا أن غياب الإلزامية في تطبيق هذه التوصيات جعل من الرموز الحرفية الموصى بها مجرد اقتراحات على شكل توصيات. بالنظر لكل هذه الإعتبارات، يبقى غموض قواعد الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية مطروحا لغياب الطابع المؤسساتي العالمي و الإلزامي لإعتماد الرموز الحرفية المتعود إستعمالها في هذه العملية.

2.3 الإطار النظامي الرسمي لقواعد التعيين الرمزي لوحدات القياس

1.2.3 إشكالية تعدد وحدات القياس

منذ القدم، شكّل تعدّد الوحدات المستعملة في الموازين و قياس الأطوال بالخصوص موضوعا ذو حساسية كبيرة. في هذا الإطار، شهدت الحضارات المصرية و البابلية و اليونانية و الرومانية إستعمال عدة موازين مختلفة من منطقة إلى أخرى و مرتبطة، في أغلب الأحيان، بنوع البضاعة المراد قياسها و تبادلها مع الآخرين (روسمرديك Rosmorduc، 1985). فمن خلال التبادلات التجارية بين مختلف المجتمعات، إنتقل إستعمال هذه الموازين و الأطوال إلى أمم و مجتمعات أخرى منها تلك التي عاشت فترة القرون الوسطى.

في الواقع، يعود أصل التنوع المحرج لوحدات القياس الخاصة بالأوزان و الأطوال إلى إرتباط المعايير (étalons) المعتمدة على أبعاد بعض أعضاء الجسم البشري كالقدم و الذراع. فنتيجة لهذا الإختيار غير الموضوعي، أوضح ترايمون Traimond (2006) أن الغموض الناجم عن تعدد الوحدات و المعايير المعتمدة يتعلق، في آن واحد، بتسميات و بمحتويات هذه الوحدات و المعايير.

أكثر من هذا، أضاف نفس المؤلف أن الوحدات التي تحمل نفس التسمية لا تعبر بالضرورة عن نفس الكميات و الأطوال التي تقاس بواسطتها.

فنتيجة لهذه الوضعية المفتقرة إلى الشفافية المطلوبة في التعاملات التجارية، تمّ تسجيل نشوب نزاعات إجتماعية بسبب هيمنة سلوكيات غير نزيهة في التعاملات التجارية حيث يبدو أن تعدد وحدات القياس تمّ استغلاله من طرف الطبقة الراقية إجتماعيا في الدول الأوروبية للحصول على مزايا.

بهدف التقليل من هذه النزاعات و لبسط نوع من النظام على الأوزان و قياس الأطوال، حاول حكام العديد من المجتمعات فرض بعض المعايير التي يكون من شأنها التخفيف من حدّتها. فبالرغم من محاولة تبرير معاييرالقياس المختارة بالرجوع إلى أصلها المتمثل، حسب باش Pache (1970)، بعلاقتها بطول ذراع الملك أو رئيس القبيلة، فإن هذه التبريرات لم تلق الإستجابة المرجوة. و عليه، بقيت الصعوبات الإجتماعية الناجمة عن تعدد وحدات قياس الأوزان و الأطوال مطروحة بقوّة.

من جانب آخر، يعتبر تعدّد و اختلاف وحدات القياس عاملا من شأنه خلق صعوبات في التعاملات النجارية و حدوث نزاعات بين مختلف جهات الدولة الواحدة و بالتالي فقد يؤدي إلى تهديد وحدة هذه المجتمعات.

كما أن اللاتجانس و الغموض المميزين لوحدات القياس من شأنه عرقلة توحيد المقاربات المتّبعة في دراسة العلوم و إعاقة تطورها. فحول العلاقة الوثيقة بين تطوّر العلوم و تجانس الأوزان و وحدات القياس، أكّد ترايمون Traimond (2006) أن تأسيس علوم عالمية يتطلب بالضرورة الرجوع إلى معايير موحدة في كل مكان و لكل تخصص. فعلى ضوء هذه الحتمية، لا يوجد خيار للعلماء سوى بذل الجهود لتوحيد وحدات القياس و لضمان تجانس نظام الوحدات المطلوب اعتماده.

إذن، بالنظر إلى هذه الحتميات الإجتماعية و العلمية، بات من الضروري العمل على تأسيس النظام المناسب للأوزان و لقياس الأطوال.

2.2.3 لمحة مختصرة حول الجهود الجماعية المبذولة لتوحيد وحدات القياس و لتحديد ترميزها

تاريخيا، سبق أن أوضحنا أنه تمّ تسجيل بعض الجهود المحلية التي حاول من خلالها حكّام الكثير من الدّول فرض نظام واحد للأوزان و لقياس الأطوال (روسمرديك Rosmorduc، 1979/ غادج Guedj، 2000/ ترايمون Traimond، 2006). لكن، هذه الجهود المحلية لم تمثّل حلولا نهائية و دائمة للإشكالية المطروحة.

في السياق الأوروبي بالتحديد، نشأ نوع من الوعي الجماعي الذي انتشر في هذه المجتمعات حيث قادته النخبة السياسية و العلمية الأوروبية لهدف البحث عن الحل المناسب للفوضى السائدة في التعاملات التجارية و الصعوبات الناتجة من تعدد الوحدات و المعايير المستخدمة في قياس الأوزان

و الأطوال. في هذا الشأن، بالنظر إلى ضرورة إشراف الدولة و بسط نفوذها على الجانب الإقتصادي في شقه المتمثل في التجارة، فإن إقتران الإحتياجات الإصلاحية ذات العلاقة بالجوانب الإقتصادية و الإجتماعية و بدرجة أقل العلمية، أدى بالثورة الفرنسية إلى التكفل الحقيقي بإشكالية التعدد المزعج لمعايير قياس الموازين و الأطوال.

في الحقيقة، رغم أن تعدد وحدات القياس لا يمثل خصوصية للمجتمع الفرنسي بل يمس كل الدول و المجتمعات، إلا أن ظروفا خاصة - خارجة عن نطاق جوهر إهتمامنا في هذا للبحث - كانت مواتية لكي يأخذ مؤسسي و قادة الثورة الفرنسية المبادرة لحل هذه الإشكالية و يشرفوا لاحقا على سيرورة إصطلاح نظام قياس الأوزان و الأطوال بالأخص. فقد أدت الجهود المعتبرة المبذولة و النقاشات التي دارت بين مختلف المعنيين كأشخاص و كهيئات بميدان القياس إلى خلق ديناميكية مميّزة حيث توسعت رقعتها لتشمل تدريجيا أغلب البلدان الأوروبية.

فبعد فترة زمنية قاربت القرن، تم تتويج هذه الجهود بإنشاء المكتب العالمي للأوزان و القياسات سنة 1875 م حيث تعطي هذه المؤسسة العالمية الطابع الرسمي و العالمي للوحدات و للمعايير المعتمدة من طرف الخبراء المكونين لمختلف لجانها التقنية. فبالرغم من الترددات المسجلة نتيجة التعود على استعمال الوحدات القديمة من جهة، و إلى وجود مصالح فئوية مرتبطة باستعمال هذه الوحدات من جهة أخرى، إلاّ أن النظام المتري المعتمد عالميا تمكّن تدريجيا من تجاوز هذه الصعوبات و ذلك بالإتفاق على التعريف الدقيق للمعايير الأساسية المختارة كوحدة للقياس و كذلك بتعيين اللغة التي على أساسها يكون تسمية الوحدات الجديدة حيث أعطيت الأفضلية للغة اليونانية و بدرجة أقل للغة اللاتينية عند الضرورة.

حول هذه النقطة الأخيرة، أشار جدرزجوسكي Jedrzejewski (2002) إلى القطيعة المسجلة نتيجة إقصاء أسماء وحدات القياس المعبّر عليها باللهجات العامية من النظام الجديد و سيطرة أسماء مشاهير العلماء في تسميات نظام الوحدات الجديد. ، فحسب نفس المؤلف، يدل هذا التغير الهام الحادث على إدماج الأوزان و القياسات في المؤسسة العلمية التي تقتضي، حسبه، تسميات نقية لا إيحائية و بسيطة و متجانسة للوحدات الجديدة المعتمدة جماعيا و رسميا.

على صعيد آخر، بهدف تسهيل التواصل العلمي، تمّ تعيين مختلف وحدات القياس برموز مختصرة و حسب قواعد ترميز محددة و صريحة من طرف المكتب العالمي للأوزان و القياسات حيث تمثّل القواعد المتفق عليها في هذه العملية مضمون اللائحة 7 التي تبنتها الجمعية العامة للمكتب العالمي للأوزان و القياسات في إجتماعات دورتها التاسعة المنعقدة سنة 1948 م بباريس. في هذا الشأن،

أعتمدت قاعدة إختيار الحرف الأول من أسماء وحدات القياس. هذا الإختيار له طابع إلزامي لأنه يساهم، برأي هذه المؤسسة العلمية العالمية، في تقوية و تسهيل التواصل العلمي و التقني و ذلك من خلال تحسين قراءة و فهم محتويات الكتب و المقالات العلمية عن طريق توحيد رموز وحدات القياس (BIPM, 2006).

تجدر الإشارة إلى أن بعض الرموز الحرفية المعتمدة سابقا طرأت عليها تغييرات وذلك لمواجهة الصعوبات العملية المصادفة. من بين هذه الرموز، نجد إعطاء الضوء الأخضر من طرف الجمعية العامة 16 للمكتب العالمي للأوزان و القياسات المنعقدة سنة 1970 في اللائحة 6 لتعيين وحدة قياس الحجم (اللتر) باستخدام الكتابة الكبيرة (L) بدل الكتابة الصغيرة (l) للحرف اللاتيني المعتمد سابقا وهذا لتفادي الخلط مع العدد واحد (1) المتماثل شكلا مع الحرف المختار لتعيين هذه الوحدة. كما تمّ استبدال رمز وحدة قياس المقاومة الكهربائية بشكل جذري حيث أن اللجنة العالمية للكهروتقنية المتعاونة مع المكتب العالمي للأوزان و القياسات قد غيّرت الرمز المعتمد سلفا - أي الحرف اللاتيني الأول من إسم العالم أوم- و عوّضته بالحرف اليوناني أوميغا (Ω) وهذا تجنّبا للخلط الحاصل بين الحرف السابق (O) و العدد صفر (0) و حصل ذلك سنة 1926 م.

و عليه، تسمح لنا مجمل هذه المعطيات بالقول أن التعيّين الرمزي لوحدات قياس المقادير الفيزيائية وفق قواعد رسمية و إلزامية التطبيق مثّل المرحلة النهائية لإتمام المشروع الهام الخاص بحل إشكالية تعدّد وحدات القياس لمواجهة الصعوبات الإجتماعية الناجمة عنها و للإستجابة لمتطلبات تطور العلوم. فمن خلال القواعد الإصطلاحية المتفق عليها للترميز الحرفي لوحدات القياس، فإنه تحقّق استقرار رموز وحدات القياس، مما سهّل التواصل العلمي و التقني و جعل من الرموز المعتمدة لغة رمزية عالمية و رسمية مرافقة للقيم العددية للمقادير الفيزيائية.

فيما يتعلق برموز العناصر الكيميائية، نتساءل حول الظروف التاريخية التي أدّت إلى تأسيس إطارا إصطلاحيا رسميا و عالميا لقواعد التعيين الحرفي لهذه العناصر و للمركبات الكيميائية أيضا.

3.3 تأسيس قواعد صارمة و عالمية للتّمثيل الرّمزي في الكيمياء

1.3.3 الصعوبات المصادفة الناتجة من التسميات الغامضة لمركبات كيمياء القرن 17 م

باعتبارها موروثا لتفكير فلسفي يعود إلى حقبات تاريخية غابرة، شكّلت الكيمياء حقلا مناسبا لربط الإنسان بمختلف الجوانب المكوّنة للكون. في هذا الإطار، أوضحا سوداني و سوداني Soudani et Soudani (2002) أنّه من خلال الإنتقال من نظرية المكونات الأربعة (تراب، ماء، هواء، نار) إلى نظرية الموجودات السبعة، فإن تسميات و رموز المعادن بالخصوص وجدت مرجعيتها عموما في

أسماء الكواكب المعروفة قديما. في نفس السياق، أكّد كل من روسمرديك Rosmorduc (1985) و بنصود - فانسون Bensaude-Vincent (1994) أن مفردات كيمياء القرن 17 م إستمدت أصولها من الممارسات الحرفية أي المهنية المتعلقة بمعالجة المعادن وصناعة الزجاج و الأصبغة.

من جانب آخر، أوضح لافون Lafont (1994) أن التسميات المتعدّدة و «الشّاعرية» في أغلب الأحيان، لنفس المركبات الكيميائية أعاقت بشكل كبير التواصل العلمي و تطوّر كيمياء بدايات القرن 18 م حيث أن عدم تلاؤم التسميات المألوف تداولها خلال القرن 17 م يعود أساسا برأي بنصود- فانسون Bensaude- Vincent(1994) إلى الشحنة الدلالية لها الناتجة عن تراكم المعارف الخاصة بالحضارات السابقة. فحسب هذه الأخيرة، يتشكّل هذا المزيج التراكمي من معارف خاصة بالملونات و الأصبغة المصرية و الكثير من الأفكار اللاهوتية اليونانية - الرومانية و سوابق préfixe و لواحق suffixe المفردات ذات الأصول العربية. فبالنظر إلى هذه الحالة المحرجة، توصلت هذه المؤلفة إلى فكرة مفادها اعتبار أن تسميات المركبات الكيميائية تجاوزت حدّ المصطلحات لتصل إلى مستوى تشكيل وعاء يشبه ذاكرة حيّة لمزيج من الحضارات المختلفة.

لكن، بالرغم من هذه الحالة، فرض التطوّر الذي سجلته الكيمياء في بداية القرن 18 م ضرورة إصلاح و إعادة بناء محتوى هذا المجال العلمي حيث تفسر هذه الحاجة، حسب داغوني Dagognet (1969)، بالنظر إلى زيادة أعداد المركبات الكيميائية الجديدة و كذلك إلى إدماج الكيمياء في محتويات التعليم الجامعي و ما يستلزم ذلك من ضرورة تسريع وتيرة التواصل العلمي بين الكيمائيين. وعليه، تمثّل الهدف الأساسي لمشروع إصلاح كيمياء القرن17 م في مراجعة تسميات العدد الهائل من المركبات الكيميائية المعروفة خلال هذه الفترة.

في هذا المسعى، للتصدي للغموض الدلالي المميّز لأغلب أسماء المركبات الكيميائية المعروفة، أوضح داغوني Dagognet (1969) أن محور إصطلاح كيمياء القرن 17 م تمركز حول التخلص النهائي لهذا الميدان العلمي من «الغزارة اللغوية المغالطة» و الغامضة المتبعة في تسمية العدد المتزايد من المركبات الكيميائية المتداولة. فنتيجة للاعتبارات السابقة، بات من الحتمي، إذن، الشروع في الإصطلاح الجذري لتسميات المركبات الكيميائية لتجاوز الغموض المميز لها و لإيجاد حلولا فعّالة للصعوبات التي تواجه التواصل العلمي في الكيمياء.

2.3.3 النقاش و الجهود الجماعية المؤسسة لقواعد التسمية و الترميز في الكيمياء

في المسعى المتّبع لتحقيق الأهداف الخاصة بإصلاح كيمياء القرن 17 م، واجه العلماء عدة صعوبات. من بين أهمّ هذه المعيقات، نشير إلى التمسك اللّصيق للمهنيين بالتسميات القديمة التي تعوّدوا على استعمالها في معاملاتهم اليومية في مجال المواد الكيميائية.

فبالرغم من وجود هذه الصعوبات، سمحت الجهود الكثيرة و المستمرة المبذولة خلال القرن 18 م بالخصوص إلى تحقيق الإصلاح العميق لكيمياء القرن السابق. ففي هذا الإتجاه الإصلاحي، تمّ تدعيم نجاح تنفيذ هذا المشروع سنة 1787 م بنشر الكتاب المشهور المعنون *Traité élémentaire de chimie* للافوازييه Lavoisier. فتأكيدا على القيمة الهامة لهذا المنتوج العلمي، اعتبر روسمرديك Rosmorduc (1985) أن ظهور هذا الكتاب مثّل «الحدث الفعلي» الدال على ميلاد الكيمياء الحديثة.

و عليه، باعتبار أن كتاب لافوا زييه هو تتويج لجهود العديد من مشاهير الكيميائيين، فإن القطيعة مع التّسميات الغامضة السابقة قد تحقّقت في الإستراتيجية الجديدة و المبنيّة على استخدام المفردات ذات الأصول اللغوية اليونانية و اللاّتينية. في موضوع هذا الإختيار اللغوي المحدّد، أوضح كلّ من بنصود- فانسون Bensaude- Vincent (1994) و لافون Lafont (1994) أن المبدأ المعتمد يرتكز على ضمان الشفافية بين التسميات الجديدة المختارة والتركيب الكيميائي للمركبات الكيميائية و ذلك باستخدام تسميات حيادية لا تحمل مدلولات أخرى غير أسماء العناصر المتدخلة في بنية هذه المركبات.

بالموازاة مع هذا الإنجاز الهّام، ركّز الكيمائيون أيضا على إصلاح الرموز المستخدمة لتعيين العناصر و المواد الكيميائية المتداولة. يتعلّق الهدف الأساسي المراد تحقيقه من خلال التمثيل الرمزي للعناصر و للمركبات الكيميائية في القضاء على الرموز السيميائية Alchimique المألوفة وذلك من خلال إبراز نوع و أعداد العناصر المتدخلة في بنية هذه المركبات الكيميائية. فعلى أساس هذه الإستراتيجية، تقصى الرموز الإيحائية من مجال الكيمياء لتترك مكانها لإشارات حرفية شفافة و كاشفة عن تركيب مركبات الكيمياء.

فمن بين العوامل التي ساهمت في دفع وتيرة الكتابة الرمزية للمركبات الكيميائية، أشارت بنصود- فانسون Bensaude - Vincent (1994) إلى أهمية استعمال الجداول في تقديم و تنظيم مختلف أنواع المركبات الكيميائية. فحسبها، يتطلب إستخدام الجداول في عرض هذه المركبات نمط كتابة «مقتصدة» ومركّزة، ممّا يجعل اللجوء إلى توظيف الرموز الحرفية أنسب مقارنة باستعمال كلمات اللغة العادية. لتحقيق هذا الهدف، أشار كل من داقوني Dagognet (1969) و لافون Lafont (1994) أنّه تمّ تكليف كل من هاسونفرتز Hassenfratz و أدي Adet بمهة إقتراح الترميز المناسب للعناصر و للمركبات الكيميائية. لكن، نظرا لإقتراح هذين الكيميائيين لرموز مستوحاة من الرموز الكيميائية الإيحائية القديمة، فقد لاقت الرموز المقترحة الرفض التام ، ممّا أدّى إلى فشل المهمة الموكلة لهما.

في نفس الإطار دائما، حاول دالتون Dalton في بدايات القرن 19 م إيجاد الرموز المناسبة لتمثيل ذرات العناصر الكيميائية. لكن، نجم عن لجوء هذا العالم الكيميائي إلى التمثيل الهندسي للذرات

رفض الكيميائيون للرموز المقترحة. و عليه، أمام رفض هذه الرموز الهندسية، يمكن القول بأن هناك إصرارا على قطع كل علاقة بين الرموز الجديدة المبحوث عليها و تلك التي سبق تداولها و التي تميزت بوجود عناصر إيحائية ذات علاقة بسيمياء القرون الوسطى.

نهاية، شهدت سنة 1813 م تحقيق القطيعة المرغوب فيها على يد الكيميائي السويدي برزليوس Berzelius حيث أن هذا الأخير قد استخدم رموزا حرفية صرفة و ذلك بحذف كل ما له طابع هندسي كالخطوط و الدوائر و المكعبات و الأقواس من الترميز الحرفي الجديد المقترح.

في خضم هذه الجهود المبذولة و التي شملت مختلف الجوانب المتعلقة بالكيمياء، عرفت العشرين سنة الأخيرة من القرن 19 م جوا عالميا سادته المشاورات و المحادثات لهدف الضبط النهائي لأسماء المركبات الكيميائية و الرموز الحرفية الممثّلة لها حيث تجسّدت هذه الديناميكية العالمية، حسب لسزلو Laszlo (2001)، في نشر الشركة الكيميائية لكتاب حول الأسماء و الرموز الكيمائية حيث كان ذلك بمدينة لندن سنة 1882 م.

في الحقيقة، مثّل الكتاب المنشور أول وثيقة تؤدي بالممارسين إلى تطبيق نفس القواعد الموحّدة للتسمية و للترميز الحرفي للمركبات الكيميائية. فبعد سنتين فقط من صدور هذا الكتاب، قامت الشركة الأمريكية للكيمياء بتأسيس اللجنة الخاصة بضبط قواعد التسمية و الترميز الحرفي للعناصر و للمركبات الكيميائية. أخيرا، كلّلت هذه الجهود بانعقاد الندوة العالمية لتأسيس قواعد التسمية و الترميز للمركبات الكيميائية العضوية سنة 1892 م بجنيف.

في نفس الديناميكية، لإعطاء الطابع الرسمي و العالمي للقواعد المتفق عليها، تأسّس الإتحاد العالمي للكيمياء و تطبيقاتها (UIPAC) سنة 1919 م حيث تمثّل هذه المؤسسة إطارا عالميا للتشاور و لتوحيد الترميز و التسميات في ميدان الكيمياء و لدراسة كل المقترحات التي من شأنها ضمان فعّالية أكبر في التواصل العلمي بين الكيمائيين و بالتالي المساهمة في تطور الكيمياء بمختلف فروعها.

كخلاصة للتحليل التاريخي السابق، يمكن إستنتاج وجود تشابه واضح بين السيرورات التاريخية التي أدت إلى التأسيس الصريح و الرسمي لقواعد التعيين الحرفي لوحدات القياس و للعناصر و للمركبات الكيميائية. يتمثل هذا التشابه في أن نقطة إنطلاق الجهود التي كلّلت بتحديد الأطرالإصطلاحية للترميز الحرفي لكل منهما إلى وجود إشكالية تعدّد و غموض كل من وحدات القياس و أسماء المركبات الكيمائية المعروفة خلال القرن 17 م. كما أن الإشكالية المطروحة في كل من الميدانين السابقين كانت لها نتائج سلبية و التي مسّت بدرجات متفاوتة الجوانب الإجتماعية والإقتصادية و كذا العلمية.

يتجسد الجانب الثاني الذي يدعّم فكرة وجود تشابه بين السياقين التاريخيين للترميز لوحدات القياس و للعناصر و للمركبات الكيميائية في أن تأسيس الأطر الإصطلاحية الصريحة و الرسمية المحدّدة

لقواعد الترميز الحرفي لكل منهما يمثّل الخطوة الأخيرة المتوّجة لسيرورات حل الإشكاليات المطروحة المشار إليها سابقا. بعبارة أخرى، يمكن القول أن تحديد قواعد الترميز الحرفي لكل من وحدات القياس و العناصر و المركبات الكيميائية كان لغرض مشترك و الذي يخص البحث عن الحلول المناسبة و النهائية لتسهيل التواصل العلمي و التقني بين المتدخلين في هذين الميدانيين العلميين و بالتالي المساهمة في تحقيق تطور كل منهما.

إذن، يمكن النظر إلى هذا الترميز الحرفي كتتويج لسيرورات تاريخية تميزت بالنقاش و الجهود الجماعية و مواجهة بعض الترددات و الصعوبات في إصلاح وحدات القياس و تسميات المركبات الكيميائية حيث ترجمت مختلف الجهود المبذولة الطابع العالمي للعلوم عموما ومهّدت الطريق لتواصل علمي فعّال في مجال العلوم الفيزيائية بالأخص.

على ضوء معطيات هذا التحليل التاريخي، يفرض غموض و ضمنية قواعد الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية مقارنة بالأطر الإصطلاحية الصريحة و الرسمية للتعيين الرمزي لوحدات القياس و للعناصر و للمركبات الكيميائية ضرورة محاولة البحث عن العوامل المفسرة للطبيعة غير الصارمة لهذه القواعد.

4. العوامل المفسرة للخاصية الضمنية و غير الصارمة لقواعد الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية

1.4 هيمنة الجوانب النظرية للفيزياء على حساب الإهتمام بأدوات الترميز الحرفي

أثناء تحليل كتب الفيزياء المختارة و المنشورة خلال القرنين 18 م و 19 م، لاحظنا تمركز إهتمام مؤلفي هذه المراجع الهامة على تحديد مفاهيم الظواهر الفيزيائية المدروسة و بناء النظريات المفسّرة لها. بشكل أكثر وضوحا، تمحورت الجهود الفكرية لعدد معتبر من هؤلاء الفيزيائيين حول الجوانب النظرية للفيزياء و بالأخص الصياغة الرياضية للعلاقات الفيزيائية و البناء المتناسق للنظريات التي تمكّن من تفسير و فهم الظواهر المدروسة في هذه الكتب.

فنتيجة التركيز على الجوانب المفهوماتية و النظرية للفيزياء، يبدوا لنا أنه من المنطقي القول بأن الإنشغال بهذه الجوانب قد ساهم بشكل كبير في إخفاء أو التقليل من أهمية الإهتمام بأدوات الترميز لمحتويات هذه النظريات و بالأخص التعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية. فبالرغم من دور هذه الرموز الحرفية في المساهمة في سيرورة النمذجة الرياضية للعلاقات الفيزيائية، نرى أن رموز المقادير الفيزيائية تمّ النظر إليها على أساس أنها أدوات ثانوية مرافقة للتشكيل الرياضي للعلاقات الأساسية المكوّنة للنظريات الفيزيائية، ممّا أدى إلى عدم الكشف الصريح عن القواعد المتّبعة في هذه العملية.

على هذا الأساس، فمن الوجاهة القول أنه في الوقت الذي مثّل فيه الإعتماد الجماعي و الرسمي لقواعد الترميز الحرفي لوحدات القياس و للعناصر و للمركبات الكيمائية الخطوة الأخيرة و غير القابلة للإنفصال عن مسعى حلّ إشكالية تعدّد وحدات القياس و غموض أسماء المركبات الكيمائية، فإن الترميز للمقادير الفيزيائية قد أصيب بنوع من الإخفاء نتيجة الرهانات المعتبرة المعطاة للجوانب النظرية للفيزياء من طرف مشاهير فيزيائيي القرنين 18 م و 19 م و التي تطلبت جهودا تجريدية كبيرة لضمان بناء نظري متجانس للفيزياء. كمثال توضيحي، يكفى التطرق إلى الجدل و النقاش اللّذان إستغرقا فترة زمنية قاربت القرنين حول الطبيعة الجسيمية أو الموجية للضوء. كما يمكن الإشارة أيضا إلى النقاشات التي خصّت فترات زمنية معتبرة للمرور من النمذجة الهندسية للفيزياء إلى تطبيق الصياغة الجبرية للعلاقات الفيزيائية. إضافة إلى ما سبق، فإن العديد من المفاهيم الفيزيائية كالكالوري و القوى الحية و الأثير قد شكّلت مواضيعا للنقاشات بين الفيزيائيين و التي إستغرقت فترات زمنية معتبرة.

بالإضافة إلى الإعتبار السابق، نتج من إرتباط كل من وحدات القياس و المركبات الكيمائية بالتعاملات الإقتصادية بين الأفراد و المجتمعات رهانات هامة حيث فرضت هذه الرهانات ضرورة التكفّل الملائم بكل الجوانب المتعلقة بها للحدّ من الصعوبات السالفة الذكر. في هذا الشأن، مثّلت الجهود المبذولة في ميدان الكهرباء و المغناطيسية (الكهروتقنية) دليلا واضحا على الدور الهام الذي تلعبه الإعتبارات الإقتصادية و التجارية في التوصل إلى الإتفاق على قواعد جماعية للتسمية و للتعيين الحرفي و غير الحرفي للمكوّنات الخاصة بهذا الميدان من الفيزياء (كاجوري Cajori، 1928، جزء 2). فعادة، نجد في كتب الكهرباء و المغناطيسية تعليمات و جداولا لأسماء المقادير الفيزيائية و العناصر المتدّخلة في تركيب الدارات الكهربائية مرفوقة بالرموز الحرفية و التخطيطية التي ينبغي استعمالها و التقيّد بها في تمثيل و تحليل الظواهر الكهربائية و المغناطيسية.

إذن، يبدو أن تركيز الفيزيائيين على الجوانب النظرية للفيزياء من جهة و غياب الرهانات الإقتصادية المباشرة للمقادير الفيزيائية من جهة أخرى يمثّلان عاملين رئيسيين من العوامل التي ساهمت في غموض قواعد الترميز الحرفي لهذه المقادير ممّا نتج عنه سيطرت الممارسات الضمنية الغامضة في عملية التمثيل الحرفي لهذه المقادير و التي عايناها بوضوح في الكتب الأصلية للفيزياء. فلاحقا، تمّت عملية التنقيل للممارسات الضمنية للترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية في الكتب المدرسية للفيزياء.

2.4 الخصوصية الإبستمولوجية لمفهوم المقدار الفيزيائي

على أساس تمثيلها لخصائص أساسية مميّزة لأغلب الظواهر الفيزيائية، يسمح تحكّم الفيزيائي في المقادير الفيزيائية بدراسة الظواهر كميا. فباستثناء بعض العلاقات الفيزيائية ذات الطابع النوعي،

فإن أغلب القوانين و التعاريف الفيزيائية تتضمن ربط كمي للمقادير الفيزيائية ببعضها البعض (إلمو Ullmo، 1969/هامبال Hempel، 1972) حيث يتمّ بلورة ذلك في شكل معادلات رياضية.

في الواقع، يؤدي تنوّع المقاربات التحليلية المستخدمة في دراسة هذه الظواهر من جهة، و بروز ظواهر فيزيائية جديدة بدلالة توقّعات نظرية و تطور الإمكانيات التقنية من جهة أخرى، إلى تزايد أعداد هذه المقادير حيث يعطي مثل هذا التزايد المستمر لعدد المقادير الفيزيائية خصوصية إبستمولوجية لمفهوم المقدار الفيزيائي مقارنة بالوجود الموضوعي و بعدد محدّد للعناصر الكيميائية مثلا. ففي الوقت الذي نجد فيه أن العناصر الكيميائية لها تركيبها الذري الدقيق و موقع معيّن لكل عنصر منها في الجدول الدوري للعناصر الكيميائية و خصائص كيميائية معروفة لنشاطها في التفاعلات الكيميائية، يختص مفهوم المقدار الفيزيائي بدرجة معتبرة من التجريد حيث أن اللجوء إلى إستعمال مقادير معينة مرتبط بالمقاربة المستعملة في دراسة الظواهر الفيزيائية. و عليه، تقتضي كل مقاربة منتهجة لحلّ مسألة فيزيائية استخدام مضبوط لمجموعة من المقادير الفيزيائية. كمثال على هذه الخصوصية، يقتضي البحث على العبارة الفيزيائية التي تمكننا من حساب السرعة النهائية لجسم نقطي يسقط سقوطا حرا من إرتفاع معين في مجال جاذبي أرضي توظيف المقاربة الديناميكية أو الطريقة الطاقوية. ففي كل مقاربة، يستخدم الفيزيائي مقادير فيزيائية مختلفة حيث أن المقاربة الديناميكية تتطلب اللجوء إلى استعمال كل من الجاذبية الأرضية و الأزمنة و مسافة السقوط أي الإرتفاع و السرعة الإبتدائية للمتحرك. أمّا إذا فضّل الفيزيائي إتّباع المقاربة الطاقوية، فإنه من الضروري توظيف مفهوم العمل الفيزيائي لقوة ثابتة و الطاقة الحركية لجملة ميكانيكية.

إذن، أمام كل وضعية إشكالية جديدة و في حالة الضرورة، يحقّ للفيزيائي إختراع مقادير فيزيائية جديدة كأدوات مساهمة في حلّ المسائل الجديدة المطروحة. و عليه، نرى أنه بالنظر إلى الخصوصية الإبستمولوجية لمفهوم المقدار الفيزيائي المتمثّلة في التزايد المستمر لعدد هذه المقادير، فإن إمكانية التعيين الرمزي الأولي للأعداد المتزايدة من هذه المقادير تصبح صعبة نتيجة صعوبة التحديد المسبق لقواعد التعيين الحرفي لها.

بالإضافة إلى هذا العامل، تصعّب ضرورة استعمال علامات لسانية لغرض التواصل الشفوي في الممارسات الأكاديمية و البيداغوجية للفيزياء من خياراتنا لتعيين كل مقدار فيزيائي بحرف وحيد نتيجة محدودية عدد حروف مختلف اللغات المستعملة في كتابة محتويات كتب الفيزياء. بعبارة أخرى، يشترط من الرموز المختارة لتمثيل المقادير الفيزيائية أن تكون منطوقة لتوظيفها في التواصل العلمي، ممّا يجعل من إمكانية استخدام علامات تخطيطية غير منطوقة كالأشكال الهندسية مثلا غيرمعقولة و يجعل مجال خياراتنا ضيقا بالنظر إلى العدد المعتبر للمقادير الفيزيائية المعروفة حاليا.

خاتمـة

انطلاقا من المعطيات المستخلصة من تحليل الترميز الحرفي لكل من المقادير الفيزيائية و وحدات قياسها و العناصر الكيمائية في كتب الفيزياء و الكيمياء المختارة كعينة للدراسة، يظهر أن قواعد التعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية ضمنية و غامضة مقارنة بوضوح و بثبات قواعد التمثيل الرمزي لوحدات القياس و للعناصر الكيميائية. و عليه، إذا حقّ لنا الكلام عن إطار إصطلاحي للترميز لهذه المقادير، فهذه الإصطلاحية لن تكون إلا مبهمة و غير صارمة.

لفهم الغموض المميّز لقواعد التعيين الرمزي للمقادير الفيزيائية، يبيّن تحليل السياقات التاريخية لهذا النشاط الممارس في العلوم الفيزيائية أن الإصطلاحيات الصريحة و الرسمية للترميز لوحدات القياس و للعناصر و للمركبات الكيميائية ترجمت المرحلة الأخيرة من السيرورة التاريخية الهادفة إلى إيجاد الحل النهائي لإشكاليتي تعدّد وحدات القياس و تنوّع و غموض أسماء المركبات الكيمائية.

كما يبرز أيضا من هذا التحليل أن اعتبارات خاصة ذات علاقة بالرهانات الإقتصادية و الإجتماعيـة و حتى العلمية لوحدات القياس و للمركبات الكيمائية قد ساهمت بشكل كبير في التوصل الجماعي إلى ضبط التسميات و المحتويات لكل منهما و كذلك الترميز الحرفي لهذه المكونات للعلوم الفيزيائية.

على العكس من هذا، فإن اهتمام الفيزيائيين كان مرتكزا على الجوانب النظرية للفيزياء قصد تحقيق البناء المتناسق و الدقيق للمضامين الثرية للفيزياء، ممّا تولّد عنه إغفال نسبي للجوانب الترميزية للمقادير الفيزيائية.

يمكن إضافة عامل آخر مرتبط بصعوبة الضبط المسبق و الصريح لقواعد الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية بالنظر إلي تزايد عددها بشكل مستمر بدلالة ظهور ظواهر فيزيائية جديدة ناتجة من التنبؤات النظرية أو نتيجة التطبيقات التكنولوجية المستحدثة في ميدان الفيزياء.

بالإضافة إلى الجوانب التحليلية السابقة، نرى أنه من الضروري إلقاء الضوء عل الجوانب النفس-معرفية المرتبطة بآليات إدراك المعاني المعبّر عليها بأدوات الدلالة مثل الكلمـات و الرموز و الحركات. فبالنظر لوجود مركبة إدراكية في الإشكالية المطروحة في هذا البحث، قد تساهم المعطيات الخاصة بجوانب السيرورات الإدراكية للأفراد في تمكيننا من التوصل إلى فهم متكامـل و أكثر عمقا للقراءة التلقائية، من طرف التلاميذ و الطلبة، لمضامين الرموز الحرفية المستخدمة عادة في تمثيل المقادير في المعادلات الفيزيائية. بعبارة أخرى، نعتقد أنه من المهم التطرق للجوانب الإدراكية للمتعلمين الخاصة بمضامين أدوات الدلالة بالنظر للإرتباط الوثيق لموضوع الأطروحة بالسيرورات الإدراكية المتعلقة بفهم التلاميذ لمحتوى المعادلات الرمزية للفيزياء.

الفصل الرابع:

اعتبارات نفس – معرفية و دلالية متدخلة في إدراك مدلول الحروف الممثلة للمقادير الفيزيائية

تمهيد

1. تعريف لمفهوم الإدراك

2. لمحة عامة حول بناء (تكوين) الذاكرة البشرية و سيرورات إدراكها لمدلول المثيرات

1.2 البنيات المنمذجة للذاكرة

2.2 الأداء المعرفي للذاكرة

1.2.2 سيرورات تخزين المعلومات المستقبلة

2.2.2 استرجاع المعلومات المخزنة و التعرف على مدلولات المثيرات الموافقة لها

3. صفة "المثير" المتعلقة برموز المقادير الفيزيائية

4. عوامل نفس – معرفية مؤدية إلى إدراك محفز للحروف العشوائية المستخدمة في تمثيل المقادير الفيزيائية

1.4 تأثير التعود على الإدراك لمدلول الحروف الممثلة للمقادير الفيزيائية

2.4 قدرة الإشارة في تعيين المضامين و الصعوبات الإدراكية الموافقة لدى التلاميذ

3.4 أفضلية و تلاؤم "الرمز" للتعبير على التمثيلات و التصورات الفردية للتلاميذ

خاتمة

تمهيد

يتضمن محتوى هذا الفصل تحليلا عاما للجوانب الإدراكية المتدخلة في تعرّف الأفراد على المضمون الدلالي للأدوات المستخدمة في التواصل بينهم. يتعلق الهدف الرئيسي من هذه الدراسة الموجزة بتحديد بعض العوامل النفس- معرفية المؤثرة في العملية الإدراكية للمعاني و التي قد تسمح بفهم جزئي للسلوك الجماعي للتلاميذ و للطلبة المستجوبين في الدراسة السابقة و المتمثل في إعطائهم مضمون فيزيائي محدّد ونهائي للحروف غير المحفزة المستخدمة عادة في تعيين المقادير الفيزيائية و في كتابة العلاقات الفيزيائية على شكل معادلات رياضية.

تجدر الإشارة إلى أن هذا التوضيح ذي الطبيعة النفس- معرفية له مدى محدود لأنه ليس بمقدورنا إجراء دراسة تحليلية معمقة لموضوع الإدراك ولآلياته المعقدة. في هذا الشأن، فبالإضافة إلى أن موضوع علم النفس المعرفي لا يمثل مجالا لتخصصنا و لكفاءتنا العلمية، فإن تعدّد و اختلاف النظريات التفسيرية المنمذجة لبنية و أداء الذاكرة تعيق، بشكل كبير، محاولة القيام بتحليل دقيق للجوانب النفس- معرفية المتدخلة في إدراك المحتوى الدلالي لمختلف أدوات التمثيل الرمزي كالمفردات و الرموز و الحركات. فبالنظر إلى هذه الإعتبارات، سوف ينحصر تحليلنا فقط على المعطيات التجريبية المقبولة حاليا من طرف أغلب متخصصي علم النفس المعرفي.

نبدأ هذا التوضيح النفس - معرفي بالتطرق إلى مفهوم الإدراك perception الذي يمثّل لنا مفهوما مفتاحيا لمحتوى هذا الفصل.

1. مفهوم الإدراك

على أساس الأطر أو المرجعيات النظرية التي تبناها علماء النفس، تمّ تعريف مفهوم الإدراك بطرق مختلفة. نتيجة لهذا الوضع، أدّى تباين التعريفين الرئيسيين المقدمين لمفهوم الإدراك من طرف الإتجاهين الرئيسيين: المعرفي cognitivisme و السلوكي behaviorisme إلى نوع من عدم صرامة مدلول هذا المفهوم.

فعلى عكس المدرسة السلوكية التي تعتبر أن الإدراك يمثّل نمطا من أنماط التخزين intériorisation للسلوك، يرى علماء الإتجاه المعرفي أن الإدراك هو مجموعة من الآليات و السيرورات المعقدة التي على أساسها يتعرّف الفرد على محيطه وذلك بالتركيز على المعطيات الحسية المستقبلة من طرف مختلف حواسه (بوني و آخرون .Bonnet et al، 1989). من هذا المنظور، يرى لوهال و ميلييي Lehalle et Mellier (2002) أن الفعل الإدراكي يتضمن إنجاز الوظيفة المتمثلة في قراءة التدفقات المتعلقة بالإشارات الحسّية الواردة من داخل أو من خارج جسم الفرد. ففي هذه السيرورة المعقّدة

التفاعلية بين الفرد و محيطيه الداخلي أو الخارجي، يعتبر مالتان Maltin (2001) أن العملية الإدراكية تتطلب إستدعاء الفرد لمعارفه المكتسبة سابقا للقيام بتأويل المثيرات التي يتلقاها حيث أنه من خلال الفعل الإدراكي، يتمكن الشخص من إعداد تمثيلات أو تصورات عقلية لجوانب الوقائع المدركة و يقوم بتعبئة هذه التصورات لاحقا لتفسير مختلف أنماط الإثارات التي تلقّاها.

فعلى خلاف المدرسة الغاشتلتية gestaltiste التي تعتبر أن نتائج العملية الإدراكية هي إستنساخ متماثل و مطابق للوقائع المدركة، أوضح العديد من المتخصصين في علم النفس أن المدرسة المعرفية تعتمد على إطار نظري مبني على أساس أن العملية الإدراكية تمر عبر بذل الفرد لجهود إنتقائية و تنظيمية لمعالجة الإشارات الحسّية المستقبلة من طرفه بهدف إعداد و بناء صور عقلية ذات دلالة للوقائع المدركة. في هذا الإطار، رفض بشدة كل من دولاي Delay و بيشو Pichot (1975) فكرة تكافؤ مفهوم الإدراك مع التمثيل الحقيقي و الوفيّ للوقائع المحسوسة التي تلقينا إشاراتها الحسية لأن، حسبهما، تكون العملية الإدراكية متكوّنة من سيرورات معقّدة متضمنة على الترتيب استقبال المثيرات الحسية و إنتقاء عناصرها و القيام بتمثيلها الرمزي المجرد و هذا لإعطاء هذه المثيرات معان و حتى قيما وجدانية معينة.

على أساس المعطيات التحليلية السابقة، يمكن القول بأن الإدراك هو سيرورة مؤلّفة من مجموعة من العمليات و الأنشطة العقلية التي تسمح للفرد ببناء معارفه من خلال إنشاء تمثيلات عقلية مجردة و منظمة متعلقة بالأشياء و الحوادث الواقعية أو الإفتراضية التي تلقى الفرد المثيرات الخاصة بها. في هذا الإطار، يساهم التكرار المتماثل للمثيرات المتلقاة الواردة من الوسط الداخلي أو الخارجي للفرد في إقامة تصورات معرفية لها و ذلك يؤدي إلى إعطاء الأشياء المدركة قيمة دلالية أي معنى (لايف Leif، 1981). هكذا، يتمثل الهدف المحقق عن طريق العملية الإدراكية في إكتساب الأفراد لمعلومات ذات دلالة و ذلك من خلال إعطاء مضمون أو معنى للمثيرات الخارجية الملتقطة من طرف الحواس أو المتولدة في داخل جسم الفرد.

باعتبار أن الذاكرة البشرية تشكّل الفضاء العضوي الذي تنجز فيها مختلف السيرورات المعرفية المؤدية إلى إدراك مضامين مختلف أدوات الدلالة، يبدو لنا أنه من المهم إلقاء نظرة مختصرة حول بنية و آليات عمل هذه الذاكرة.

2. لمحة عامة حول بنية الذاكرة و آليات إدراكها لمدلول المثيرات المستقبلة

1.2 نمذجة بنيات الذاكرة

من المعروف أنه لا يوجد نموذج وحيد للتفسير الدقيق للأداء المعرفي للذاكرة. في هذا الإطار،

فإن فهم العديد من الظواهر الفعلية ذات العلاقة باستخلاص المعاني كالتعرف على الأشكال و تذكّر المعلومات من طرف الأفراد يستدعي اللجوء، على الأقل، إلى إستخدام إحدى المقاربتين البنيويـة أو الوظيفيـة.

ترتكز المقاربة الأولى على بنية الذاكرة حيث يدافع مؤيدو هذا الطرح على نموذج تركيب الذاكرة من عدّة أجزاء حيث تشكّـل الأجزاء بدورها أنماطا مختلفـة من ذاكرات فرعية متفاعلة فيما بينها.

على العكس من هذا التصور المنمذج للذاكرة، أوضح كـل من بوني و آخرون .Bonnet et al (1989) و دوري و مرسيي Doré et Mercier (1992) و نفاس Neves و ريشار Richard (2004) أن المقاربة الوظيفية أو الأدائية للذاكرة تعتبر أن هذه الأخيرة هي وحدة متكاملة حيث يكون إشتغالها وفق النمط التسلسلي أو النمط التفاعلي و ذلك بمعالجة المثيرات عن طريق المرور عبر عدّة مراحل تدعى بمستويات المعالجة.

فبالرغم من تعدّد النماذج المقترحة لتفسير عمل الذاكرة، يمكن القول أن هناك نقطة توافق بين متخصصي علم النفس- المعرفي حول مبدأ التمييز بين مختلف حالات المعلومة في الذاكرة حيث ينبغي التمييز بين ثلاث أنواع من الذاكرة. يتعلق الأمر بتقسيم الذاكرة إلى ثلاث أجزاء فرعية: الذاكرة الحسية mémoire sensorielle التي تدعى أيضا بسجل المعلومات الحسية و الذاكرة قصيرة المدى mémoire à court terme و نهاية الذاكرة طويلة المدى mémoire à long terme.

فيما يلي، نقدّم تحليلا مختصرا لآليات عمل الذاكرة حيث سوف نعتمد أساسا على المعطيات التجريبية المتوصل إليها في مجال علم النفس- المعرفي و التي حضيت بقبول عريض من طرف المتخصصين في هذا الميدان بالنظر إلى فعّاليتها في تفسير الظواهر الإدراكية.

2.2 الأداء المعرفي للذاكرة

1.2.2 سيرورات معالجة و تخزين المعلومات المتلقاة

سبق أن أوضحنا أن السيرورات الإدراكية الواعية أو الآلية للفرد و المنطلقة إبتدءا من تلقيه المتكرر لمثيرات معينة كالصوتية و البصرية و اللمسية تهدف إلى تخزين الدلالات الموافقة لهذه المثيرات و هذا لاستعمالها لاحقا للتعرف على الأشياء و الحوادث ذات العلاقة بالمعاني المخزنة في الذاكرة. ففي المقاربة الوظيفية للذاكرة، تمّ إفتراض معالجة المثيرات المستقبلة من طرف حواس الفرد على أساس خضوعها لعدّة مستويات تحليلية حيث في كل مستوى تخضع المعلومات المعنية بالمعالجة إلى العديد من العمليات التحليلية و التجريدية. فحسب نيكولا Nicolas (2002) ، تؤيّد الدارسات السلوكية في علم النفس و تلك الخاصة بعلـم النفس الفيزيولوجي و علم النفس العصبي بقـوّة فكرة

وجود عدّة مستويات لمعالجة البيانات في الذاكرة. فعلى ضوء نتائج الدراسات المنبثقة من المدرسة المعرفية، يمكن إعتبار الذاكرة كنظام لمعالجة المعلومات حيث يتكوّن هذا النظام من بنيات دلالية أي مرتبطة بالمعاني، قادرة على معالجة و تخزين المعلومات التي إكتسبناها و ذلك حسب عدّة أشكال.

يتعلق النمط الأول من هذه المعالجة بالمستوى الحسي حيث تهدف الوظيفة الأساسية لهذا الأخير إلى تشفير encodage الخصائص الفيزيائية للمثيرات التي تلقيناها من خلال إستخلاص المميزات العنصرية أي الأساسية لها مثل الخطوط الهندسية المميزة للحروف. فقد عرّف كلّ من فورتان Fortin و روسو Rousseau (1999) هذه العملية بسيرورة تحويل الحوادث الملموسة إلى أثر دلالي trace mnésique.

فيما يخص الأشكال التي تأخذها عملية تشفير المثيرات المستقبلة من طرف الأفراد، أوضح نوفاس Neves (1999) أن هذه الأشكال تتمثل في تلك المسماة بالشكل المورفولوجي و الصوتي و على شكل صورة و كذا الشكل الدلالي المتعلق بالمعاني.

يتمثل المستوى الثاني لمعالجة البيانات في الذاكرة بالمستوى الإدراكي حيث يخص دور هذا المستوى في بناء تمثيلات أو صورا عقلية للمثيرات المتلقاة عن طريق إنتقاء وإدماج intégration للخصائص العنصرية للمثيرات المعنية قصد الحصول على تصورات ذهنية لها. ففي هذه المرحلة، أوضح لومار Lemaire (2006) أن المعطيات المعالجة سابقا في مستوى السجل الحسي، إمّا أن تخضع لعملية تخزين أو تلغى نهائيا عن طريق نسيانها.

أما المستوى الأخير لمعالجة البيانات في الذاكرة، فيتعلق بجانب إعداد دلالات للتمثيلات العقلية المبنية في المستوى السابق. ففي نهاية هذا المستوى المسمى بالمعرفي، تكون عملية معالجة المثيرات الحسية المستقبلة قد اكتملت حيث تخزن الدلالات المستخلصة في ذاكرة ذات المدى الطويل أين يكون الإرتباط الوثيق بين التمثيلات المصوّرة و تلك المعرفية التي تحمل دلالات أو معاني المثيرات الحسية المعالجة سلفا في هذه السيرورة المعقّدة. وعليه، نقول أن الذاكرة الدلالية تشكل فرعا من الذاكرة ذات المدى الطويل التي تختص في تخزين المعاني المعطاة للمثيرات التي تمّ تحليلها عبر مستويات المعالجة المذكورة أعلاه. بهذا الشكل، يمكن النظر إلى الذاكرة الدلالة، حسب فورتان Fortin و روسو Rousseau (1992) و نفاس Neves (1999) و باغو و آخرون .Bagot et al (2004)، على أساس أنها تمثّل « فهرسا» منظما و متكونا من مجموع المعارف المجردة الخاصة بالمعاني أو الدلالات المعطاة من طرف الأفراد لمختلف الأدوات الدلالية مثل المفردات و الرموز و الإشارات الحركية.

بشكل عام، يمكن القول أن إكتساب مدلول المثيرات الخارجية المستقبلة من طرف حواسنا أو تلك المنبثقة من داخل كياننا تمر عبر عملية تشفير هذه المنبهات و تأسيس تصورات عقلية مجردة محمّلة بالدلالات الخاصة بهذه المنبهات حيث يتطلب حفظ المعلومات المجردة المنبثقة من عملية تشفير المثيرات المتلقاة، حسب كل من كورديي Cordier و غاوناخ Gaonac'h (2005)، الخضوع إلى مجهود تنظيمي و الذي لا يكون بالضرورة وفق وعي الأفراد. و عليه، يؤدي تخزين دلالات التمثيلات المجردة الموافقة للوقائع المدركة إلى إمتلاك الأفراد للأدوات المعرفية الضرورية للتفاعل مع المثيرات المتعددة الأشكال الواردة من المحيطين الخارجي و الداخلي لهم.

2.2.2 عملية الإسترجاع و التعرّف على مدلولات المثيرات المتلقاة

تدل معطيات علم النّفس المعرفي على أنّه بمجرد تلقي الفرد لمثير ما، فإن سيرورة معالجة المنبه المعني تنطلق بشكل شبه لحظي قصد الكشف عن مدلول الإثارة الواردة من المحيط الداخلي أو الخارجي للفرد حيث تقتضي هذه الآلية المسماة بالإسترجاع أو بفك التشفير بتنشيط المعلومات المخزّنة في الذاكرة الدّلالية المكوّنة للذاكرة ذات المدى الطويل. فعلى أساس النموذج المعتمد من طرف الإتجاه المعرفي، تكون إعادة تنشيط المعلومات المخزنة سابقا في مستوى ذاكرة العمل mémoire de travail لاستخلاص الدلالات الخاصة بها.

عمليا، يرى دوري Doré و مرسيي Mercier (1992) أن التعرّف على معاني المثيرات المستقبلة من طرف حواس الفرد يكون بإجراء مقارنة بين الخصائص الأساسية لهذه المثيرات مع الذكريات الوجيهة المخزّنة في الذاكرة طويلة المدى. عادة، تؤدي هذه العملية إلى إختيار الفرد للسلوك المناسب إتخاذه بدلالة المعلومات المتوصل إليها من خلال تحليل مدلول المنبهات التي تلقّاها هذا الفرد. في هذا الإطار، تطرق أغلب المؤلفين المشار إليهم سابقا إلى ضرورة تدخل دليل indice في سيرورة إسترجاع المعلومات المخزنة سابقا حيث يلعب الدليل المشار إليه دور المنبّه المماثل أو المشابه لنظيره الذي كان حاضرا لحظة تشفير المعلومات المبحوث عليها. في هذه السيرورة، يساهم وجود الدليل في التحديد الدقيق لنوع المعلومات المبحوث عليها بدقة وذلك بتمييزها عن بقية المعلومات الأخرى المخزنة في الذاكرة طويلة المدى. إذن، تؤدي عملية الإسترجاع إلى الولوج إلى التصورات العقلية المبنية و المرتبة سابقا خلال مرحلة تشفير و إعطاء مدلول للمثيرات المعالجة حسب عدة مستويات. فعادة ما تكون هذه العملية سريعة حيث لا تستغرق إلا أجزاءا من الثانية.

في العملية العقلية المعقّدة للبحث عن مدلول المثيرات المستقبلة من طرف الأفراد، أشار ماجريس و آخرون Majerus et al. (2001) إلى إحتلال مفهوم التنشيط activation لدور محوري في تفسير

آليات عمل الذاكرة حيث أن الوصول إلى مدلول مثير ما يمر حتما عن طريق تنشيط التمثيل أو التصوّر العقلي المجرد المرتبط بهذا المثير و المخزن في الذاكرة الدلالية للفرد. على هذا الأساس، يمكن النظر إلى مفهوم التنشيط كآلية تسمح بالبحث عن المحتوى الدلالي للمثير المراد الكشف عن معناه. ففي مجال التعرّف على مدلول الكلمات مثلا، أشار باغو و آخرون .Bagot et al (2004) إلى أن هذه العملية تتمّ عن طريق ربط التصوّرات الحسية الناتجة من المثيرات الصوتية أو الضوئية أو اللمسية المتلقاة بواحدة أو أكثر من التصوّرات العقلية للمفردات المعنية و الموافقة لمدلولاتها المخزنة سابقا في الذاكرة الدلالية للفرد المتلقي لهذه الإشارات. في الحقيقة، يمكن تشبيه هذه السيرورة بعملية « تحيين» للمعارف المكتسبة سابقا و ذلك بإعادة تنشيط التمثيلات العقلية الموافقة للمثيرات التي سبق معالجتها و ربطها بهذه التصورات الدلالية. و عليه، تتمثل نتائج هذه العملية في عدّة أشكال منها الشكلين الأساسيين المعرفي و السلوكي. على سبيل المثال، يمكن للفرد التعرّف على الشّكل الهندسي للجسم الذي تمّت رؤيته أو استحضار ذكريات لحوادث سابقة عند المرور مثلا بالمدرسة التي تلقى فيها تعليمه الإبتدائي أو التعرّف على مدلول مفردات نص أدبي أو معادلات كيميائية. فهذه المجموعة من الأمثلة تنتمي كلّها إلى النمط المعرفي.

فيما يتعلق بالنتائج السلوكية لعملية الإسترجاع، فإن موقفا أو سلوكا معينا يحدّد ميزتها الأساسية. يكون ذلك واضحا في مثال الإمتناع عن قطع الطريق عند رؤية سيارة سريعة قادمة في إتجاهنا أو بروز علامات الحيطة و الإنتباه على الفرد عند إحساسه بحدوث الزلزال.

في الأخير، نشير إلى أن المعطيات التجريبية لعلم النفس المعرفي تؤكد وجود علاقة وطيدة بين عمق تحليل المثيرات المستقبلة من طرف الفرد و سهولة التعرف على مدلولها. يفسر هذا الإرتباط، حسب فورتان Fortin و روسو Rousseau (1992) و دوري Doré و مرسيي Mercier (1992)، بتزايد الأثر الدلالي في الذاكرة الدلالية حسب درجة عمق التحليل الذي خضع له المثير المعني. فنتيجة لهذا الإرتباط، يكون دليل الإسترجاع متميزا بفعالية معتبرة و ذلك بالنظر إلى الترابط القوي الموجود بين هذا الدليل و التصورات العقلية المتعلقة بمعاني أو مدلولات المثيرات المستقبلة من طرف الفرد.

بشكل إجمالي، من المعقول القول بأن الوظائف المعرفية للذاكرة تتعلق أساسا بمعالجة المثيرات المتلقاة و بتخزين و باسترجاع المعاني الموافقة لهذه المثيرات المعالجة حيث ينجم من عملية المعالجة تفاعل الفرد مع محيطه الداخلي و الخارجي باتخاذه موقفا معينا.

نقوم الآن بمحاولة إجراء إسقاطا للمعطيات المستخلصة من التحليل النفس- معرفي المنجز على موضوع إدراك التلاميذ للرموز الحرفية الممثلة للمقادير الفيزيائية و ذلك لغرض البحث عن بعض

عناصر الإجابة على الإشكالية المطروحة في هذا البحث. بداية، نبدأ بإبراز الدور النفس- معرفي لهذه الرموز الحرفية في السيرورة المؤدية إلى إدراك التلاميذ لمضمون المعادلات الحرفية للفيزياء.

3. صفة «المثير» المسندة للرموز الحرفية للمقادير الفيزيائية

من وجهة نظر علم النفس، يمكننا القول أن الحروف المستخدمة في تعيين المقادير الفيزيائية هي موجودات لسانية حاملة للمدلولات و قابلة للإدراك بواسطة الذاكرة عن طريق رؤية التلميذ لرسمها التخطيطي أو سماع تلفيظها الصوتي بغرض إستخلاص معانيها.

من الواضح أن الدور المسند لهذه الإشارات التخطيطية يتمثل في الوظيفة الرمزية من خلال إثارة التصورات العقلية المرتبطة بالمحتويات الدلالية لها و المخزنة في الذاكرة الدلالية للمتعلمين. في هذا الإطار، أكّد غيرو Guiraud (1973) أنّ كلّ إشارة تمثّل مثيرا stimulus ذو وجود حسي حيث أن الصورة الذهنية له تكون مرتبطة في عقولنا بمثير آخر واقعي أو إفتراضي له القدرة على تحفيزنا و دفعنا لتذكّر و لاستحضار المدلولات المستهدفة لغرض التواصل المعرفي أو السلوكي و حتى الوجداني أيضا مع محيطنا الداخلي أو الخارجي.

على ضوء هذه الإعتبارات، نرى أنه من المعقول القول أنه بمجرد تلقي المتعلّم لرمز حرفي جديد مماثل أو مشابه للرمز المستخدم في الترميز لمقدار فيزيائي ما، فإن الصورة المخزّنة في الذاكرة image mémorielle للمفهوم الفيزيائي المرتبط سابقا مع الرمز المعني بالعملية الإدراكية يحدث له التنبيه عن طريق المؤثر التخطيطي أو الصوتي لاسم المقدار الفيزيائي المعين رمزيا حيث تؤدي هذه الآلية الإدراكية إلى تمكين التلميذ من التعرّف على المدلول الفيزيائي، أي المقدار الفيزيائي، المعيّن بالرمز الحرفي موضوع الإدراك. و عليه، تكمن الأهمية النفس- معرفية للرموز الحرفية الممثّلة للمقادير الفيزيائية في لعبها لدور المثير أو المنبه الذي ينتج من إستقباله من طرف الحواس إنطلاق سيرورة ذهنية شبه لحظية بهدف التوصل إلى الكشف عن إسم المقدار الفيزيائي المعيّن بهذا الرمز الحرفي و بالتالي تذكر الخصائص المميزة لهذا المقدار.

بعد هذا التوضيح و إنطلاقا من مجمل المعطيات النظرية التي تطرقنا إليها في هذا الفصل، نحاول فيما يلي إستخلاص بعض العوامل التي قد تساهم في تفسير الإنزلاق الدلالي الملاحظ في إدراك التلاميذ للرموز الحرفية الممثّلة للمقادير الفيزيائية و الذي نتج عنه إعطاء أغلبية التلاميذ و الطلبة المستجوبين سابقا الطابع المحفّز لهذه الحروف العشوائية و ذلك باعتبارها كرموز ذات محتوى فيزيائي محدّد و نهائي و ليست كإشارات صرفة. فمن شأن الإعتبارات المبحوث عليها تمكيننا من

الإحاطة أكثر بأبعاد إشكالية قراءتهم التلقائية المباشرة لمدلول الرموز الحرفية المستعملة عادة في التعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية لغرض الصياغة الرياضية للعلاقات الفيزيائية.

4. عوامل نفس-معرفية مساهمة في إدراك التلاميذ لمدلول الحروف الممثّلة للمقادير الفيزيائية

1.4 تأثير التعوّد على إدراك مدلول الحروف الممثّلة لمقادير فيزيائية

بداية، تشير أغلب دراسات علم النفس إلى التأثير الهام للتعوّد في إدراك مضامين أدوات الدلالة كالكلمات و الرموز و الحركات. ففي مجال اللغة عموما، أوضح باغو و آخرون .Bagot et al (2004) أن الكلمات المتواتر استعمالها في اللغة يكون إدراك مضمونها أسهل و أسرع مقارنة بالكلمات ذات تواتر الإستخدام المحدود. كما يرى كل من فورتان Fortin و روسو Rousseau (1992) و نيكولا Nicolas (2003) أن تأثير التعوّد في تسهيل التعرّف على مدلول الكلمات يفسر بالألفة familiarité بالنسبة للفرد و التي تنجم من التوظيف المتكرر لنفس أدوات الدلالة في التواصل مع الآخرين. على هذا الأساس، يحدث بشكل شبه آلي إكتساب المعلومات و استرجاعها من الذاكرة بالبحث عن معاني المثيرات الموافقة لها. في نفس الإتجاه، يكون تذكّر معاني الكلمات سهلا و سريعا، حسب لايف Leif (1981)، عندما تكون تكرارات استخدام هذه المفردات كبيرا بشرط المحافظة على نفس مدلولاتها.

إعتمادا على هذه الفكرة الأساسية، يبدو لنا أن التوظيف المنتظم لنفس الرموز الحرفية المختارة لتعيين المقادير الفيزيائية يترتّب عنه لدى التلاميذ إدراك مستقر و ثابت للمدلول الفيزيائي لهذه الحروف. بعبارة أخرى، يمكن إعتبار إستخدام نفس الترميز الحرفي في الممارسات البيداغوجية للفيزياء كعامل هام لتقوية، في أذهان التلاميذ طبعا، للعلاقة الإدراكية الرابطة بين الحروف المعتمدة و المقادير الفيزيائية المعيّنة رمزيا.

و عليه، يمكننا النظر إلى أن تعوّد التلاميذ على استعمال نفس الحروف لتعيين المقادير الفيزيائية يمثّل عاملا هاما مساعدا على التفسير الجزئي لإشكالية القراءة التلقائية و المفخخة لأغلبة المتعلمين لمدلول الحروف الممثلة لهذه المقادير. على هذا الأساس، تكون قراءة الرموز الحرفية للمقادير الفيزيائية تلقائية لأنها تخضع لسيرورات إدراكية شبه آلية بحكم قوّة التعوّد على استعمال هذه الرموز الحرفية للتعبير على العلاقات الفيزيائية على شكل معادلات رياضية.

2.4 قدرة الإشارة على تعيين المضامين و الصعوبات الإدراكية الناتجة لدى التلاميذ

سبق أن استنتجنا أن الحروف الممثّلة للمقادير الفيزيائية هي إشارات عشوائية حيث قلنا أن هذه

العشوائية تفسّر بغياب علاقة التماثل أو التشابه بين الدال- أي هذه الحروف- والمدلول المعبّر عليه و المتمثل في المقادير الفيزيائية حيث يستلزم غياب التحفيز بين الدال و المدلول عدم شفافية الرّموز الحرفية و ذلك لاستحالة التوصل إلى تحديد المقادير الفيزيائية المعينة انطلاقا من الحروف المستعملة.

في هذا الشأن، أكّد فالون Wallon (1970) أن «المسح التام» لملامح المدلول مقارنة بالدال - أي غياب أي علاقة بينهما- يجعل من مفهوم الإشارة الأداة الحقيقة للتعبير على المعاني لأن وجود التحفيز من شأنه أن يؤدي إلى الحدّ من قدرة هذه الحروف على تعيين المضامين و هذا في إطار نظام إشارات معيّن مثل اللغة الحرفية المستخدمة في كلّ من الرياضيات و العلوم الفيزيائية.

من الناحية النفسية، يمكن النظر إلى أن القدرة المبدئية اللامحدودة للإشارة على تعيين المضامين على أساس أنها قد تلعب دور عامل إحراج للتلاميذ لأن هذه القدرة تستلزم إمكانية توظيف نفس الحرف لتعيين عدة مقادير فيزيائية في آن واحد مما يؤدي إلى نشوء خلط في مدلولات هذه الرموز الحرفية في ذاكرة التلميذ. معنى هذا أن خاصية العشوائية المميزة للحروف المختارة لتمثيل المدلولات الفيزيائية قد يطرح صعوبات إدراكية للتلاميذ لأن المرغوب فيه لدى غالبيتهم هو تخصيص حرف واحد لتعيين كل مقدار فيزيائي و يكون ذلك بشكل نهائي.

فعلى أساس هذا الطرح و لتحقيق التخصيص المرغوب فيه و تجاوز القدرة الكامنة المعتبرة للحروف العشوائية على تعيين المقادير الفيزيائية، يبدو أن أغلب التلاميذ وجدوا المخرج في إقامة علاقة تحفيز لهذه الحروف مع المقادير الفيزيائية المعنية بالتمثيل الرمزي. و منه، يمكن النظر إلى هذا التحفيز الخاطىء كخيار إستراتيجي للتلاميذ للحدّ من القدرة المبدئية و «المزعجة» للرمز الحرفي الواحد على تعيين عدد معتبر من المقادير الفيزيائية.

بالنظر إلى هذه الإعتبارات، نرى أن الطابع الصرف للحروف العشوائية المستعملة إعتياديا في تمثيل المقادير الفيزيائية يطرح صعوبات في إدراك التلاميذ للمضامين الممثّلة بواسطتها حيث بهدف التصدي لهذا العائق، يبدو أن التلاميذ يفرضون بطريقة ضمنية علاقة تحفيز على هذه الحروف المختارة قصد تحقيق نوع من أحادية التمثيل الحرفي للمقادير الفيزيائية. و عليه، ترى أغلبية التلاميذ و الطلبة ضمنيا أن الحروف المعتمدة في الترميز للمقادير الفيزيائية هي عبارة عن رموز محفزة لأن كل حرف ينبغي أن نستخدمه للتعيين النهائي لمقدار فيزيائي محدّد.

3.4 تلاؤم الرمز للتعبير على التصورات الفردية للتلاميذ

بالمقارنة مع الإشارة الصرفة، أوضح بياجي Piaget (1970) أن الرمز يمثّل الوعاء المناسب و المفضل لاحتواء التّصورات الشّخصية و للتعبير على الجوانب الوجدانية للأفراد الناتجة من

تفاعلهم مع محيطهم الداخلي و الخارجي. فعلى نقيض الإشارة التي يمكن النظر إليها كأداة للتمثيل الجماعي و اللاشخصي dépersonnalisé للمعارف والتي يتطلب فهم مدلولها مجهودا تجريديا معتبرا، فإن الرمز يسهّل للفرد تكوين عالمه التصوري و القيمي الشخصي أو المجتمعي.

على هذا الأساس، قد يكون تلاؤم مفهوم الرموز للتعبير على التصورات التلقائية الفردية للتلاميذ ذات الصلة بجانب من جوانب الواقع المتفاعل معه عنصرا جزئيا مكمّلا للإطار التفسيري للإنزلاق الدلالي المؤدي إلى اعتبار نسبا هامة من المتعلمين أن الحروف العشوائية الممثّلة للمقادير الفيزيائية هي رموز محفزة. بعبارة أخرى، يظهر أن مفهوم الرمز المتميز بالتحفيز و بشحنته الوجدانية يكون أكثر تأهيلا للتعبير على التمثيلات الذاتية للتلاميذ و ذلك نتيجة إرتباطه بعالم المشاعر و القيّم، ممّا أدى بالتلاميذ إلى إعطاءه نوعا من الأفضلية في التعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية.

من جانب آخر، فإنّ التناقض بين التفكير العقلي المجرد المرتكز على مفهوم الإشارة كأداة للتعبير و للصياغة الدقيقة للمحتويات من جهة، والتفكير الرمزي المستند على استخدام الرموز كأوعية محمّلة بالمشاعر و بالقيم الوجدانية من جهة أخرى، بمقدوره أن يتلقى دعما إضافيا و ذلك بالنظر إلى رغبة الفرد في تحقيق إقتصاد في الجهود العقلية المبذولة من طرفه في فهم محيطه المادي و المعنوي. بعبارة أكثر وضوحا، تكون الجهود الذهنية المبذولة من طرف التلميذ للتعرّف على مضمون الإشارات العشوائية الخاصة بالحروف الممثّلة للمقادير الفيزيائية معتبرا مقارنة بالجهود المطلوبة لتحديد مدلول رمز محفز بسبب الإنكشاف الجزئي لبعض ملامح مدلول الرمز التي يمكن ملاحظتها على الدال المستعمل. و عليه، من شأن الشفافية النسبية المميّزة لدال الرمز أن تتولّد عنها سهولة إدراك التلاميذ لمدلول الرمز و يعطيه بالتالي أفضلية في التمثيل الحرفي للمقادير الفيزيائية مقارنة بمفهوم الإشارة المجردة.

على سبيل المثال، يكون الكشف عن المعنى المراد إيصاله للأشخاص من خلال لافتة لإشارة الطريق ذات شكل مثلثي تحمل خطين متقاطعين سهلا مقارنة بفك التشفير الدلالي للحرف (d) الذي يعيّن مقدارا فيزيائيا واحدا أو أكثر و هذا يعود إلى أن الطابع الإيحائي للرمز يساهم في تسهيل البحث عن المدلول المعبّر عليه بهذا الرمز.

كتركيب لمختلف المعطيات الخاصة بالعناصر المفسّرة لتحفير التلاميذ للحروف العشوائية المختارة عادة لتمثيل المقادير الفيزيائية، يبدو لنا أنه من المنطقي القول أن تداخل العوامل الثلاثة السابقة المتمثّلة في التعوّد على استخدام نفس الرموز في الممارسات التعليمية للفيزياء لتعيين المقادير الفيزيائية و القدرة المطلقة و المحرجة للإشارات الحرفية المجردة في تمثيل المضامين و تلاؤم

مفهوم الرمز للتعبير على التصورات الذاتية للمتعلمين نتج عنه تصور التلاميذ أن الحروف العشوائية المستعملة في تعيين هذه المقادير هي رموز محفزة. فنتيجة لذلك، ترى أغلبية التلاميذ أن كل حرف يمثّل حتما و بشكل نهائي مقدارا فيزيائيا معينا.

خاتمــة

إستنادا إلى معطيات علم النفس المعرفي، يمكن القول أن الأشكال التخطيطية اللسانية المسماة الحروف المستعملة لتعيين المقادير الفيزيائية تلعب دور مثير لصورة أسماء هذه المقادير و المخزّنة في الذّاكرة الدلالية للتلاميذ حيث أن الإستخدام المتكرّر لنفس الحروف من شأنه أن يؤدّي إلى تقوية الإدراك المباشر و التلقائي لدى التلاميذ للمدلول الفيزيائي لهذه الحروف العشوائية.

كما أنّ القدرة الكامنة الهامّة للإشارة لتعيين المحتويات من جهة و ارتباط مفهوم الرمز بالتعبير على التصورات الشخصية ذات الصلة بالجوانب الوجدانية للأفراد من جهة أخرى، يشكّلان عاملين هامين مساعدين للتفسير الجزئي للإدراك المحفّز للمتعلمين للحروف العشوائية المعبّرة على المقادير الفيزيائية. فعلى أساس إعتبارها كإشارة، يتطلّب كشف التلاميذ عن المقدار الفيزيائي المعيّن بحرف ما بذل جهودا ذهنية معتبرة لأن هذا الحرف الدال يكون عاتما لإنعدام أي نوع من التتشابه بين الحرف المختار و المقدار الفيزيائي المعني بالتمثيل الرمزي.

لمواجهة مثل هذه الوضعية غير المريحة لهم و نتيجة الميل الطبيعي للأفراد لإقتصاد طاقتهم الفكرية، يجد أغلب التلاميذ الحلّ في إقامة علاقة وطيدة و ثابتة بين الحروف المألوفة المختارة عادة في هذه العملية الترميزية و المقادير الفيزيائية المعيّنة رمزيا.

فبالنظر إلى مجموع هذه العوامل، تعتبر أغلبية التلاميذ المفحوصين أن الحروف المستعملة في التعيين الرمزي للمقادير الفيزيائية لصياغة العلاقات الفيزيائية على شكل معادلات رياضية هي رموزا غير عشوائية لوجود إعتبارات محددّة، حسب تصورهم، في إختيارها.

في هذا الإطار، نطرح التساؤلات الأساسية التالية حول نظرة التلاميذ لعملية التعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية: هل يعتبر التلاميذ أن هناك طريقة محددّة لتعيينها الحرفي ؟ هل هذه الطريقة لها طابع عالمي أم محلي ؟ ما هي أهم القواعد المؤطرة لهذه العملية ؟

سنحاول الحصول على عناصر إجابة على هذه التساؤلات في الفصل الموالي.

الفصل الخامس:

الجوانب المنهجية للدراسة الميدانية و تحليل النتائج المتعلقة بادراك التلاميذ لاصطلاحية الترميز للمقادير الفيزيائية

تمهيد

1. الجوانب المنهجية للدراسة الميدانية

1.1 أداة البحث: الاستبيان

2.1 عينة البحث

3.1 الظروف المحيطة بتمرير الاستبيان

2. تحليل النتائج المتحصل عليها

1.2 إدراك التلاميذ لمفهوم "الاصطلاحية" في ميدان العلوم

1.1.2 مدلول «الاصطلاحية» حسب رأي التلاميذ

2.1.2 إلزامية تطبيق القواعد الاصطلاحية و أهميتها في ميدان العلوم

2.2 تحليل الإطار الإدراكي للتلاميذ الخاص باصطلاحية الترميز للمقادير الفيزيائية

1.2.2 الخاصية العالمية لقواعد اختيار رموز المقادير الفيزيائية

2.2.2 القواعد الاصطلاحية المعتمدة في التعيين الرمزي للمقادير الفيزيائية

3.2.2 الصعوبات الناتجة عن تمثيل المقادير الفيزيائية بالحروف الأولية لأسمائها

3.2 عناصر مساهمة في تقوية و تدعيم إدراك التلاميذ للقواعد الاصطلاحية للترميز للمقادير الفيزيائية

1.3.2 تأثير القواعد الرسمية للتعين الحرفي لوحدات القياس على طريقة اختيار رموز المقادير الفيزيائية

2.3.2 تنقيل القواعد الاصطلاحية للترميز للعناصر الكيميائية إلى ميدان التمثيل الرمزي للمقادير الفيزيائية

4.2 مناقشة نتائج الدراسة الميدانية

خاتمة

تمهيـد

بالنظر إلى الأهمية الكبيرة للجوانب المنهجية التي ينبغي إتباعها في إجراء الدراسات العلمية، نبدؤ الجزء العملي لهذا البحث بالتطرق إلى الإجراءات التي تمت وفقها إنجاز الدراسة الميدانية. في هذا الإطار، نعطي لمحة عامة حول أهم هذه الجوانب منها المنهج المستخدم و أداة جمع البيانات و عينة الدراسة و المجالين المكاني و الزمني، بالإضافة إلى الأسلوب الإحصائي المستخدم في تحليل البيانات المتحصل عليها.

يلي هذا التوضيح المنهجي عرض و تحليل إجابات التلاميذ الخاصة بإدراكهم لقواعد الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية و علاقة تصوراتهم بعملية التعيين الحرفي الممارسة على موجودات أخرى في مجال العلوم الفيزيائية.

1. الجوانب المنهجية للدراسة الميدانية

1.1 المنهج المستخدم

على أساس أن هدف الدراسة الميدانية يتعلّق بمحاولة الكشف عن الواقع المتمثل في تصوّر التلاميذ لطريقة الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية و الصعوبات التعليمية الناجمة عن ذلك، بالإضافة إلى تقدير درجة تأثر هذه التصورات بالممارسات المتعوّد عليها و ذات الطابع الرسمي للتعيين الرمزي لموجودات أخرى في مجال العلوم الفيزيائية كوحدات القياس و كالعناصر الكيميائية، إعتمدنا على المنهج الوصفي. نرى أن هذا الأخير يمثل الأسلوب الملائم لجمع البيانات و تحليلها و تفسيرها قصد إيجاد عناصر الإجابة على مختلف تساؤلات الإشكالية المطروحة في هذا البحث.

2.1 أداة جمع البيانات

تمّ استعمال أداة الإستبيان لجمع البيانات حيث قمنا بتصميم أربعة إستبيانات. يشمل كل إستبيان على سؤالين على شكل وضعيتين- إشكاليتين حيث تعلّقت الأسئلة المطروحة بتصور التلاميذ لمفهوم الإصطلاحية في ميدان العلوم و بالأخص ذات الصلة بقواعد إختيار الرموز الحرفية المستخدمة لتعيين المقادير الفيزيائية و بالعوامل المحتملة المتدخلة في تدعيم تصورات المتعلمين الخاصة بالتعيين الرمزي لهذه المقادير.

بشكل عام، إحتوت أغلب الأسئلة المطروحة على سؤال مغلق على شكل إختيارات متعددة متبوع بسؤال مفتوح لتبرير التلاميذ المستجوبين لإجاباتهم و/أو لتوضيحها بأمثلة بهدف تحسين الجانب النوعي للبيانات المبحوث عليها و ذلك من خلال إعطاء الفرصة لهؤلاء المتمدرسين بالتعبير الحر على تصوراتهم و تقديم المبررات التي على أساسها أجابوا على أسئلة الإستبيانات.

نشير إلى أنه بالرغم من إستخدامنا للغة العربية في كتابة الإستبيانات، فإن الترميز الحرفي الذي إقترحناه في بعض أسئلة الإستبيانات لتمثيل مقادير فيزيائية معطاة ينتمي إلى حروف اللغات اللاتينية و الإغريقية حيث يبرر هذا الإختيار برغبتنا في التوافق مع نمط الترميز المعتمد منذ أكثر من 10 سنوات في الكتب المدرسية لفيزياء مرحلة التعليم الثانوي الصادرة عن ديوان المطبوعات المدرسية التابع لوزارة التربية.

من جانب آخر، تطلبت الصياغة النهائية للوضعيات الإشكالية المطروحة على التلاميذ إجراء تجريب تمهيدي، أي دراسة إستكشافية، على عيّنات محدودة من التلاميذ حيث ظهرت من إجابات بعضهم وجود صعوبات في فهمهم لبعض الأسئلة، مما إستوجب إعادة صياغة هذه الأسئلة و بالأخص فيما يتعلق بالسؤال الخاص بمفهوم الإصطلاحية.

كما حرصنا خلال تمرير إستبيانات البحث على احترام القواعد المنهجية التي تخضع لها الدراسات العلمية (إجابات غير مسماة، الطابع الفردي للإجابات، منح الوقت الكافي للتلاميذ لتمكينهم من الإجابة، ضرورة إلتزام الباحث بموقف محايد أمام التلاميذ).

3.1 مجتمع الدراسة و عينته

يتشكل المجتمع الأصلي للدراسة من تلاميذ الشعب العلمية (جذع مشترك و تخصصات) لمرحلة التعليم الثانوي بالجزائر. فقد أخذنا عينة عشوائية متكوّنة من 755 تلميذا حيث ينحصر متوسط عمر التلاميذ المستجوبين ما بين 16 و 18 سنة.

يوضّح الجدول 0 توزيع العدد الإجمالي للتلاميذ المستجوبين بدلالة مستواهم الدراسي.

الجدول 0: أعداد التلاميذ المستجوبين بدلالة مستواهم الدراسي

المستوى الدراسي	الأولى ثانوي	الثانية ثانوي	الثالثة ثانوي
العـدد	357	297	101

بشكل عام، تمّ إختيار التلاميذ المستجوبين على أساس وجود فترات فراغ (راحة أو إمكانية تخصيص فترة زمنية) للأقسام المقترحة من طرف إدارة المؤسسات التربوية التي أجري فيها هذا البحث و التي تسمح لنا بالحضور للإشراف الشخصي على تمرير الإستبيانات.

فيما يخص البيانات العددية الموضحة في الجدول 0، نشير إلى أن العدد المحدود نسبيا لتلاميذ مستوى السنة الثالثة ثانوي يفسّر بعدم توفّر فترات زمنية لتمرير الإستبيانات نتيجة كثافة البرامج الدراسية لهذا المستوى الدراسي حيث ينتظر تلاميذ السنة الثالثة ثانوي إجتياز إمتحان شهادة البكالوريا.

كما أنّنا نجد مهما التوضيح أنّ كلّ تلميذ من العيّنة المختارة قد أجاب على إستبيان واحد فقط من الإستبيانات الأربعة المستعملة في هذا العمل الميداني حيث يبرر هذا الإجراء بحرصنا الكبير على الحصول على بيانات موضوعية و ذات مصداقية و ذلك بتفادي وقوع أثر تشويشي و تأثير سلبي على نوعية هذه المعطيات نتيجة إجابة التلميذ على أكثر من إستبيان خاص بنفس الموضوع (لاندشير Landsheere، 1982).

4.1 المجال المكاني و الزمني للدراسة

خصّت عملية تمرير الإستبيانات 7 ثانويات منتمية إلى ثلاث ولايات: سطيف و بجاية و برج بوعريريج. باستثناء القرب الجغرافي للباحث أو للمشرف على الأطروحة من المؤسسات التربوية المختارة و رغبتنا في التنويع بين الثانويات التي توجد في مركز الولاية و أخرى تقع في مقر دوائرها، لم تكن هناك اعتبارات خاصة في إختيار هذه الثانويات.

بالنسبة للمجال الزمني للبحث، فبعد الحصول على التراخيص المطلوبة من مديريات التربية، قمنا بانجاز هذا العمل في الفترة الزمنية الممتدّة من 15 نوفمبر 2010 م إلى غاية 10 مارس 2011 م. يفسر الإمتداد الزمني المعتبر نسبيا لفترة إنجاز هذا الجزء من البحث بتوافق هذه الفترة مع عطلة الشتاء و كذا ببرمجة أسبوعين لإجراء إمتحانات كل من الفصلين الأول و الثاني من الموسم الدراسي 2011/2010.

5.1 الأسلوب الإحصائي المستخدم في تحليل البيانات

بالنظر إلى أننا لم نهدف في هذا البحث إلى إجراء مقارنات أو إلى حساب الفروق ذات الدلالات الإحصائية، فإننا إكتفينا بحساب التكرارات و باستخراج النسب المئوية لإجابات التلاميذ المفحوصين.

فمن خلال هذا الأسلوب الإحصائي البسيط، أردنا توضيح إحتمال وجود توجهات جماعية لدى التلاميذ المستجوبين في إدراكهم للعناصر المكوّنة للإطار الإصطلاحي للترميز للمقادير الفيزيائية و علاقة ذلك بالتعيين الرمزي لكل من وحدات القياس و العناصر الكيميائية.

نشير أنه لتسهيل الحصول على فكرة حول تواترات، أي النسب المئوية، الإجابات الصحيحة للتلاميذ المستجوبين، فضّلنا تلوين الأعمدة الموافقة لهذه الإجابات الصحيحة في الجداول الإحصائية اللاحقة الخاصة بعرض الإجابات المعطاة من طرف هؤلاء المتعلمين. كما استخدمنا الكتابة الداكنة لإبراز النسب المئوية للإجابات التي تحصّلت على الأغلبية و هذا بهدف تمكين القارىء من التعرّف المباشر على توجّهات أغلبية تلاميذ العينة المفحوصة في إدراكهم لمختلف الجوانب المتعلقة بالترميز الحرفي المستخدم في العلوم الفيزيائية.

2. عرض و تحليل النتائج

1.2 إدراك التلاميذ لمفهوم «الإصطلاحية» و أهميتها في ميدان العلوم

قبل التطرق إلى تحليل مختلف جوانب إدراك التلاميذ لمفهوم الإصطلاحية في الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية، قمنا بمحاولة للحصول على بيانات عامة متعلقة بإدراك المتعلمين لمفهوم الإصطلاحية في ميدان العلوم. بعبارة أخرى، أردنا الحصول على فكرة عامّة حول المعنى المعطى من طرف التلاميذ لعبارة «ما هو مصطلح عليه» التي إفترضنا ضمنيا أنّها متكافئة في المعنى مع مفهوم الإصطلاحية.

في الواقع، يعود سبب هذا الإختيار إلى ملاحظتنا السابقة لإستخدام أغلبية التلاميذ و الطلبة لهذا المفهوم لتبرير قراءتهم التلقائية - غير الصائبة دوما - للمدلول الفيزيائي المعبّر عليه بالرموز الحرفية. و عليه، يتمثّل هدفنا الرئيسي من طرح السؤالين 1 و 2 على التلاميذ في الحصول على معلومات حول نظرة المتعلمين لكل من مدلول مفهوم الإصطلاحية في ميدان العلوم و كذلك أهمية القواعد المكوّنة للأطر الإصطلاحية و درجة إلزامية تطبيقها.

1.1.2 مدلول «الإصطلاحية» حسب تصور التلاميذ

بداية، تجدر الإشارة إلى أن مدلول كلمة الإصطلاحية قد يتغير جزئيا من ميدان إلى آخر. لذلك ركّزنا إهتمامنا على مجال العلوم باعتبار أن العلوم الفيزيائية تنتمي إلى هذا الميدان العلمي.

في السؤال 1، لجأنا إلى إقتراح عدّة خيارات على التلاميذ لمساعدتهم على التعبير على إدراكهم لمفهوم الإصطلاحية لأننا لاحظنا في الدراسة الإستكشافية أن أغلبيتهم يصادفون صعوبات عند محاولتهم تعريف هذا المفهوم .

السـؤال 1:

من بين الإقتراحات التالية، ما هو الإقتراح الذي تراه مناسبا كتعريف لمفهوم «**الإصطلاحية**» في ميدان العلوم ؟ (ضع العلامة x في الخانة الموافقة للإقتراح - واحد أو أكثر– الذي تعتبره صحيحا و برر إجابتك).

الإصطلاحية (ما هو مصطلح عليه) في ميدان العلوم معناها:

1. □ الأخذ بعين الإعتبار للمنهجية العلمية في دراسة العلوم.
2. □ التعريف الدقيق لمعاني المفردات المستخدمة في مجال العلوم.
3. □ إختيار و إعتماد جماعي لأدوات الترميز الخاصة بالمقادير و بالوحدات و بالعلاقات...
4. □ إعتماد خيار من بين مجموعة من خيارات ممكنة قصد تسهيل دراسة الظواهر و التواصل العلمي (مثلا إختيار إتجاه دوران عقارب الساعة كإتجاه موجب للحركة في حالة الدوران)
5. □ إعتماد المعطيات العلمية التجريبية (مثل : المطاط عبارة عن عازل كهربائي، قانون جول، نظرية الطاقة الحركية ...).

6. □ معنى آخر. ما هو ؟

برّر إجابتك و دعّمها بأمثلة توضيحية.

من خلال العناصر المعرفية السابقة الخاصّة بالتحليل التاريخي للترميز الحرفي في مجال العلوم الفيزيائية لتعيين المقادير الفيزيائية و وحدات القياس و العناصر الكيميائية، يمكن تعريف الإصطلاحية في ميدان العلوم على أساس أنها مسعا جماعيا لتحديد إختيارات معينة لتسهيل صياغة الإشكاليات العلمية و لتوحيد الجهود و للسماح بالتواصل في ميدان العلوم. أساسا، تتعلّق الإختيارات المتفق عليها بمختلف جوانب النشاط العلمي كتعريف مدلول المفردات العلمية و الإتفاق على أدوات تمثيل المعطيات العلمية (رموز حرفية، رموز لا حرفية، مخططات، وحدات القياس،إلخ.) و كذا إعتماد خيارات ممكنة بهدف توحيد و تسهيل المساعي المتبعة في دراسة الظواهر العلمية مثل إختيار وحدات و مستويات قياس مرجعية (وحدات القياس الأساسية، المستوى المرجعي للارتفاعات و للأزمنة، الإتجاه الموجب للدوران، إختيار إشارات المؤثرات الرياضية، إلخ).

و عليه، تعتبر الإصطلاحية كإطار للإتفاق الجماعي لضبط و توحيد إختيارات محددة و ذلك لضمان تواصل علمي فعّال و بالتالي المساهمة في تقدّم العلوم.

على هذا الأساس، نرى أن الإقتراحات 2 و 3 و 4 مجتمعة تمثّل الإجابة الصحيحة على السؤال 1.

الجدول 1: تواترات إختيار التلاميذ المستجوبين للإقتراحات معبرا عليها بـ(%)

	العدد*	الإقتراح 1	الإقتراح 2	الإقتراح 3	الإقتراح 4	الإقتراح 5	الإقتراح 6
الثانية ثانوي	62	06	33	37	34	18	06
%	100	09.6	**53.0**	**59.6**	**54.8**	29	09.6
الثالثة ثانوي	55	07	50	30	25	18	06
%	100	12.7	**90.9**	**54.5**	45.4	32.7	12.7

(*) عدد التلاميذ المستجوبين.

يظهر من النتائج الموضّحة في الجدول 1 أن الإقتراح الأول لم يتم إختياره إلاّ من نسبة محدودة من التلاميذ المستجوبين. على العكس من ذلك، فإن ما يفوق متوسطه نصف عدد هؤلاء التلاميذ قد اعتبروا أن الإقتراحات 2 و 3 و 4 تتوافق مع مدلول مفهوم الإصطلاحية في ميدان العلوم. في هذه الأثناء، نلاحظ أن نسبا ذات دلالة من التّلاميذ الذين أجابوا على هذا السؤال قد اختاروا الإقتراح 5

الذي يعتبر محتواه غير متوافق مع مفهوم الإصطلاحية في ميدان العلوم. فكما نلاحظ، فإن ما يقارب ثلث تلاميذ تلاميذ مستوى السنة الثالثة ثانوي قد وقعوا في الخلط بين الإختيارات الحرّة المتّفق عليها من طرف العلماء و الطابع الموضوعي للقوانين الفيزيائية و الذي لا يستدعي الإختيار الحرّ لها لأنّ هذه القوانين تعبّر على إنتظامات في حدوث الظواهر الطبيعية و بالتّالي فوجودها مستقل عن الأطر الإصطلاحية المعتمدة.

التبريرات الأساسية لإجابات التلاميذ

الإقتراح 2: *التعريف الدقيق لمعاني المفردات المستخدمة في مجال العلوم.*

بشكل أساسي، يمثّل تحقيق السهولة في فهم المصطلحات و المفاهيم العلمية المبرّر الرّئيسي المستخدم من طرف تلاميذ هذه الفئة لتبرير اختيارهم للإقتراح 2 حيث تمّ تدعيم ذلك بأمثلة متعدّدة. من بين هذه الأمثلة، نذكر: التمييز بين سرعة متحرّك و سرعة تفاعل كيميائي، تعريف مدّة نصف التفاعل الكيميائي، معنى طاقة ترابط النواة، مفهوم المول. في هذا السياق، يبرز من هذه التبريرات أن التلاميذ قد أولوا أهمّية معتبرة لضرورة التحديد الدقيق لمدلولات المفردات المستخدمة في مجال العلوم لأن ضبط مضامين المفردات التي تستخدم في ميدان العلوم يمثّل حسبهم الطريق الوحيد لتفادي الغموض و ضمان الفهم الدقيق للمفاهيم العلمية.

الإقتراح 3: *اختيار و اعتماد جماعي لأدوات الترميز الخاصة بالمقادير و بالوحدات و بالعلاقات...*

تمّ تبرير التلاميذ لإختيارهم لهذا الإقتراح بضرورة تفادي الغموض في دراسة العلوم قصد تقوية و تعزيز التبادل العلمي بين العلماء. من هذا المنطلق، إعتبر أغلبية التّلاميذ الذّين اختاروا هذا الإقتراح بأن تطوّر العلوم يفرض إتّباع أساليب واضحة و استعمال أدوات تمثيل مصرّح بها و معتمدة جماعيا. فحسبهم، تساهم هذه الإختيارات الجماعية في تسهيل العمل العلمي كما يوضحه أحد التلاميذ في التبرير التالي:

« الإصطلاحية هو التعريف لمعاني المفردات في مجال العلوم مثل تعريف البروتين في مجال العلوم الطبيعية و تعريف المكثفة في مجال الكهرباء و يمكن اعتبارها أيضا اختيار و اعتماد جماعي لأدوات الترميز الخاصة بالمقادير و بالوحدات و بالعلاقات حيث يكون الترميز لشيء معين بحرف واحد لتسهيل العمل العلمي مثل الترميز للمقاومة في مجال الكهرباء بـ R أو الترميز في الرياضيات لمجموعة الأعداد الطبيعية بالرمز N » (تلميذ من الثالثة ثانوي)

كما أشار بعض التلاميذ إلى اعتبارات أخرى مثل تعدّد اللّغات المستعملة في تدريس العلوم حيث تتطلب مواجهة تعدّد و إختلاف هذه اللّغات اللجوء إلى الإختيارات الإصطلاحية لأدوات التمثيل كما

يكشف عن ذلك أحد تلاميذ السنة الثانية في هذا التعليق: *« هي اختيار و اعتماد رموز و أدوات خاصة تمّ الإتّفاق عليها عالميا لكي تواجه كل مشاكل اختلاف اللّغات المستعملة في العلوم »*.

في الأخير، نتطرق لبعض الأمثلة التي قدّمها التلاميذ المستجوبين و التي اعتبروها كأدوات تمثيل إصطلاحية. من بين هذه الأمثلة، نذكر: رمز المكثفة ⊣⊢، رمز المقاومة الكهربائية R، الإشارات الموضحة لإتجاه شعاع الحقل المغناطيسي و الرموز الدّالة على جنسي الذكر و الأنثى في العلوم الطبيعية ♂ ♀ و الإتجاه الإصطلاحي المختار لمرور التيار الكهربائي المستمر في دارة كهربائية مغلقة.

الإقتراح 4: *اعتماد خيار من بين مجموعة من خيارات ممكنة قصد تسهيل دراسة الظواهر و التواصل العلمي: مثلا اختيار إتجاه دوران عقارب الساعة كاتجاه موجب للحركة في حالة الدوران.*

بالنسبة لما يقارب نصف عدد التلاميذ المستجوبين، إرتكز إختيارهم لهذا الإقتراح على المبرر المتعلق بتسهيل التواصل العلمي و تبادل المعطيات بين العلماء. تعود ضرورة التواصل العلمي، حسب أغلبية هؤلاء التلاميذ، إلى الحاجة للعمل الجماعي للسماح للعلوم بالتّطور. و عليه، يرى التلاميذ أن اختلاف الخيارات المتّبعة في دراسة العلوم يؤدي إلى طرح صعوبات في فهم محتويات المنشورات العلمية.

إستثناءا، قدّم أحد تلاميذ السنة الثالثة ثانوي مبررا هاما يتعلّق بالحاجة الملحّة إلى توحيد المقاربات العلمية لحلّ الإشكاليات العلمية كما يوضحه تعليقه التالي:

« عندما نكون أمام إشكال و نريد حلّه، نقوم باصطلاحات لتسهيل حلّه مثل اعتبار الغاز المثالي في الشرطين: الضغط و درجة الحرارة و له Vm= 22.4 l. مثل حساب المسافات الكبيرة بـ Km و ليس بـ mm و هذا لتسهيل العملية ».

فمن خلال مجمل التبريرات المقدمة من طرف التلاميذ الذين إختاروا الإقتراح 4، يظهر أن ضرورة التواصل العلمي مرتبط، حسب رأيهم، بحتمية توحيد الإختيارات للتوصل إلى تأسيس مساع جماعية متجانسة و التي تتمّ وفقها دراسة العلوم، ممّا يؤدي في النهاية إلى تعزيز تطوير العلوم.

الإقتراح 5: *اعتماد المعطيات العلمية التجريبية (مثل: المطاط عبارة عن عازل كهربائي، قانون جول، نظرية الطاقة الحركية،...)*

يبدو أن إختيار هذا الإقتراح غير المتوافق مع مفهوم الإصطلاحية في ميدان العلوم من طرف ما يقارب ثلث عدد التلاميذ المستجوبين يرجع حسبهم إلى ضرورة بذل الجهود الجماعية لتقدّم العلوم و يكون ذلك بضمان التواصل العلمي الفعّال الذي يقتضيه هذا العمل الجماعي. فانطلاقا من هذا

الإعتبار و بالنظر إلى عدم قدرة نسبة من هؤلاء المتعلمين التمييز بين اعتماد اختيارات ممكنة من بين مجموعة من البدائل المتوفرة و بين الطابع الموضوعي القابل للتمحيص التجريبي للمعطيات العلمية الخاصة بالقوانين و بالنظريات، فإن هؤلاء التلاميذ قد اعتبروا أن محتوى الإقتراح 5 يصبّ في مضمون الإصطلاحية في ميدان العلوم. في الواقع، لم يتمكّن هؤلاء المتعلّمين من إدراك أن الإختيارات الإصطلاحية المعتمدة لاتؤثر بشكل جوهري في نتائج الدراسة العلمية للظواهر، بل إنّها تساهم فقط في تسهيل تحليل هذه الظواهر من خلال توظيف نفس المقاربات.

إجمالا، على ضوء إجابات عيّنة من التّلاميذ على السؤال 1، يمكن القول أن ما يقارب نصف عدد هؤلاء المتمدرسين يملكون إدراكا صحيحا جزئيا لمحتوى الإصطلاحية في ميدان العلوم حيث يرتكز إدراكهم الصائب جزئيا لهذا المفهوم على ضرورة بذل جهودا جماعية من أجل توحيد كل من مدلول المفردات العلمية و الإختيارات المعتمدة و المقاربات العلمية التي ينبغي إستخدامها في مجال العلوم و هذا بهدف تحقيق سهولة في التواصل العلمي لضمان التّطور المستمر لمختلف العلوم.

في هذا الإطار، كيف ينظر التلاميذ إلى إلزامية تطبيق هذه الإختيارات المتفق عليها في دراسة العلوم ؟ بعبارة أخرى، هل يعتبرون أن تطبيقها له طابع توصيات يستحسن التقيّد بها من طرف كلّ المتدخلين في مجال هذه العلوم أم أن الخضوع لها يكون إلزاميا ؟

من جانب آخر، نتساءل كذلك عن درجة الأهمية المعطاة من طرف التلاميذ للأطر الإصطلاحية الخاصة بمجال العلوم. فبالرغم من مصادفتنا لبعض التعليقات التي تبيّن أن أغلبة التلاميذ يولون درجة ما من الأهمية لكل ما هو مصطلح عليه، نرى أنّه من الضروري التدقيق أكثر في درجة أهمية هذه الأطر الإصطلاحية بالنسبة للمتعلمين و تبرير تقديرهم للأهمية المعطاة لكل ما هو متفق عليه.

2.1.2 إلزامية تطبيق القواعد الإصطلاحية و أهميتها في ميدان العلوم

باعتبارها كمسعا جماعيا مبنيا على إختيارات متفق عليها لضبط المدلول العلمي للمفردات ولاعتماد أدوات التمثيل لمكونات العلوم و كذلك لإختيارات عملية لتوحيد المقاربات التي تسمح بتسهيل دراسة مختلف العلوم و ضمان التواصل بين العلماء، يهدف إستجواب التلاميذ من خلال طرح السؤال 2 إلى الكشف عن جوانب أخرى مكملة لمفهوم الإصطلاحية في ميدان العلوم. تتعلق هذه الجوانب بالطابع الحرّ أو الإلزامي في تطبيق الإختيارات الإصطلاحية المعتمدة و كذلك في تحديد درجة الأهمية التي يوكلونها للأطر الإصطلاحية للعلوم حيث ستسمح لنا إجابات التلاميذ على هذين الجانبين بالإحاطة أكثر بالعناصر المكوّنة للإطار الإدراكي للمتعلمين لمفهوم الإصطلاحية في مجال العلوم.

السؤال 2:

ضع العلامة x في الخانة الموافقة للإقتراح الذي تراه صحيحا و علل إجابتك.

أ- حسب رأيك، إن تطبيق محتوى الإصطلاحية (ما هو مصطلح عليه) من طرف المتدخلين (باحث، أستاذ، تلميذ) في مجال علمي ما يكون:

1- □ حسب الإختيار الحر للمتدخل.
2- □ على شكل توصيات يستحسن تطبيقها.
3- □ له طابع إلزامي على المتدخل الخضوع له.
4- □ حالات أخرى. ما هي ؟

برر إختيارك.

.....

ب- حسب رأيك، ما هي درجة أهمية «**الإصطلاحية**» (ما هو مصطلح عليه) في ميدان العلوم ؟

(ضع العلامة x في الخانة الموافقة للإختيار الذي يبدو لك مناسبا)

□ أهمية منعدمة □ أهمية محدودة □ أهمية كبيرة □ تقدير آخر. ما هو ؟

لماذا ؟

- الطابع الإلزامي لتطبيق محتوى الإصطلاحية

يمثّل إقامة أطر إصطلاحية لتحديد مدلولات المفردات العلمية و أدوات التعيين و اعتماد خيارات لدراسة الظواهر العلمية إستجابة لحاجة ملّحة لتسهيل توحيد المقاربات و كذلك الممارسات التي ينبغي إتباعها في دراسة الظواهر العلمية. فعلى أساس أن الإختيارات الإصطلاحية حصيلة عمل جماعي و علني و مبرّر، يمكن القول أن التطبيق الدائم لها يكون إلزاميا حيث يجب على جميع المتدخلين في ميدان علمي ما الخضوع لهذه المضامين المتفق عليها.

على هذا الأساس، يعتبّر الإقتراح 3 على الإجابة الصحيحة على الجزء الأول من السؤال 2.

الجدول 2- أ: تواتر إختيار التلاميذ المستجوبين للإقتراحات معبرا عليها بـ (%)

المستوى الدراسي	العدد	الإقتراح 1	الإقتراح 2	الإقتراح 3	الإقتراح 4	دون إجابة
الأولى ثانوي	80	03	12	62	02	01
%	100	03.7	15	**77.5**	02.5	01.2
الثانية ثانوي	62	01	06	55	00	00
%	100	01.6	09.6	**88.7**	00	00

يظهر من المعطيات المبينة في الجدول (2- أ) أن أغلبية التلاميذ الذين أجابوا على السؤال 2 قد إختاروا الإقتراح الصحيح الذي يستلزم إلزامية خضوع جميع المتدخلين في ميدان علمي ما للإختيارات المتفق عليها. فبالنظر إلى هذا الإختيار الغالب، سوف لن نتطرق للتبريرات المشتّتة الخاصة باختيار بعض التلاميذ للإقتراحات 1 و 2 و 4.

تبرير إختيار الإقتراح 3 :

لتبرير اختيارهم للإقتراح 3، أشار التلاميذ المستجوبين إلى أن التنفيذ الدائم لمحتوى الإصطلاحية يشكّل السبيل الذي يسمح بتفادي الوقوع في الغموض في ميدان العلوم و بتسهيل التواصل و تبادل المعطيات بين المتدخلين في ميدان علمي ما، كما يوضّحه تلميذين من تلاميذ السنة الثانية في التبريرين النموذجيين التاليين:

« *لأنها متفق عليها عالميا أي لأجل وحدة الأبحاث العلمية و سهولة فهم محتواها حيث يكون كل شخص قادر على قراءة البحث في جميع أنحاء العالم و لتوحيد الدراسات* ».

« *... لتكون طريقة الفهم متماثلة و يسهل الإطّلاع على المراجع و مختلف مصادر التعلّم في العلوم* ».

من جانب آخر، إعتبرت نسبة من تلاميذ هذه الفئة أن تعدّد اللّغات المستخدمة في البحث و في تدريس العلوم كعامل استوجب تأسيس أطرا إصطلاحية في العلوم كما يوضّحه أحد التّلاميذ في هذا التعليق:

« *نظرا لإختلاف اللّغات في العالم، كانت الإصطلاحية في العلوم إلزامية التطبيق على المتدخل الخضوع لها. فهذا يساعد كل باحث أو أستاذ أو تلميذ على فهم زميله في أي مكان من العالم* » (تلميذ من السنة الثانية)

بالإضافة إلى المبررات السالفة الذكر، نشير إلى تقديم أنماط أخرى من التبريرات من طرف فئات محدودة من هؤلاء التلاميذ 3 حيث ترتكز هذه الحجج على إعتبارات ذات علاقة بالطابع العالمي للإصطلاحية و علاقة ذلك بمشاهير علماء كل ميدان علمي. فحسب عدد من التلاميذ، يقتضي تداخل هذين العنصرين الخضوع الإلزامي لكل المتدخلين بمضمون الإختيارات المعتمدة و التطبيق الصارم لها كما يؤكد على ذلك أحد التلاميذ في التعليق التالي:

« *لأن هناك مصطلحات متفق عليها من طرف العلماء و الأخصائين في جميع المجالات ولا يستطيع أي شخص أن يغير في هذه الإصطلاحات لأنه إذا كان كل شخص يتدخل و يغير هذه القواعد المتفق عليها، يحدث خلط و تشابكات في جميع القواعد المتفق عليها* » (تلميذ من السنة الثانية).

إذن، يبدو أن هناك شبه إجماع على تبرير الطابع الإلزامي لتطبيق محتوى الإصطلاحية بضرورة ضمان سهولة التواصل العلمي و ذلك عن طريق التصدّي المسبق للغموض الذي قد ينجم عن تعدد اللّغات و اختلاف المساعي و الإختيارات التي يمكن إنتهاجها في دراسة العلوم.

- درجة أهمية القواعد الإصطلاحية في ميدان العلوم

فيما سبق، أوضحنا أن اللجوء إلى مختلف الإختيارات الإصطلاحية كتحديد مدلولات المفردات العلمية يمثّل إستجابة لضرورة تنظيم و توحيد قواعد العمل و التمثيل و الصياغة للمحتويات العلمية

بهدف تسهيل التواصل العلمي في مجال البحث و التعليم. على هذا الأساس، لا تشكّل هذه الأطر الإصطلاحية جوانب هامشية في العلوم، بل على العكس من ذلك، فأهميتها معتبرة لتأطير الجهود المبذولة في دراسة العلوم بواسطة توحيد الإختيارات المعتمدة و المقاربات المتّبعة في تحليل المضامين العلمية.

إذن، بالنظر إلى هذه الإعتبارات، يتضّح أن الإقتراح 3 (أهمية كبيرة) تمثّل الإجابة الصحيحة على الجزء ب من السؤال 2.

الجدول 2- ب: تواتر إختيار التلاميذ المستجوبين للإقتراحات معبرا عليها بـ (%)

المستوى الدراسي	العدد	أهمية منعدمة	أهمية محدودة	أهمية كبيرة	تقدير أخر	دون إجابات
الأولى ثانوي	80	02	06	69	01	02
%	100	02.5	07.5	**86.2**	01.2	02.5
الثانية ثانوي	62	00	08	53	01	00
%	100	00	12.9	**85.4**	01.6	00

يظهر من النتائج الموضّحة في الجدول أعلاه أن الإقتراح الصحيح قد تمّ إختياره من طرف الأغلبية المطلقة من التلاميذ المستجوبين. في الحقيقة، يتناغم هذا الإختيار الغالب مع التوجّه السابق لهؤلاء المتعلمين و الذّي أكّدوا من خلاله أن كلّ المتدخّلين في ميدان علمي معيّن ملزمون بتطبيق القواعد الإصطلاحية المعتمدة من طرف خبراء كل مجال علمي.

تبرير إختيارات التلاميذ:

الإقتراح 2: *أهمية محدودة*

بالنظر إلى حصول نوع من التشتت في تبريرات أقلية التلاميذ الذين إعتبروا أن للإصطلاحية أهمية محدودة في ميدان العلوم، لم نتمكّن من استخلاص مبرّرات واضحة لإختيار الإقتراح 2. غير أنه يمكن أن نشير إلى بعض هذه المبررات المرتكزة على فكرة مفادها أن كلّ مجال علمي له خصوصياته و التي تتطلب تطبيق قواعد ملائمة مع هذه المميّزات الذاتية له.

يضاف إلى هذا المبرّر دور الإعاقة الذي قد تلعبه الأطر الإصطلاحية المختارة من خلال التضييق على هامش حرية التفكير و القدرة على الإختراع الضرورتين توفرهما للعلماء لتطوير العلوم. معنى هذا أن هذه الفئة من التلاميذ يرون أن الإختيارات الإصطلاحية قد تعرقل تقدّم العلوم نتيجة الحدّ من مجال حرية الباحث في تبنّي إختيارات فردية و بالتالي التأثير سلبا على قدرته في الإبداع العلمي.

الإقتراح 3: *أهمية كبيرة*

لتبرير إختيارهم الجماعي للإقتراح 3، قدّم التلاميذ المعنيين بهذه الإجابة الصحيحة مبرّرين أساسيين. يتعلق المبرّر الأول بالمساهمة الإيجابية للقواعد المتفق عليها في تسهيل فهم المحتويات العلمية و تيسير التبادل العلمي بين العلماء كما يوضّحه أحد التلاميذ في هذا التعليق:

« *...لأن لها دور في تجنّب الأخطاء و التناقضات خاصّة بين العلماء و الباحثين في مختلف بلدان العالم، وكذلك تسهيل الدراسة لمختلف العلوم* » (تلميذ من السنة الثانية).

نفس المبرّر، مدعّما بمثال توضيحي، قدّمه أحد تلاميذ السنة الثانية:

« *للإصطلاحية أهمية كبيرة جدا في مجال العلوم الفيزيائية أو علوم الطبيعة و الحياة لأنه لولا الإصطلاحية لم يكن بإمكاننا العمل بتلك القواعد المصطلحة مثل جهة مرور التيار، قواعد أمبير. لو استعملنا غير الإصطلاحي فقد تحدث مشاكل في هذا المجال و يحدث خلط في العلوم* ».

فيما يتعلق بالمبرر الثاني، فإنه يتمحور حول مساهمة الإصطلاحية في توحيد ممارسات العلماء المطبقة في العلوم و بالتالي تمكين المعرفة العلمية من الرّقي حيث يرتكز هذا المبرّر على تصوّر هؤلاء المتمدرسين على أن العلوم لها طابع عالمي، ممّا يتطلّب بالضرورة إستخدام نفس الإختيارات المتفق عليها في دراسة هذه العلوم كما يؤكّده أحد التّلاميذ في هذه الفقرة:

« *لأنها (الإصطلاحية) توحّد العالم بإتباع قواعد موحدّة و التي بالطبع ستكون صحيحة لأنهم يستحيل تواطئهم في الخطأ، و بالتّالي سيكون نظام يوجه العالم إلى نفس العلوم* » (تلميذ من السنة الثانية).

إذن، إنطلاقا من مساهمتها في تسهيل فهم و تبادل المحتويات العلمية و استجابة إلى ضرورة توحيد المساعي المستخدمة في ميدان العلوم بالنظر إلى الخاصية العالمية لهذه العلوم، أكدت أغلبية التلاميذ على الأهمية الكبيرة للقواعد الإصطلاحية في ميدان العلوم.

كخلاصة للبيانات الخاصة بادراك التلاميذ لمفهوم الإصطلاحية و أهميته و إلزامية التقيّد بالإختيارات المتّفق عليها، يمكن أن نستخلص أن ما يقارب نصف أعداد التلاميذ المستجوبين يملكون إدراكا جزئيا صحيحا لمفهوم الإختيارات الإصطلاحية في ميدان العلوم. فبالنظر إلى إرتباط تطور العلوم نشر المعارف و بضمان سهولة فهم المحتويات العلمية، يرى أغلبية هؤلاء التلاميذ بأن توحيد قواعد العمل بتطبيق الإختيارات الإصطلاحية له طابع ملزم و ذو أهمية كبيرة لأن ذلك يمثّل الإطار المناسب، حسبهم، الذي يضمن تطور و إزدهار المعرفة العلمية.

بعد تسليط الضوء على وجهة نظر التلاميذ و إدراكهم لمدلول مفهوم الإصطلاحية في ميدان العلوم و العناصر المتصلة به، نتطرّق فيما يلي إلى البحث عن مضمون و خصائص الإطار الإدراكي للمتعلمين للإصطلاحية الخاصة بالترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية.

2.2 تحليل الإطار الإدراكي للتلاميذ الخاص باصطلاحية الترميز للمقادير الفيزيائية

1.2.2 الخاصية العالمية لقواعد إختيار الرموز الحرفية للمقادير الفيزيائية

في ميدان العلوم الفيزيائية، يمثّل التّعيين الرمزي للمقادير الفيزيائية و لوحدات قياسها و كذا للعناصر الكيميائية ممارسة مألوفة على كلي المستويين الأكاديمي و التعليمي للفيزياء و للكيمياء. فكما أوضحنا سابقا، على عكس الترميز للمقادير الفيزيائية الذي يميّزه إطار إصطلاحي مبهم و مميّع، يخضع التمثيل الحرفي لكل من وحدات القياس و العناصر الكيميائية إلى قواعد إصطلاحية صريحة و رسمية و معتمدة عالميا.

فبالنظر إلى الغموض المؤسساتي الذي يكتنف قواعد الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية من جهة، و نتيجة الحتمية الإبستمولوجية لإستخدام الترميز الحرفي لهذه المقادير في الصياغة الرياضية للعلاقات الفيزيائية من جهة أخرى، نرى أنه من الوجاهة التساؤل حول نظرة التلاميذ للإطار الإصطلاحي لإختيار هذه الرموز. بعبارة أكثر دقّة، هل يعتبر التلاميذ أن التعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية يكون وفق طريقة محلية أم عالمية و ما هو مضمون هذه الطريقة ؟

نبدأ بالشق الأول من تساؤلنا حيث ننتظر من طرحنا للسؤال 3 على عيّنة من التلاميذ الحصول على بيانات حول إدراكهم للطابع المحلي أو العالمي للطريقة التي يرون أن عملية الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية تكون وفقها.

السؤال 3:
فـي ميدان الفيزياء، نمثّل المقادير الفيزيائية بحروف.
حسب رأيك، هل يمكن إعتبار طريقة إختيار الحروف الممثّلة للمقادير الفيزيائية عالمية ؟
دعّم إجابتك بأمثلة توضيحية.

من خلال المعطيات المستخلصة من التحليل التاريخي للترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية، تمكنّا من التوصل إلى الإستنتاج بأن هذّه العملية تميّزت باتباع طريقة ضمنية و غير صارمة لأن القاعدة الأساسية المعتمدة التي تقتضي إختيار الحروف الأولى من أسماء المقاديرالفيزيلئية تخلّلتها إستثناءات، ممّا نتج عنه تمثيل أكثر من مقدار فيزيائي بنفس الحرف و إستخدام نفس الرمز الحرفي لتعيين عدّة مقادير فيزيائية.

إضافة إلى هذا، فإن غياب إلزامية رسمية في إستخدام القواعد الضمنية المتعوّد توظيفها يضفي غموضا إضافيا على الخاصية العالمية لطريقة التعيين الرمزي للمقادير الفيزيائية. و عليه، فالقواعد

الضمنية المستخدمة عادة في هذه العملية الترميزية تكون أكثر قربا من ممارسات مألوفة مقارنة بصرامة القواعد الإصطلاحية التي تكون دوما رسمية و عالمية في مجال العلوم بالأخص. على هذا الأساس، يحقّ لنا اعتبار الإختيار (لا) كإجابة صحيحة على السؤال المطروح.

الجدول 3: تواترات إجابات التلاميذ المستجوبين معبرا عليها بـ (%)

المستوى الدراسي	العدد	قواعد عالمية	قواعد ليست عالمية	إجابات ملغاة
الأولى ثانوي	111	93	11	07
%	100	**83.7**	09.9	06.3
الثانية ثانوي	53	39	09	05
%	100	**73.5**	16.9	09.4

يظهر من البيانات التي يشملها الجدول 3 أن الأغلبية المطلقة من التلاميذ المستجوبين يرون أن طريقة الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية ذات طابع عالمي. معنى ذلك أن القواعد المتّبعة في إعتماد الرموز الحرفية لهذه المقادير مستقلة عن الإعتبارات المحلية و الجهوية مثل اللغة المستعملة في كتابة المعادلات الفيزيائية و في تدريس محتوياتها.

تبرير الإختيارات:

الإجابة الصحيحة: *قواعد غير عالمية*

من الملاحظ أن تبريرات أقلّية التّلاميذ الذّين رفضوا إعطاء طابعا عالميا لطريقة الترميز للمقادير الفيزيائية تعتمد أساسا على إختلاف اللغات المستعملة في تدريس الفيزياء من بلد لآخر، كما يوضّحه أحد المستجوبين في التعليق التالي:

« لا يمكن إعتبار طريقة إختيار الحروف الممثلة للمقادير الفيزيائية عالمية لأن اللغة تختلف من بلد لآخر مثل اللغة الهندية فرموز حروفها مختلفة تماما عن رموز اللغات الأخرى. مثال آخر يتعلق بالكتابة الصينية، فهي مختلفة أيضا. فكل بلد يرمز للمقادير الفيزيائية حسب لغته » (تلميذ من السنة الأولى).

بالنسبة لهذه الفئة المحدودة العدد من التلاميذ، فالبرغم من استخدام اللغة العربية في منظومتنا التربوية لتعليم الفيزياء، إلا أن هؤلاء التلاميذ لم ينتبهوا إلى نقطة مهمّة تتعلّق بانتماء الرموز الحرفية الممثّلة للمقادير الفيزيائية إلى اللّغات اللاتينية و اليونانية. في هذه الحالة، أين هو التجانس بين اللّغة المعتمدة في تعليم الفيزياء في المنظومة التربوية الجزائرية و نوع الرموز الحرفية المستخدمة في النمذجة الرياضية للعلاقات الفيزيائية ؟

بالنسبة لتصوّر هذه الفئة من التلاميذ، هل يتعلّق الأمر بنظرتهم إلى اللغتين اليونانية و اللاتينية على أساس أنّ كلّ منهما لها طابع عالمي بخلاف اللّغات الأخرى كاللّغات العربية و الهندية و التي تمّ النظر إليهما كلغات غير عالمية ؟

الإجابة الخاطئة: *قواعد عالمية*

من خلال التعليقات التي تقدّمت بها أغلبية التلاميذ الذين إعتبروا أن طريقة إختيار الرموز الحرفية المعيّنة للمقادير الفيزيائية لها طابع عالمي، يمكن أن نميّز بين ثلاث أنواع من التبريرات:

- تسهيل فهم المحتويات الفيزيائية: في الواقع، وجدنا أن ما يقارب نصف عدد التلاميذ الذين إختاروا الإجابة الخاطئة لم تكن إجاباتهم تصبّ في صميم السؤال المطروح لأنّهم قد أجابوا في الحقيقة على السؤال غير المطروح المتمثّل في: لماذا تتميّز طريقة الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية بطابع عالمي ؟

فمن خلال تعليقاتهم، أحسسنا أن الطابع العالمي لهذه الطريقة مسلّم به لديهم. و عليه، فالمطلوب منهم التركيز على تقديم الدلائل المبيّنة لمزايا و فوائد توظيف طريقة واحدة في عملية التمثيل الرمزي للمقادير الفيزيائية.

في كل الحالات، يظهر من تبريراتهم أنّهم قد أعطوا أهمّية كبيرة لضرورة ضمان سهولة تبادل المعارف الفيزيائية بين العلماء في مجال البحث و فهم محتويات المعادلات الفيزيائية في الممارسات التعليمية للفيزياء. في هذا الإطار، تؤكّد التعليقات التالية بشكل صريح أهمية البعدين التواصلي و التعليمي في تبرير هؤلاء المتعلمين للطريقة العالمية المنتهجة، حسبهم، في التعيين الرمزي للمقادير الفيزيائية:

« *نعم، يمكن اعتبار طريقة إختيار الحروف الممثلة للمقادير الفيزيائية عالمية لكي لا يكون هناك خلل في الترميز للمقادير الفيزيائية و أن هذه الرموز تسهّل على التلميذ دراسة المقادير. و لقد إتّفق العلماء على هذا الترميز مثل: الزمن t، الكتلة M، إلخ* » (تلميذ من السنة الأولى)

« *حسب رأيي، ليس فقط إن كان ممكنا هذا بل يجب أن يكون إلزامي في أن يختار العالم كلّه نفس الحروف الممثّلة للمقادير الفيزيائية العالمية و ذلك لكي يتمكن كل شخص في العالم التعرّف على معنى هذه الحروف و يسهّل على كل شخص التعامل مع كل شخص آخر في بلد معين* » (تلميذ من السنة الأولى).

يظهر، إذن، أنّ هذه الفئة من التّلاميذ يعتبرون أنه دون الإستناد على طريقة عالمية للترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية فإنه يستحيل التواصل بين الفيزيائيين و يصعب أيضا على التلاميذ و الطلبة تعلّم

مضامين العلاقات الفيزيائية المصاغة على شكل معادلات رياضية. في هذا الإتجاه، يبدو أن قوّة الإعتبارات السابقة قادت أحد التلاميذ إلى تأكيد الطابع العالمي لطريقة الترميز للمقادير الفيزيائية بالرغم من ملاحظته الوجيهة الخاصة بوجود عدم إنتظام في الترميز الحرفي لها:

« *حسب رأيي، فإن طريقة إختيار الحروف الممثّلة للمقادير الفيزيائية هي عالمية و تستعمل في جميع بلدان العالم و باللغة اللاتينية. لكن أثناء مشاهدتي لبعض البرامج التعليمية على قنوات تلفزيونية عربية، استنتجت أن بعض البلدان العربية ترمز لهذه المقادير الفيزيائية بحروف عربية. على هذا النحو، أظن أن الرموز لهذه المقادير قد تتغير من بلد لآخر حسب اللغة مع أنها رموزا عالمية. على سبيل المثال: السرعة (v)، الزمن (t)* » (تلميذ من السنة الأولى)

فمن خلال هذا التبرير، يتبيّن مدى تمسّك هذا التلميذ بالطابع العالمي لطريقة التمثيل الرمزي للمقادير الفيزيائية بالرغم من الملاحظة الوجيهة التي أشار إليها في تعليقه.

- ***تمثيل مقادير الفيزياء بقاعدة إختيار الحروف الأولى لأسمائها:*** بالنسبة لهذه الفئة من التلاميذ، يتضمن محتوى تبريراتهم الكشف عن مضمون الطريقة «العالمية» للترميز للمقادير الفيزيائية. فحسب نموذجهم الإدراكي لكيفية التمثيل الرمزي لهذه المقادير، تقتضي الطريقة العالمية التي أشاروا إليها باختيار الحرف الأول من الأسماء باللغة الفرنسية أو اللاتينية لهذه المقادير كما يوضّحه و يدعّمه بأمثّلة التّبرير التّالي لأحد تلاميذ السنة الأولى:

« *نعم، طريقة إختيار الحروف الممثلة للمقادير الفيزيائية عالمية. فتقريبا، كل الحروف التي ترمز للمقادير موحّدة عالميا: الطاقة w، الاستطاعة P، شدة التيار i، المسافة d، السرعة v، التوتر u، الزمن t، المساحة s، الحجم V، التركيز C. فغالبا ما تكون الحروف المختارة مستمدّة من أول حرف يبدأ به الإسم اللاتيني للمقدار، فمثلا الاستطاعة (puissance) P، الزمن (temps) t، المسافة (distance) d، المقاومة (résistance) R* ».

من خلال الأمثلة المعطاة من طرف الكثير من تلاميذ هذه الفئة، نرى أن «القاعدة الإصطلاحية» التي أشاروا إليها مستوحاة من الممارسات البيداغوجية للتمثيل الرمزي للمقادير الفيزيائية لأن هذه العملية لا تشكّل مضمونا تعليميا مصرحا به في مختلف المقرّرات الدراسية للفيزياء في مستويي التعليم المتوسط و الثانوي و ذلك خلافا للترميز للعناصر الكيميائية الذي خصّص له درس أولي في مقرّر العلوم الفيزيائية و التكنولوجيا للسنة الثانية متوسط، و الذي تمّ تعميق مضمونه بدرس مفصّل في برنامج السنة الرابعة من نفس المستوى التعليمي.

- ***ثبات و عالمية رموز المقادير الفيزيائية:*** من الممكن أن يكون بعض التلاميذ قد لاحظوا إستخدام نفس الرموز الحرفية لتمثيل مجموعة من المقادير الفيزيائية في الكتب المدرسية و في الممارسات التعليمية للفيزياء أيضا، ممّا أدى بهم إلى الإستنباط بأن «الثبات و الإستقرار» في استعمال الرموز الحرفية لتعيين هذه المقادير يشكّل دليلا على الطابع العالمي للطريقة المعتمدة في هذه العملية التعيينية. بعبارة أخرى، من المحتمل أن يكون تصوّر هؤلاء التلاميذ منطلقا من الإستقرار النسبي الملاحظ في الرموز المستخدمة في النمذجة الرياضية للمعادلات الفيزيائية للتوصل إلى إستنتاج ثبات و عالمية الطريقة المعتمدة في إختيار الرموز الحرفية الممثّلة للمقادير الفيزيائية. على سبيل المثال، هذا الترابط يتضمّنه التّبرير التّالي لأحد تلاميذ هذه الفئة:

« إن إختيار الحروف الممثلة للمقادير الفيزيائية غالبا ما يكون عالميا بين الدول و ذلك له علاقة بتسهيل فهمها و ضمان مصداقيتها و التعامل بها مع مختلف الدول رغم إختلاف اللّغات. تكون هذه الرّموز مختارة و متّفق عليها بين الجميع و يتّضح لنا ذلك من خلال مختلف الكتّب و خاصة المترجمة و التي تبقى فيها الحروف الممثّلة للمقادير نفسها و أوضح مثال على ذلك، ففي الدول العربية، رغم أن التدريس يكون باللّغة العربية، إلاّ أن المعادلات الفيزيائية تعطى دائما برموز اللغة الأجنبية الأولى و ذلك يعود إلى كونها اللغة المصادق عليها عالميا » (تلميذ من السنة الأولى).

يظهر من هذا التعليق أنّ إعتماد حروف اللّغات اللاتينية و اليونانية من طرف السلطات المشرفة على بعض المنظومات التربوية في الوطن العربي للتعبير على العلاقات الفيزيائية المصاغة رياضيا له وقع على إدراك فئة من التلاميذ للطابع العالمي لطريقة الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية. فيبدو أنّه قد تولّد من تبني حروف اللغات الأجنبية في الصياغة الرياضية للعلاقات الفيزيائية إنطباعا لدى فئة من التلاميذ يوحي من جهة، باستقرار الرموز الحرفية المختارة في هذه العملية، و يستلزم طابعها العالمي من جهة أخرى.

فيما يلي، نتطرق إلى الإستكشاف المعمّق لمضمون الطريقة العالمية المشار إليها من طرف أغلبية التلاميذ الذين أجابوا على السؤال 3 و إلى الصّعوبات المحتملة التي قد تصادفهم في تطبيق هذه الطريقة ذات البعد العالمي.

2.2.2 القواعد الإصطلاحية المعتمدة في التعيين الرمزي للمقادير الفيزيائية

فيما يخصّ السؤال 4، إنتبعنا فيه طريقة عملية تتمثّل في إقتراح أسماء مجموعة من المقادير الفيزيائية مرفوقة بعدد من الحروف بهدف إمكانية استعمالها في التمثيل الرمزي للمقادير المقترحة. في الحقيقة، تهدف هذه الإستراتيجية إلى الكشف عن العلاقة بين أسماء هذه المقادير و الرموز

الحرفية التي يراها التلاميذ مناسبة في التمثيل الحرفي للمقادير الفيزيائية المعطاة.

السـؤال 4:

نعتبر أسماء المقادير الفيزيائية التالية :

الكتلة المقاومة الكهربائية القوّة درجة الحرارة الطّاقة الميكانيكية

masse résistance électrique force température énergie mécanique

نعتبر أيضا الحروف التّالية:

r w t m c

من بين الإقتراحات التالية، ضع العلامة (x) في الخانة الموافقة للإقتراح (واحد فقط) الذي يبدو لك صحيحا و برّر إجابتك.

1- □ **يمكن** تمثيل كل مقدار من المقادير الفيزيائية السابقة على الأقل بحرف من الحروف المقترحة (المعطاة). حدد المقادير الفيزيائية و الحروف المختارة لتمثيلها.

2- □ من بين المقادير الفيزيائية السابقة، هناك مقدار أو أكثر **لا يمكن** تمثيله بأي حرف من الحروف المقترحة. ما هو المقدار الفيزيائي المعني أو ما هي المقادير الفيزيائية المعنية ؟

3- □ **لا يمكن** تمثيل كل مقدار من المقادير الفيزيائية السابقة بأي حرف من الحروف المقترحة (المعطاة). لماذا ؟

بالأخذ بعين الإعتبار للعلاقة غير المحفّزة بين الدّال المتمثّل في الرّمز الحرفي و المدلول المستهدف بعملية التعيين أي المقدار الفيزيائي من جهة، و نظرا لغياب قواعد إصطلاحية صريحة و رسمية للترميز الحرفي لهذه المقادير من جهة أخرى، يحقّ للفيزيائي إختيار الحروف لتمثيل المقادير الفيزيائية حيث يشترط منه الكشف الأولي الصريح للمدلول الفيزيائي لكل رمز حرفي مستخدم في التعبير الرياضي على القوانين و التعريفات الفيزيائية على شكل معادلات رمزية و ذلك للسماح للقاريء بفهم المحتوى الفيزيائي لهذه العبارات الرياضية. على أساس هذا المبدأ، يمكن استخدام أي حرف من الحروف المقترحة في السؤال 4 لتعيين أسماء المقادير الفيزيائية المعطاة للتلاميذ.

إنطلاقا من هذا التوضيح، يمثّل الإقتراح 1 الإجابة الصحيحة على السؤال 4.

الجدول 4: تواترات إختيار التلاميذ المستجوبين للإقتراحات المعطاة معبرا عليها بـ(%)

المستوى الدراسي	العدد	الإقتراح 1	الإقتراح 2	الإقتراح 3	إجابات ملغاة
الأولى ثانوي	34	01	31	00	02
%	100	02.9	**91.1**	00	05.8
الثانية ثانوي	65	04	59	00	02
%	100	06.1	**90.7**	00	03

الثالثة ثانوي	39	06	32	00	01
%	100	15.3	**82**	00	02.5

يظهر من تواترات إجابات التلاميذ المبيّنة في الجدول 4 أن أغلبيتهم قد إختاروا الإقتراح 2 غير الصائب. فعلى ضوء هذا التوجّه الجماعي للمتعلّمين المستجوبين، يبدو أن هؤلاء التلاميذ يرون أنّه لا يوجد مبدأ العشوائية في إختيار الرموز الحرفية الممثّلة للمقادير الفيزيائية. فحسب إدراكهم للترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية، فإنّهم يرون أن هذه العملية تخضع إلى تطبيق قواعد محددّة.

تبرير إختيار الإقتراحات:

الإقتراح 1: (الإجابة الصحيحة)

في تبريرات أقلية التلاميذ الذين إختاروا الإقتراح 1، ركّز أغلبهم على إظهار التوافق بين الحروف الأولى لأسماء بعض المقادير الفيزيائية المعطاة و الحروف المقترحة. يتعلّق الأمر أساسا بالكتلة و بالمقاومة الكهربائية.

من هذا المنظور، يظهر أن بعض الحروف المقترحة في السؤال 4 و التي لا تتطابق مع الحروف التي تبدؤ بها أسماء بعض المقادير الفيزيائية المعطاة لهم قد تمّ رفضها ضمنّيا حيث لم يوضّح هؤلاء التلاميذ أسماء المقادير الفيزيائية التي يمكن تعيّينها بهذه الحروف. و عليه، هل يمكن إعتبار أن غياب تعيينهم الواضح للرموز الحرفية الخاصة بكل من القوة و درجة الحرارة و الطاقة الميكانيكية كمؤشر دال على عدم تأكدهم من مبدأ الإختيار الحرّ لهذه الرموز الحرفية ؟

على العكس من هذا الإستخدام الضمني لقاعدة إختيار الحروف الأولى من أسماء بعض المقادير الفيزيائية المعطاة، نشير إلى أن تلميذين قد تحرّرا من هذا الإعتبار حيث وضعا كشرط لإستخدام أي حرف من الحروف للترميز للمقادير الفيزيائية التّحديد الدّقيق و الصّريح للمدلول، أي إسم للمقدار الفيزيائي، المعني بالتعيين الرمزي بإحدى الحروف المقترحة في السؤال 4. أحد هؤلاء التّلاميذ كشف بوضوح عن تصّوره فكتب التبرير التالي:

« لأنه ليس هناك إشكال بأن نأخذ أي حرف أو رمز للتعبير عن مقدار أو جملة فيزيائية ما لأن الهدف من الرمز المعطى هو تحديد مجرد لهذا الرمز لتعريفه من بين الرموز الأخرى.

مثال: يمكن التعبير عن الكتلة بـ m أو w أو r لأن الهدف هنا ليس الحرف بل المقدار المطلوب إيجاده أو حساب قيمته و الحرف لا يؤثر لأنه لا يتدخل في الحساب » (تلميذ من السنة الثالثة)

من خلال هذا التبرير، يتّضح أن التلميذ المعني يملك تصوّرا صحيحا لمبدأ الإختيار الحر للرموز الحرفية الممثّلة للمقادير الفيزيائية. فبالنسبة له، يكمن المهمّ في هذه العملية في التّحديد الأوّلي الصّريح للمدلولات الفيزيائية المستهدفة عن طريق الترميز الحرفي لها.

الإقتراح 2: (الإجابة الخاطئة)

تتمثّل الحجّة الأساسية المشار التي برّر بها أغلبية التلاميذ الذين إختاروا الإقتراح 2 في عدم تلاؤم بعض الحروف المقترحة عليهم لتعيين بعض المقادير الفيزيائية المعطاة في نص السؤال 4. بشكل تفصيلي، يظهر من تحليل تعليقات هذه الفئة من التلاميذ أنّهم يعتبرون أن الترميز للمقادير الفيزيائية يكون باختيار الحرف الأول لاسم كل مقدار من هذه المقادير الفيزيائية حيث أنهم أعطوا لهذه القاعدة الصفة الإصطلاحية العالمية.

فحسب رأي تلاميذ هذه الفئة، يضاف لهذه القاعدة «الرسمية» معيار آخر و الذي يقتضي ضرورة تفادي الوّقوع في الخلط الذي ينجم من تعيّين مقادير فيزيائية مختلفة باستعمال نفس الرمز الحرفي. فبالإعتماد على قاعدتهم الإصطلاحية في إختيار الحروف المناسبة للتمثيل الرمزي للمقادير الفيزيائية، لاحظنا وجود ثلاث توجهات جماعية لهؤلاء المتمدرسين:

- توافق جماعي لكل التلاميذ الذين إختاروا الإقتراح 2 لتمثيل الكتلة بالحرف (m) و المقاومة الكهربائية بالحرف (r).
- رفض جماعي لهؤلاء التلاميذ للحرفين (c و w) لعدم ملائمتهما للتعيين الرمزي، على الترتيب، للقوة و للطاقة الميكانيكية.
- تشتّت واضح في آراء التّلاميذ في الحكم على مدى تلاؤم الحرف (t) لتعيين درجة الحرارة.

بالنسبة للتوّجه الجماعي الأول، فالتلاميذ المعنيين به لاحظوا التّوافق التّام بين كلّ من الحرفين المقترحين (m) و (r) مع الحرف الأول لكلّ من إسمي باللّغة الأجنبية للكتلة و للمقاومة الكهربائيـة.

على أساس نفس هذه القاعدة، حكمت هذه الفئة من المتمدرسين بعدم تلاؤم بقيّة الحروف المقتّرحة عليهم لتمثيل كلّ من القوّة و الطّاقة الميكانيكية. فمن وجهة نظر هؤلاء المتعلمين، ينبغي تمثيل القّوة بالحرف (f) و الطاقة الميكانيكية بأحد الحرفين (E) أو (E_m) كما يوضّح ذلك أحد التلاميذ في التبرير التالي:

« المقدار أو المقادير التـي لا يمكن تمثيلها بأي حرف من الحروف المقترحة هيَ:

القوة force . لا يوجد أي حرف من بين هذه الحروف، القوة تمثل دائما بـF وذلك بأخذ الحرف (1) من كلمة Force. المقـدار الثانـي هو الطاقة الميكانيكيـة، فيجب تمثيلها دائما بـEm و ذلك بأخذ

الحرف E الأول من Energie و أخذ m الحرف الأول من mécanique. هذه المقادير يرمز لها بحروف تستعمل و متفق عليها في جميع الدول » (تلميذ من السنة الثانية).

في نفس الإطار، يظّهر بجلاء أن مبدأ التوافق بين الحروف المقترحة مع الحروف الأولى لأسماء باللغة الأجنبية للمقادير الفيزيائية المعطاة شكّلت قاعدة لقبول استخدام الحروف المقترحة كرموز فيزيائية كما يؤكّد على ذلك أحد التلاميذ في تعليقه التالي:

« نرمز لكلّ مقدار فيزيائي بحرف أول من إسمه باللغة الأجنبية و الذي إتفق عليه عالميا لكي لا تتشكّل أي غموض في أيّة لغة. فبذلك هناك مقدار أو أكثر لا يمكن تمثيله بأي حرف من الحروف المقترحة. المقادير الفيزيائية المعنية هي:

- *القوة force يرمز لها بالحرف f و هو حرف غير مقترح.*
- *الطاقة الميكانيكية énergie mécanique يرمز لها بالحرف E و هو حرف غير مقترح ومنه يرمز للمقادير الفيزيائية بالحرف الأول من التسمية باللغة الأجنبية لها بصيغة majuscule ».*

(تلميذ من السنة الأولى)

هناك مجموعة أخرى من التلاميذ رفضوا إستعمال الحرف (t) لتعيّين درجة الحرارة. فبالرغم من إقتراحهم للترميز للقوة و للطاقة الميكانيكية بالحرف الأول من الإسم باللغة الأجنبية لكلّ منهما، تتمثّل المفارقة في عدم إعتمادهم للحرف المقترح (t) لتعيين درجة الحرارة التي يبدأ إسمها بهذا الحرف. إذن، نلاحظ وجود تناقضا لدى هذه الفئة من التلاميذ في إستخدام نفس القاعدة الخاصة بالتمثيل الرمزي للمقادير الفيزيائية. و عليه، نتساءل عن أسباب هذا السلوك الجماعي لفئة معتبرة من هؤلاء التلاميذ و المتضمن إستثناءا في تطبيق قاعدة التعيين الرمزي للمقادير الفيزيائية باختيار الحرف الأول من أسمائها باللغة الأجنبية.

في الحقيقة، يظهر من تحليل تبريرات أغلبية هؤلاء التلاميذ أنهم يرون أنه ينبغي أن يخصّص لكلّ مقدار فيزيائي رمزا حرفيا وحيدا خاصا به. على أساس هذا النموذج التصوّري، فإن رفض إعتمادهم للحرف (t) لتعيين درجة الحرارة يعود بالأساس إلى التوظيف المألوف لهذا الرمز الحرفي في تمثيل الزمن temps كما يوضحه التعليقين التاليين لتلميذين من السنة الثانية:

«... المقدار الفيزيائي: درجة الحرارة (température) لا يمكن تمثيله بالحروف المقترحة. أقترح أن الحرف الذي يليق لكي نرمز لهذا المقدار هو te لأن حسب رأيي، الحرف (t) يرمز للزمن temps ».

« هناك مقدارا أو أكثر لا يمكن تمثيله بأي حرف من الحروف المقترحة لأن: الطاقة الميكانيكية مثلا تمثّل في أغلب الأحيان بالرمز Em. أيضا، لا يمكن إستخدام الرمز (t) لتمثيل درجة الحرارة لأنّه

يستعمل أيضا للزمن. إذن، القوة تمثل بالحرف f وعملها يمثل بالحرف w. الكتلة و المقاومة الكهربائية نعم تمثل بالرمز (m) و (r) على الترتيب. يمكن إختيار الرمز θ أو T لتعيين درجة الحرارة و ذلك حسب السلّم المستعمل لقياسها ».

في هذا الإطار، إقترحت أغلبية هؤلاء التلاميذ بعض الحلول لتفادي تمثيل أكثر من مقدار فيزيائي بنفس الحرف. من بين الحلول المقترحة من طرفهم، نجد إضافة حرف آخر للحرف الأول من إسم المقدار الفيزيائي المعني أي درجة الحرارة température أو كتابته بنمط كبير (T).

في الأخير، نجد مهما أن نشير إلى أن أغلب التلاميذ المستجوبين قد كشفوا في تبريراتهم عن المضمون الفيزيائي للحروف التي رفضوا إستخدامها لتعيين كل من القوة ودرجة الحرارة و الطاقة الميكانيكية. فعلى أساس قراءتهم التلقائية للمدلول الفيزيائي لهذه الرموز الحرفية غير المعرّفة مسبقا و التي تمثّل الإشكالية التعليمية المطروحة في هذا البحث، فإن الحروف (t) و (w) و (c) تدلّ على الترتيب، حسب إدراك هؤلاء التلاميذ، على كل من الزمن و العمل الفيزيائي لقوة و السعة الحرارية لسائل أو سعة مكثفة. إذن، يبرز من تعليقاتهم أنّ هذه الحروف قد تمّ مسبقا إعطاؤها مدلولا فيزيائيا محدّدا، ممّا أدّى إلى رفض إستخدامها لتمثيل مقادير فيزيائية أخرى.

في إطار تدعيم و تدقيق البيانات الخاصة بإدراك التلاميذ لقواعد التعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية، عرضنا على عينة أخرى من هؤلاء المتمدرسين فقرة مقتبسة من الكتاب المدرسي للسنة الثانية ثانوي أين تمّ تعيّين عزم عطالة جملة ميكانيكية في حالة الدوران حول محور بالحرف (J) . في هذه الحالة، من السهل أن يلاحظوا أن الحرف المقترح عليهم لا يمثّل الحرف الأول من إسم المقدار الفيزيائي (moment d'inertie) المعني بالتمثيل الرمزي.

أمام هذه الوضعية، هل هؤلاء التلاميذ سيرفضون الحرف (J) المقترح لعدم توافقه مع قاعدة إختيار الحرف الأول من الإسم، باللغة الأجنبية، للمقادير الفيزيائية الممثّلة رمزيا أم أنّهم سيكون لهم موقفا آخر ؟

السـؤال 5:

من بين خصائص الجسم المادي، **عزم عطالته** بالنسبة لمحور دوران ما (Moment d'inertie) .

لدينا الفقرة التالية :

« عزم العاطلة لجملة ميكانيكية في حالة الدوران نرمز له بـ: J »

حسب رأيك، هل الحرف **(J)** مناسبا للترميز لعزم عطالة جسم يدور حول محور ؟

- علّل إجابتك و قدّم إقتراحاتك إن وجدت.

سبق أن أوضحنا أنه نظرا للطابع غيرالمحفّز للحروف المستعملة لتعيين المقادير الفيزيائية و بالأخذ بعين الإعتبار لخاصية غموض القواعد المستخدمة في إختيار الرموز الحرفية الممثلة لهذه للمقادير، فإنّه يمكن تعيّين عزم عطالة جملة فيزيائية بالحرف المقترح (J) أو بغيره من الحروف بشرط التحديد المسبق لمدلوله الفيزيائي و لوحدة قياسه الرسمية المتمثّلة في الكيلوغرام x المتر المربع ($kg.m^2$) و هذا لتمكين المتعلّم من فهم مدلوله و بالتالي التعامل معه بشكل ملائم في المعادلات الفيزيائية التي يتواجد فيها في مجالي الميكانيك و الطاقة.

و عليه، تكون الإجابة الصحيحة على هذا السؤال بقبول تعيّين عزم العطالة بالرمز الحرفي المقترح.

الجدول 5: تواترات إجابات التلاميذ المستجوبين معبرا عليها بـ(%)

المستوى الدراسي	العدد	نعم	لا	إجابات مختلفة
الثانية ثانوي	73	25	44	04
%	100	34.2	**60.3**	05.4

بداية، نشير إلى أن محتوى السؤال 5 يعني فقط برامج السنة الثانية ثانوي- شعبة الرياضيات. على هذا الأساس، فإن التلاميذ المعنيين بالإجابة عليه ينتمون فقط إلى هذه الشعبة العلمية حيث أن عددهم محدود مقارنة بأعدادهم في بقية الشعب الأخرى.

من خلال إجابات عينة من هؤلاء التلاميذ، نلاحظ أن ما يقارب 3/1 عددهم إختاروا الجواب الصحيح الذي يسمح بتعيين عزم عطالة جملة ميكانيكية بالحرف (J). على العكس من هذا التوجّه، رفض ما يقارب 60 % من هؤلاء المتمدرسين إمكانية إستخدام الحرف المقترح لتعيين عزم العطالة. و عليه، يظهر أن التوجه الجماعي العام للتلاميذ المفحوصين يميل إلى رفض التعيين الحرفي لعزم عطالة جملة ميكانيكية في حالة الدوران حول محور بالحرف (J).

تبريرات الأجوبة:

الإجابة الصحيحة: *إمكانية تعيين عزم العطالة بالحرف (J)*

لتبرّير إجابتهم بإمكانية التمثّيل الرّمزي لعزم العطالة بالحرف (J)، أشار التلاميذ المعنيّين بهذا الإختيار إلى نوعين من الحجّج. بشكل تفصيلي، يتعلّق المبرّر الأول بالنظر إلى الحرف (J) كرمز معتّمد في إطار إصطلاحي عالمي لتعيّين عزم عطالة جملة ميكانيكية، كما يوضّحه أحد التلاميذ في التعليق التالي:

« الترميز لعزم العطالة لجملة الميكانيكية في حالة الدوران بالرمز (J) مناسبا لأنه ترميز عالمي متفق عليه مثل عزم المزدوجة التي يرمز لها بالرمز (M)».

في هذا الإتجاه، نلاحظ أن تمسّك أحد التلاميذ بالطابع الإصطلاحي العالمي للترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية قاده إلى إقتراح أكثر من رمز حرفي بشرط أن تكون هذه الرموز متفق عليها:

« بالنسبة لي، كلّ حرف مناسب للترميز لعزم عطالة جسم يدور حول محور لأن المهمّ أن تكون هذه الحروف عالمية. و عليه، يمكن أن نرمز لعزم العطالة بـ (J) أو (M) أو (L). المهمّ أن تكون الرموز عالمية ».

فيما يخصّ المبرّر الثاني الذي تقدمت به فئة من التلاميذ الذين إختاروا الإجابة الصحيحية، فيتعلّق مضمونه بالضرورة الملحّة لتفادي الخلط بين المقادير الفيزيائية من خلال عدم استخدام نفس الرمز الحرفي لتعيين أكثر من مقدار فيزيائي. معنى هذا أنه يجب تعيّين كلّ مقدار فيزيائي برمز حرفي واحد و بشكل دائم في المعادلات الفيزيائية. على هذا الأساس، اعتبرت مجموعة من التلاميذ المستجوبين أن الحرف (J) مناسب للترميز لعزم عطالة جملة ميكانيكية في حالة الدوران حول محور لأنه كان ينبغي الترميز لعزم العطالة بالحرف الأول من اسمه باللغة الأجنبية (moment d'inertie) أي الحرف (M). لكن، نظرا للإستعمال المألوف للحرف (M) لتمثيل عزم قوّة، أصبح من الضروري البحث عن رمز حرفي آخر بدلا من تطبيق قاعدة إختيار الحرف الأول من أسماء المقادير الفيزيائية. فهذا الإستثناء يوضّحه أحد التلاميذ بشكل صريح في هذا التّبرير:

« نعم، فهو مناسب جدا، لأننا نرمز لعزم القوة بـ: $M_{F/\Delta}$ و M_{Δ} . و بالتالي، لو أخذنا على أساس الحرف الأول من Moment يحدث خلط مع عزم القوة. أي أن (J) رمز مناسب جدا و بما أنه لا توجد مقادير أخرى لها نفس هذا الرمز، و بالتالي (J) هو الأمثل لتمثيل عزم العطالة ».

بشكل إجمالي، يظهر أن فئة التلاميذ الذين أبدوا موافقتهم على تعيين عزم العطالة بالحرف (J) قد وضعوا شرطين أساسيين يؤخذان بعين الإعتبار في عملية الترميز للمقادير الفيزيائية. يخصّ الشرط الأول إختيار هذه الرموز الحرفية وفق قواعد متفق عليها، ممّا يؤدي إلى الحصول على رموز عالمية. أما الشرط الثاني، فيلّح فيه هؤلاء المتعلمين على ضرورة تفادي تمثيل أكثر من مقدار فيزيائي بنفس الرمز الحرفي لتجنب الخلط بين هذه المقادير و لتمكين التلاميذ من الفهم الصحيح لمضامين العبارات الفيزيائية المصاغة على شكل معادلات حرفية.

في الأخير، نشير إلى وجود بعض الحالات المحدودة لتعليقات بعض التلاميذ الذّين إفترضوا وجود علاقة بين الحرف المقترح (J) و الأصل اللاتيني لإسم المقدار الفيزيائي:عزم العطالة. فمن المعقول أن نعتبر أن مثل هذا الإفتراض يمثّل مؤشرا على التمسّك اللّصيق لهؤلاء التلاميذ بادراكهم لطريقة الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية وفق القاعدة الإصطلاحية السابقة.

الإجابة الخاطئة: عدم تلاؤم الحرف (J) لتمثيل عزم العطالة

بشكل عام، يمكن القول أن التلاميذ الذّين رفضوا استعمال الحرف (J) المقترح للترميز لعزم العطالة قد أسّسوا رفضهم هذا على ثلاث أنماط من التّبريرات. أساسا، يتعلّق النوع الأول من هذه المبرّرات بغياب تطبيق قاعدة إختيار الحرف الأول من أسماء المقادير الفيزيائية في التمثيل الرمزي لعزم العطالة. في الواقع، فإنّ أكثر من نصف عدد تلاميذ هذه الفئة بيّنوا بوضوح في تعليقاتهم أنه لا توجد علاقة بين الحرف المقترح (J) و الحروف الأولى من إسم المقدار الفيزيائي المعني بالتمثيل الرمزي حيث يظهر من التعليقات الصّريحة التّالية متانة تمسّك هؤلاء المتمدرسين بالقاعدة الإصطلاحية المشار إليها:

« لا، الحرف (J) ليس مناسبا للترميز لعزم عطالة جسم لأن هناك طريقة للترميز للمقادير الفيزيائية و هي أخذ الحرف الأول من الاسم المصاغ باللّغة الفرنسية. غير أن (J) ليس الحرف الأول من اسم المقدار المعطى. أقترح أن يغير الحرف بحرف بداية الإسم ».

« حسب رأيي، الحرف (J) غير مناسب للترميز لعزم عطالة جسم يدور حول محور لأنه ليس له علاقة بعزم العطالة و منه أظن أنه يجب الترميز له بالحرف M و ذلك باستعمال الحرف الأول من الإسم moment d'inertie و يكون بكتابة majuscule وليس minuscule لأن (m) تعني الكتلة ».

نلاحظ أنّ التلميذ الثاني قد أخذ بعين الحسبان وجود مقدار فيزيائي آخر يرمز له بنفس الحرف الذي يبدؤ به إسم عزم العطالة، لذلك إشترط توظيف نمط الكتابة الكبيرة للتعيين الرمزي لعزم العطالة و هذا تفاديا للخلط بين المقادير الفيزيائية من خلال استعمال نفس الرموز الحرفية.

فيما يخصّ المبرّر الثاني، فهو ذو علاقة بالصعوبات التي يصادفها هؤلاء المتعلمين في عمليتي التسجيل الذهني (mémorisation) و في تذكّر المدلول الفيزيائي للرّمز الحرفي (J) المقترح حيث ترى مجموعة من التلاميذ أن إختيار هذا الحرف لا يساعدهم على الإسترجاع و التذّكر السّهل لمدلوله الفيزيائي المخزّن سابقا في ذاكراتهم، ممّا يطرح عليهم صعوبات في فهم مدلوله المتمثّل في المقدار الفيزيائي المستهدف بالترميز الحرفي. فقد أفصح أحد التلاميذ عن هذا النمط من الإعتبارات في التبرير التالي:

«... من وجهة أخرى، فإن الحرف (J) غير مناسب للترميز لعزم العطالة، و كانت لي في البداية نوعا من الصعوبة في تذكّر هذا الترميز لأنه ليس له علاقة بالإسم اللاتيني moment d'inertie. *شخصيا، أرى أن الترميز الأنسب يكون مثلا Mi لتسهيل التذكّر، فهما الحرفان الأولان من اسمه باللاتينية كباقي الرموز الأخرى ».*

على ضوء هذا النوع من التبرير، يبدو أن فئة من التلاميذ ينظرون إلى الرّموز الحرفية المشتّقة من الحروف الأولى لأسماء مقادير الفيزياء كأدوات دلالية مساعدة لهم لتذكّر المدلول الفيزيائي لهذه الرموز. فمن وجهة نظر علم الدلالة، فإن الحرف (J) المقترح عليهم يكون عاتما لأن هذا الدّال، أي الحرف، لا يوحي للتلميذ بأيّة فكرة حول إسم المقدار الفيزيائي المعني بالتعيين الرمزي. إذن، هناك إعتبارات نفس- معرفية متدخّلة في إختيار التلاميذ الرموز الحرفية الممثّلة للمقادير الفيزيائية و التي تؤدي إلى تفضيل استخدام بعضها في هذه العملية مقارنة بالبعض الآخر.

أخيرا، يتعلّق المبرّر الثالث لرفض تعيين عزم العطالة بالحرف (J) في إستخدام هذا الحرف في تمثيل مقادير فيزيائية أخرى و وحدات قياس أيضا. فعلى سبيل المثال، أشار بعض هؤلاء التلاميذ إلى توظيف الحرف (J) لتعيين الناقلية الكهربائية و كذلك لتمثيل وحدة قياس الطاقة و العمل المتمثّلة في الجول. فحسبهم، استجابة لضرورة تفادي الإستعمال المتعدّد لنفس الحرف لتمثيل أكثر من محتوى فيزيائي (مقدار، وحدة قياس)، يرى هؤلاء المتمدرسين عدم ملائمة الحرف المعطى لتمثيل عزم عطالة جسم يدور حول محور.

إذن، يبدو أن الأخذ بعين الحسبان لمختلف المبرّرات السابقة جعل من أغلبية التلاميذ المستجوبين يرفضون تعيّين عزم عطالة جملة فيزيائية بالحرف (J)، كما يظهر ذلك في التّبرير التّالي لأحدهم:

« *حسب رأيي، هذا الترميز غير مناسب.*

أولا: لأنه لا ينبه التلميذ و المتعلمين و لا يذّكرهم مباشرة بعزم العطالة حيث أنه باللغة اللاتينية، ليس له علاقة بترجمة moment d'inertie لأنه حسب رأيي، فإن الهدف من الترميز هو تمثيل المقدار الفيزيائي بأقرب و أنسب رمز ممكن.

ثانيا: لأن هذا الرمز (J) متداول في الفيزياء في مواضيع أخرى كالجول الذي يرمز له في بعض الكتب بـ J (majuscule) وفي كتب أخرى بـ j (minuscule). لهذا، نرجو أن لا نقع في خطأ الخلط الناتج من التشابه في الترميز ».

بشكل عام، يمكن أن نستخلص أن مجمل إجابات و تعليقات التلاميذ على السؤالين 4 و 5 تميل للتأكيد على أن أغلبيتهم يعتبرون أن الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية يكون بتطبيق القاعدة «الإصطلاحية و العالمية» التي تقتضي إختيار الحروف الأولى من أسمائها باللغة الأجنبية. لكن، يتطلّب تطبيق هذه القاعدة توخي الإحتياط و ذلك لتجنب تمثيل أكثر من مقدار فيزيائي بنفس الحرف و هذا لتفادي الوقوع في الخلط في إدراك المدلول الفيزيائي للرموز الحرفية المتماثلة.

إذن، يبدو أن التلاميذ يتلقّون صعوبات كبيرة في فهم مضمون الرمز الحرفي المستخدم في تعيين أكثر

من مقدار فيزيائي. وعليه، فقد أوضّحت أغلبيتهم في تبريراتهم ضرورة تجنّب مثل هذه الوضعيات التي تحرجهم أثناء تعاملهم بالمعادلات الرمزية للفيزياء.

نتعرض فيما يلي إلى بلورة الجوانب ذات الصلة بالصعوبات العملية التي يواجهها التلاميذ في الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية باستعمال قاعدتهم الإصطلاحية و العالمية المرتكزة على إختيار الحرف الأول أو الحروف الأولى من أسماء هذه المقادير باللغة اللاتينية.

3.2.2 الصعوبات الناتجة عن تمثيل المقادير الفيزيائية باختيار الحروف الأولى من أسمائها

إنطلاقا من التمسّك البارز لأغلبية التلاميذ المستجوبين بقاعدة تعيّين رموز المقادير الفيزيائية باختيار الحروف الأولى من أسماء هذه المقادير باللغة الأجنبية، لاحظنا في العديد من تعليقاتهم وجود صعوبات في تطبيق هذه القاعدة ذات الطابع الإصطلاحي و البعد العالمي حسب آراء أغلبية هؤلاء المتعلمين. في هذا الإتجاه، يهدف طرح السؤال 6 على عينة من التلاميذ إلى إلقاء الضوء أكثر و الكشف المفصّل عن مواقفهم في عملية التّرميز الحرفي للمقادير الفيزيائية التي تبدؤ أسماؤها بنفس الحروف. فقد إقترحنا على عيّنة من هؤلاء المتمدرسين أربعة أسماء لمقادير فيزيائية حيث يبدؤ الإسم باللغة الفرنسية لكلّ مقدارين فيزيائيين بنفس الحرف. ففي هذه الحالة، نتساءل عن مدى تمسّك التّلاميذ بقاعدتهم الإصطلاحية و العالمية المؤطرة للتّمثيل الرمزي للمقادير الفيزيائية و عن الحلول التي يقترحونها لتّجاوز الصّعوبات الإدراكية التي أشار إليها عدد هام منهم و الناجمة عن تعيّين أكثر من مقدار فيزيائي بنفس الحرف.

السؤال 6:

تستعمل الحروف للترميز للمقادير الفيزيائية.

لدينا أسماء المقادير الفيزيائية التالية:

الأزمنة	المسافة	الكثافة	درجة الحرارة
temps	distance	densité	température

- عيّن هذه المقادير الفيزيائية بالحروف التي تراها مناسبة و برّر إجابتك بدقّة.

سبق أن قلنا في الفصل الثالث أنّه بالرّغم من وجود مجموعة من التّوصيات المتعلّقة بالترميز للمقادير الفيزيائية، إلاّ أنّ تطبيق مضمونها غير ملزم بشكل رسمي لأنها تفتقر للإطار الإصطلاحي الصريح و الرسمي. فمن الناحية المبدئية، يمكن تمثيل أي مقدار فيزيائي بحرف إختياري ما، سواء بالحرف الأول من إسمه أو بأي حرف آخر، بشرط التّعريف المسبق و الصّريح للمدلول الفيزيائي للرمز

الحرفي المختار. إذن، هناك حرية في إختيار الحروف الممثّلة للمقادير الفيزيائية الأربعة المقترحة في السؤال 6.

- الرموز المقترحة للتمثيل الحرفي للمقدارين الفيزيائيين: الزمن و درجة الحرارة

يظهر من البيانات الموضّحة في الجدول التالي تكرارات هامّة لمجموعة من الرموز الحرفية التي إقترحتها نسبا ذات دلالة من التّلاميذ الذّين أجابوا على السؤال 6 لتمثّيل كلّ من الزمن و درجة الحرارة المبتدئين إسميهما باللّغة الأجنبية بنفس الحرف (t) حيث من السّهل ملاحظة وجود نوع من التّجانس في الرموز المقترحة من طرف هؤلاء التلاميذ لتعيّين هذين المقدارين الفيزيائيين.

الجدول 6-أ: تواترات أهم الرموز الحرفية المقترحة من طرف التلاميذ المستجوبين معبرا عليها بـ(%)

المستوى الدراسي	العدد	أسماء المقادير الفيزيائية	الرموز الحرفية المقترحة	%
الأولى ثانوي	141	الزمن temps	t	**73**
			T	12.7
		درجة الحرارة température	C	17.7
			tp	15.6
			te	12
الثانية ثانوي	31	الزمن temps	t	**64.5**
			T	22.5
		درجة الحرارة température	tem	35.4
			T	12.9
			Te	12.9

فبالنسبة للترميز للزمن، نجد أن ما يفوق متوسطه ثلثي عدد التلاميذ المستجوبين في كل مستوى دراسي قد أجمعوا على إختيار الحرف (t) لتعيّين هذا المقدار الفيزيائي. كما تمّ إقتراح نفس الحرف مكتوبا كتابة كبيرة (T) من طرف عدد غير مهمل من تلاميذ العينة المفحوصة.

بخصوص المقدار الفيزيائي الثاني، درجة الحرارة، يبرز تشتّت واضح في الرّموز الحرفية المقترحة لتمثيله حيث سجّلنا إختيار هؤلاء التّلاميذ لعدّة رموز حرفية من أهمّها: tem و Te و tp و C. يضاف إلى هذه الملاحظة الغياب الكلّي للحرف (t) بكتابته الصغيرة في قائمة الرموز المقترحة لتعيين درجة الحرارة.

من جانب آخر، فعلى عكس الرموز البسيطة التي إقترحتها أغلبية التلاميذ للتمثيل الرمزي للزمن، تتميّز أغلب الرموز الحرفية المقترحة لتمثيل درجة الحرارة ببنيتها المركبة حيث، باستثناء الرمزين البسيطين C و T، تتكوّن بقيّة الرّموز من أكثر من حرف واحد.

- الرموز المقترحة للتمثيل الحرفي لكلّ من المسافة و الكثافة

فيما يتعلّق بالمقدارين الفيزيائيين المسافة (distance) و الكثافة (densité)، نلاحظ أيضا وجود توجّهات جماعية مشتركة في إختيار الرموز من طرف التلاميذ المستجوبين لتمثيل كل منهما.

الجدول 6- ب: تواترات أهمّ الرّموز الحرفية المقترحة من طرف التلاميذ معبرا عليها بـ(%)

المستوى الدراسي	العدد	أسماء المقادير الفيزيائية	الرموز الحرفية المقترحة	%
الأولى ثانوي	141	المسافة Distance	d	**66.7**
			D	22.6
		الكثافة Densité	de	26.9
			De	14.8
			d	10.6
الثانية ثانوي	31	المسافة Distance	d	**74.1**
			D	09.6
			di	09.6
		الكثافة Densité	de	35.4
			D	16.1
			d	12.9
			den	12.9

نلاحظ أن ما يقارب متوسطه 70 % من عدد تلاميذ المستويين الدراسيين للعيّنة المستجوبة قد إعتمدوا الحرف (d) مكتوبا بكتابة صغيرة لتمثيل المسافة. بالنسبة للكثافة، نفس الحرف تمّ إقتراحه من طرف ما يقارب 5/1 العدد الإجمالي لهؤلاء التلاميذ، لكن بشرط استخدام نمط الكتابة الكبيرة له. و منه، يظهر أن أغلبية التلاميذ المفحوصين يعتبرون أن الحرف (d) بكتابتيه الصّغيرة و الكبيرة يمثّل الحرف الملائم للتّرميز الحرفي للمسافة.

فيما يخصّ التّرميز للكثافة، نلاحظ تعدّد الرّموز الحرفية البسيطة و المركبة المقترحة من طرف التلاميذ المستجوبين حيث أن التّعيين الرمزي المركب بواسطة الحرفين (de) أو (De) قد احتّل مقدّمة الرموز المقترحة من طرف ما يقارب نصف عدّد التّلاميذ الذّين أجابوا على هذا السؤال.

فعلى ضوء هذه المعطيات، يمكنّنا القول أن هناك بروز موقفين مختلفين للتلاميذ في طريقة الترميز للمقدارين الفيزيائيين: المسافة و الكثافة. ففي الوقت الذي لاحظنا توجها جماعيا للمتعلمين إلى تمثّيل المسافة بالرمز الحرفي البسيط بتوظيف نمطي الكتابة الصغيرة و الكبيرة (d) أو (D)، فقد تميّز التعيين الحرفي للكثافة بتعدّد الرموز الحرفية المقترحة و كذلك بطابعها المركب في أغلب الحالات.

إذن، بالنظر إلى مجمل المعطيات المبيّنة في الجدولين 6-أ و 6-ب، يتضّح وجود موقف جماعي لأغلبية تلاميذ العيّنة المستجوبة و الذّي تمّت ترجمته في إختيارهم للحرف الأول من الإسم باللّغة

الأجنبية لكلّ من الزمن و المسافة للترميز الحرفي لكلّ منهما. أمّا المقدارين الفيزيائيين الآخرين: درجة الحرارة و الكثافة، فقد تميّزت الرموز الحرفية المقترحة من طرفهم للدلالة على كل منهما بالتّنوع و ببنيتها المركبة لأنها تتشكّل من أكثر من حرف واحد.

إذن، يبدو أن تماثل الحروف الأولى لأسماء، باللغة الأجنبية، للزمن و لدرجة الحرارة (temps-température) من جهة و للمسافة و للكثافة (distance- densité) من جهة أخرى، قد أدّى إلى ظهور أثر واضح في سلوك التلاميذ في إعتماد الحروف الممثلة لهذه المقادير الفيزيائية.

تبريرات التلاميذ لاختيار الرموز المقترحة:

بشكل عام، يمكن تمييز نوعين من الحجّج التي استخدمها التلاميذ لتبرير اختيارهم للحروف التي إقترحوها لتمثيل المقادير الفيزيائية الأربعة المعطاة في السؤال المطروح. يتعلّق مضمون المبرّر الأول الذي إستند عليه عدد معتّبر من هؤلاء التّلاميذ الكشف على قاعدة الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية باختيار الحرف الأول من الإسم باللغة الأجنبية لكل مقدار فيزيائي. من بين التعليقات التي قدّمها هؤلاء التلاميذ، نتعرّض إلى هذين المثالين:

« نرمز للأزمنة بالحرف (t) لأنّه هو الحرف الذي تبدأ به الكلمة بالفرنسية (temps). كما نرمز للمسافة بالحرف (d) لأنه هو أيضا الحرف الذي تبدأ به الكلمة بالفرنسية حيث نقول distance أو déplacement. الكثافة تعبّر على نسبة الكتل الحجمية للأجسام نرمز لها بـ(de) لأنه متماثل مع حرف المسافة. درجة الحرارة (te) تقاس بالمحرار و نرمز لها بأخذ الحرف الأول و الثاني لأنّه متماثل مع الزمن »(تلميذ من السنة الأولى)

« الأزمنة نرمز لها بـ(t)، أخذ الرمز من الحرف الأول من اسمه temps. المسافة نرمز لها بـ (d) نسبة لاسمه باللغة الفرنسية و لتسهيل استخراج العلاقة.

الكثافة نرمز لها بـ (D) لتسهيل دراستها و استعمل هذا الحرف للتفريق بين المسافة و الكثافة.

درجة الحرارة نرمز لها بـ(T) بما أن الزمن نرمز له بـ(t)، إذن تكون درجة الحرارة بالرمز (T) لأن اسميهما يبدءان بنفس الحرف و ليسهّل التفريق بينهما عند استعمال الرموز » (تلميذ من السنة الأولى)

كما استعمل تلاميذ آخرين نفس القاعدة ، لكن هذه المرّة، بتغيير كلّي لنمط كتابة الحروف الأولى المعتمدة في عملية الترميز للمقادير الفيزيائية حيث يوضّح التّعليق النّموذجي التّالي لأحدهم هذا التوجّه:

« الأزمنة => T، المسافة => D ، الكثافة => De، الحرارة => T_p. وذلك باختيار الحرف الأول

من اسمها أو حرفين للتفريق بينهما في حالة مقدار فيزيائي يبدأ اسمه بنفس الحروف كالمسافة و الكثافة كلاهما يبدأ بنفس الحرف، فنختار الحرف الأول من كلمة Distance و الحرفان الأولان (De) من كلمة Densité. كما يمكننا استعمال الحرف الأول من كل مقدار إذا كان يتكون من كلمتين بحيث نأخذ الحرف الأول من كلّ كلمة » (تلميذ من السنة الأولى).

بصرف النّظر عن تعدّد الرموز المقترحة من طرف التلاميذ و عن نمط الكتابة المعتمدة، نلاحظ أنّه يوجد إجماع شبه كلي لهؤلاء المتعلمين على اختيار الحرف الأول من الأسماء باللّغة الأجنبية لكل مقدار فيزيائي حيث يفسر هذا السلوك الجماعي لهم باعتبار هذا الاختيار كقاعدة اصطلاحية عالمية مؤطرة للترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية. فبالرغم من مصادفتهم لإشكالية تماثل الحرف الأول من أسماء المقادير الفيزيائية المقترحة عليهم، إلا أن أغلبية المتمدرسين المستجوبين أظهروا تمسّكا كبيرا بتطبيق القاعدة الإصطلاحية العلمية المشار إليها كما يؤكده التعليق التالي لأحدهم:

« الأزمنة (temps) يرمز لها بـ (t) لأنه هو رمز عالمي وأنه الحرف الأول لاسم المقدار الفيزيائي. المسافة (distance) يرمز لها بـ(d) لأنه رمز عالمي و هو الحرف الوحيد الذي يرمز به للمسافة. الكثافة (densité) يرمز لها بـ(ds) لأنه الرمز الوحيد الذي يرمز به للكثافة. درجة الحرارة (température) يرمز له بـ(tr) لأنه رمز عالمي » (تلميذ من السنة الأولى).

فيما يتعلّق بالنّوع الثاني من المبرّرات المشار إليها من طرف عدد معتبر من التلاميذ المستجوبين، فإن مضمونه ذو صلة بضرورة التمييز بين المقادير الفيزيائية من خلال استخدام رموزا حرفية مختلفة. و عليه، لتحقيق التميّيز بين هاته المقادير الفيزيائية، وظّف هؤلاء التلاميذ عدّة طرائق من أهمّها:

- إضافة حرف ثان للحرف الأول من اسم كل من المقدارين الفيزيائيين: درجة الحرارة و الكثافة.
- اللجوء إلى استخدام أنماط كتابة مختلفة (كتابة بالنمط الصغير و أخرى بالنمط الكبير) في التدوين التخطيطي للحرف الأول لأحد المقادير الفيزيائية التي يبدؤ اسمها بنفس الحرف.
- بدرجة أقل تواترا، استعمال الحرف الإغريقي (ρ) رو للترميز الحرفي للكثافة.

في هذه الإستراتيجية المتّبعة من طرف التلاميذ في التمثيل الرمزي للمقادير الفيزيائية، يظهر من تعليقات بعض هؤلاء المتعلمين أن الطريقة التي انتهجوها في هذه العملية تلعب دورا هاما في تسهيل تذكّرهم للمدلول الفيزيائي للرموز المختارة كما يوضّحه أحدّ تلاميذ السنة الأولى في هذه الفقرة:

« نرمز للأزمنة بـ(t) و للمسافة بـ(di) و للكثافة بـ(de) و لدرجة الحرارة بـ(c). اخترت هذه الرّموز للمقادير الفيزيائية لأنّي أراها مناسبة لها وهي أيضا وسيلة تساعدني على تذكّر أسماء

المقادير المطلوب حساب قيمتها. كما نعرف كلّنا، لن نستطيع الحفاظ في عقولنا على كلّ الرموز حيث أن استعمال الحروف الأولى يساعدنا على تذكّر اسم المقدار الفيزيائي المطلوب بسهولة ».

بشكل مختصر، يظهر ممّا سبق أن أغلب التمدرسين المستجوبين يرون أن التّعيين الرمزي للمقادير الفيزيائية يقتضي اختيار الحرف الأول من الأسماء، باللغة الأجنبية، لهذه المقادير مع ضرورة تميّيز كل مقدار عن الآخر و ذلك إمّا عن طريق إضافة حرف ثان للحرف الأول في الترميز لإحدى المقادير التي يتماثل الحرف الأول لاسمها مع الحرف الأول لاسم المقدار الفيزيائي الآخر أو بتغيّير نمط كتابة الحرف المتماثل في الترميز لإحدى هذه المقادير أي استخدام نمطي الكتابة بالحجمين الصغير و الكبير لضمان إختلاف الرسم التخطيطي للرمزين الحرفين المتماثلين.

نذكّر بأن هذه الإعتبارات قد أشار إليها عدد معتبر من تلاميذ العيّنة المستجّوبة في تبريرات إجاباتهم على السؤالين 4 و 5 السابقين.

من جانب آخر، سبق أن أشرنا إلى أن الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية لا يشكّل موضوعا للتدريس في برامج طوري التعليم المتوسط و الثانوي. و عليه، من الوجاهة أن نتساءل حول العناصر المحتملة التي أدّت إلى تدعيم و تعزيز إدراك التلاميذ للطريقة الاصطلاحية المؤطرة، حسبهم، للترميز للمقادير الفيزيائية. في هذا الإطار، هل يمكن اعتبار الممارسات البيداغوجية الضمنية الممارسة إعتياديا في التعيّين الحرفي للمقادير الفيزيائية كعامل وحيد مفسّر للإطار الإدراكي للتلاميذ للترميز لهذه المقادير، أم أنّه يحتمل وجود عوامل أخرى ذات صلة بالترميز الحرفي الممارس في تدريس العلوم الفيزيائية و التي قد تكون قد لعبت دور التّقوية للنّمط الإدراكي لهؤلاء المتمدرسين للقواعد الضمنية و غير الصارمة المستخدمة عادة في التمثيل الرمزي للمقادير الفيزيائية ؟

3. عناصر مساهمة في تدعيم إدراك التلاميذ لطريقة الترميز للمقادير الفيزيائية

1.3 تأثير القواعد الرسمية للترميز لوحدات القياس على إدراك التلاميذ لطريقة إختيار الرموز الحرفية للمقادير الفيزيائية

بالنّظر إلى أن الترميز لوحدات القياس يمثّل نشاطا تعليميا رسميا مقررا في برامج الفيزياء، نهدف من خلال طرح السؤال 7 على التلاميذ إلى تقدير مدى تدخّل قواعد التعيين الحرفي لوحدات القياس في تقوية إدراك التلاميذ لطريقة الترميز للمقادير الفيزيائية. معنى هذا، نفترض أن التّرميز لوحدات القياس باتباع قواعد إصطلاحية صريحة قد يدعّم، في أذهان التلاميذ، لنموذجهم الإدراكي لطريقة التعيين الرمزي للمقادير الفيزيائية حيث نتوقع حدوث نوع من التنقيل لهذه القواعد الرسمية إلى مجال الترميز الحرفي لهذه المقادير.

تفاديا لطرح سؤال مباشر حول مدى تشابه طريقة الترميز لكلّ من المقادير الفيزيائية و وحدات قياسها، فضّلنا التركيز في السؤال 7 على طريقة التعيين الرمزي لوحدات القياس و مقارنة ذلك بالمعطيات السابقة المتعلقة بالترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية. فمن خلال التعليقات التي يقدّمها التلاميذ في موضوع الترميز لوحدات القياس، نحاول استنتاج بعض المؤشّرات التي على أساسها نحكم على مدى تدعيم الاصطلاحية الرسمية للترميز لوحدات القياس لإدراك التلاميذ لطريقة الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية.

السؤال 7:

تستعمل الحروف لتمثيل **وحدات قياس المقادير الفيزيائية**.

حسب رأيك، هل تعيين الحرف الممثل **لوحدة قياس مقدار فيزيائي** ما يكون على أساس:

1. □ الاختيار الحر للمستعمل.
2. □ اسم العالم ذي الصلة بالمجال العلمي المعني.
3. □ اسم وحدة قياس المقدار الفيزيائي
4. □ تسمية جهاز قياس المقدار الفيزيائي.
5. □ حالة أخرى. ما هي ؟

(ضع العلامة X في الخانة أو الخانات التي تراها مناسبة ثم برر إجابتك ووضحها بأمثلة).

من المعروف أن الإطار الإصطلاحي للترميز الحرفي لوحدات قياس المقادير الفيزيائية له طابع رسمي و عالمي حيث حدّدت اللاّئحة رقم 7 المعتّمدة من طرف الدورة التاسعة للمؤتمر العام للأوزان و القياسات المنعقد بباريس سنة 1948 م قواعد هذا الترميز الحرفي. بشكل مختصر، تنصّ هذه اللاّئحة على الإختيار الإجباري للحروف الأولى للأسماء الرسمية لوحدات القياس المعتمدة من طرف المكتب العالمي للأوزان و القياسات.

ومنه، فإن الإجابة الصحيحية على السؤال المطروح يتوافق مع إختيار الإقتراحين 2 و 3 معا.

الجدول 7: تواترات إجابات التلاميذ المستجوبين معبرا عليها بـ(%)

المستوى الدراسي	العدد	الاقتراح 1	الاقتراح 2	الاقتراح 3	الاقتراح 4	الاقتراح 5	الاقتراح6
أولى ثانوي	136	03	81	84	75	09	10
%	100	02.2	**59.5**	**61.7**	**55.1**	06.6	07.3

نلاحظ أن ما يفوق نصف عدد التلاميذ المستجوبين قد اختاروا الإقتراحين الموافقين للإجابة الصحيحة. كما أنّ الإقتراح 4 غير الصحيح قد تمّت الموافقة عليه من طرف نسبة معتبرة من هؤلاء المتمدرسين.

في الواقع، تشترك الإقتراحات 2 و 3 و 4 المختارة من أغلبية المتعلمين المستجوبين في قاعدة اشتقاق الرموز الحرفية لوحدات القياس إما من أسماء هذه الوحدات أو من أسماء العلماء ذوي الصلة باختراع هذه الوحدات أو بتسميات أجهزة قياس المقادير الفيزيائية.

في الأخير، قد يكون مهما الإشارة إلى أن بعض التلاميذ قد افترضوا وجود علاقة بين رموز بعض وحدات قياس المقادير الفيزيائية و أسماء الأماكن التي عندها تمّ عندها اكتشاف هذه الوحدات.

تبريرات التلاميذ للاقتراحات المختارة:

الاقتراح 2: يتمثّل المبرّر الأساسي لاختيار التلاميذ للإقتراح 2 في تقديم أمثلة للترميز لوحدات القياس بالحروف الأولى من اسم العالم الفيزيائي المعتمد رسميا كوحدة للقياس في النظام العالمي للوحدات كما يوضّحه التّعليق التّالي لأحد التلاميذ:

« ... *مثل وحدة قياس الاستطاعة الواط (watt)، نأخذ أول حرف و هو W و نجعله رمزا لهذه الوحدة وأيضا مثل الجول (Joul) نأخذ أول حرف J ، و نجعله رمزا لهذه الوحدة* ».

كما أشارت أغلبية تلاميذ هذه الفئة إلى وحدات أخرى أين لاحظوا وجود علاقة وطيدة بين الحروف الأولى لأسماء هذه الوحدات و الرموز المستخدمة لتعيّينها. من بين هذه الوحدات، نذكر: النيوتن (N) و الكولوم (C) و الأمبير (A) و الفولط (V).

في النّهاية، من المفيد أن نشير إلى أنّ بعض التلاميذ بيّنوا أن تسمية بعض الوحدات بأسماء مشاهير علماء الفيزياء هي دليل اعتراف لتخليد أسماء هؤلاء العلماء الذّين ساهموا بشكل كبير في تطوّر الفيزياء.

الاقتراح 3: من خلال تقديم أمثلة واضحة، رأت مجموعة من التّلاميذ الذّين اختاروا هذا الاقتراح أن هناك مجموعة من رموز المقادير الفيزيائية مأخوذة من أسماء الوحدات الممثّلة رمزيا و هذا باعتماد الحرف الأول أو الحروف الأولى من أسمائها. في هذا الإطار، نقدّم التّوضيح التّالي لأحد تلاميذ هذه الفئة:

« إن *تعيين الحرف الممثّل لوحدة قياس مقدار فيزيائي ما يكون على أساس اسم وحدة القياس مثل mètre (m)، kilomètre (Km)، هكتولتر (Hℓ)، سنتيمتر (Cm)، ديسيمتر (dcm)* ».

الاقتراح 4:

بالإعتماد على بعض الأمثّلة و في مقدّمتها تعيين مقياس الأمبير بالحرف (A) و مقياس الفولط بالحرف (V)، ربطت مجموعة من التّلاميذ التمثّيل الرمزي لوحدات القياس بشكل غير صحيح بأجهزة قياس هذه المقادير. في الواقع، يبدو لنا أن هذه الفئة المعتبرة من هؤلاء المتمدرسين قد وقعوا في خلط بين أسماء الوحدات الرسمية لقياس كلّ من شدّة التّيار و التّوتر الكهربائيين و أسماء أجهزة القياس المستخدمة في قياس هذين المقدارين. ففي هذه الحالة، من الواضح أن النقطة المشتركة بين أسماء كل من وحدات القياس الرسمية و أجهزة قياسها تتمثّل في إسمي العالمين الفيزيائيين الشهيرين آمبير و فولطا.

و عليه، يمكننا القول بأن نسبة معتبرة من التّلاميذ المفحوصين قد ربطوا التمثّيل الرمزي لوحدات القياس بأسماء هذه الوحدات سواء بنسبها إلى أسماء مشاهير علماء الفيزياء المعتمدة كوحدة لقياس بعض المقادير أو باعتبار الأسماء الخاصة لبعض الوحدات أو بالنظر إلى جهاز قياس بعض وحدات القياس الفيزيائية. بشكل أكثر تفصيلا، يعتبر إختيار الحرف الأول من أسماء الوحدات أو أجهزة قياسها الطريقة المتّبعة في التمثيل الرمزي لوحدات قياس المقادير الفيزيائية. ففي كلّ الحالات، يظهر أن أغلبية التّلاميذ الذين أجابوا على السؤال 7 يرون أن التعيين الرمزي لوحدات القياس تؤطره القاعدة الإصطلاحية المتمثّلة في اعتماد الحرف الأول من اسم الوحدة (نسبة إلى إسم العالم الفيزيائي أو إسم خاص) أو جهاز قياسها كما يوضحه بشكل صريح أحدهم في هذا التّبرير الشامل:

« تكون وحدات قياس المقادير الفيزيائية ممثلة بحروف مرتبطة بالعالم ذي صلة بالمجال العلمي المعني و أوضح مثال على ذلك وحدة النيوتن (N) نسبة إلى العالم Newton. كما أنها قد ترتبط باسم وحدة قياس المقدار الفيزيائي بأخذ الحرف الأول من الكلمة الممثلة للوحدة مثل وحدة الجول نرمز لها بالرمز (J). و تتعلق أيضا باسم جهاز قياس المقدار الفيزيائي مثل جهاز الفولطمتر لقياس التوتر فنرمز إلى وحدة الفولط بالرمز V نسبة إلى جهاز القياس.

كما يمكن أن نعبّر عن الحروف الممثّلة لوحدات قياس المقادير الفيزيائية بحالات أخرى. مثلا مكان إكتشاف هذا المقدار أو حادثة ما وقعت فاكتشف هذا المقدار».

على ضوء نظرة أغلبية التلاميذ المستجوبين لقواعد الترميز لوحدات القياس و التي تستند على إختيار الحرف الأول أو الحروف الأولى من أسماء هذه الوحدات باللغة الأجنبية، من المعقول القول بوجود مؤشرات دّالة على حدوث نوع من التأثير على الإطار الإدراكي للمتعلمين الخاص بطريقة التعيين الرمـزي للمقادير الفيزيائية. فبالإستناد إلى رغبتهم المنطقية - و التي يمكن تفهّمها- لتطبيـق

نفس القواعد في الترميز الحرفي الممارس في الفيزياء، نرى أن هناك نفس تصوّر أغلبية هؤلاء المتمدرسين لقواعد الترميز الحرفي لكل من وحدات القياس و المقادير الفيزيائية. فيمكن النظر إلى تضمّن تعليقات بعضهم على أمثلة تخصّ، في نفس الوقت، طريقة الترميز الحرفي لوحدات القياس و تلك المتعلّقة بالمقادير الفيزيائية كمؤشر على تماثل أو تطابق هذه القواعد الاصطلاحية. نتيجة لهذا، يبدو لنا أنه حصل تدعيم و تقوية لإدراك التلاميذ للطريقة الضمنية للترميز للمقادير الفيزيائية من خلال معرفتهم للقواعد الإصطلاحية الرسمية و الصارمة للتعيين الحرفي لوحدات القياس.

2.3 تنقيل قواعد الترميز للعناصر الكيميائية إلى مجال التعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية

على أساس أن قواعد الترميز للعناصر الكيميائية يشكّل درسا في برنامج العلوم الفيزيائية، تقدّم المعلومات الأوليّة الخاصّة بهذا الجانب للتلاميذ إبتدءا من السنة الثانية متوسط حيث يكون تفصيل هذا المحتوى الدراسي تدريجيا في السنوات اللاّحقة و بالأخصّ في السّنة الأولى من التعليم الثانوي. و عليه، انطلاقا من الطابع الرسمي لتدريس الترميز للعناصر الكيميائية لتلاميذ مرحلتي التعليم المتوسط و الثانوي، فإن الهدف المراد الوصول إليه من خلال طرح السؤال 8 على مجموعة من المتعلمين هو تقدير مدى مساهمة القواعد الاصطلاحية الرسمية لهذا الترميز الكيميائي في تقوية إدراك التلاميذ لطريقة الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية.

لأجل ذلك، فضّلنا توجيه سؤال مباشر أين طلبنا فيه من مجموعة من المتعلمين المقارنة بين طريقة التعيين الرمزي لكل من المقادير الفيزيائية و العناصر الكيميائية. فمن خلال هذه المقارنة، قد تظهر بعض الدلائل التي تسمح لنا بالحكم على مدى صحّة فرضيتنا.

السؤال 8:

في الفيزياء، نمثّل المقادير الفيزيائية بحروف.

حسب رأيك، هل يمكن القول أن هناك درجة من **التشابه** بين طريقة الترميز للمقادير الفيزيائية و طريقة الترميز للعناصر الكيميائية ؟

(ضع العلامة x في الخانة الموافقة للإجابة التي تعتبرها صحيحة)

□ نعم □ لا

برّر إجابتك و وضّحها بأمثلة.

سبق أن أوضحنا في محتوى الفصل الثالث أن الترميز للعناصر الكيميائية يخضع إلى قواعد إصطلاحية صارمة و عالمية حيث أن الإتح اد العالمي للكيمياء و لتطبيقاتها المؤسس سنة 1923 م قد

حدّد هذه القواعد بدقّة و بشكل رسمي. فعلى أساس القواعد الإصطلاحية المعتمدة، تتميّز رموز العناصر الكيميائية باستقرار و ثبات واضحين، ممّا أدى إلى نشوء نوع من اللّغة الرمزية العالمية في ميدان الكيمياء والتي برهنت التعاملات العلمية و الصناعية على فعاليتها الفائقة.

على العكس من هذا، يكون التعيين الرمزي للمقادير الفيزيائية وفق مجموعة من القواعد الضمنية المألوفة في الممارسات التنظيرية و البيداغوجية للفيزياء. ففي أحسن الحالات، صادفنا بعض التّوصيات المحلية أو الجهوية المتعلّقة باختيار رموز المقادير الفيزيائية حيث أن هذه الأخيرة تفتقر إلى قوّة الإتّفاق التي تجعل تطبيقها إلزاميا على جميع المتدخلين في مجال الفيزياء. ومنه، فإن صحّ القول بوجود إطار إصطلاحي للترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية، فهذه الإصطلاحية لن تكون إلاّ ذات طابع مبهم و مائع نتيجة غياب الجانب الإلزامي في تطبيق القواعد الموصى بها و كذلك بالنظر إلى إفتقارها إلى البعد العالمي المؤدي حتما إلى توحيد رموز المقادير الفيزيائية.

على أساس هذه الإعتبارات، يمكن القول أن طريقة التّرميز للمقادير الفيزيائية وتلك الخاصة بالتعيين الحرفي لأن كل منهما يخضع إلى إطار إصطلاحي مختلف عن الآخر. و عليه، يمثّل الإختيار (لا) الجواب المناسب على السؤال 8.

الجدول 8 : تواترات اختيار التلاميذ المستجوبين للإختيارات **نعم** و **لا** معبرا عليها بـ(%)

المستوى الدراسي	العدد	نعم	لا	إجابات ملغاة
الأولى ثانوي	44	31	11	02
%	100	**70.4**	25	04.6
الثانية ثانوي	136	94	37	05
%	100	**63.1**	27.2	03.7
الثالثة ثانوي	39	27	07	05
%	100	**69.2**	17.9	12.8

يظهر من البيانات الموضّحة في الجدول 8 أنّ أكثر من ثلثي عدد التّلاميذ المستجوبين قد اعتبروا أنه يوجد تشابه أو تماثل بين قواعد التعيين الرمزي لكلّ من المقادير الفيزيائية و العناصر الكيمائيـة.

بالمقابل، يرى ما يقارب متوسطه ربع عدد المتعلمين المفحوصين أن هناك إختلافا بين طريقة التمثيل الرمزي للمقادير الفيزيائية و تلك المؤطرة لهذه العملية في مجال الكيمياء.

نشير إلى أن الإرتفاع النسبي للإجابات الملغاة لتلاميذ مستوى الثالثة ثانوي يعود إلى وقوع 5 تلاميذ في خلط بين تشابه طريقة الترميز للمقادير الفيزيائية و للعناصر الكيميائية و تشابه الرّموز في حدّ

ذاتها. و عليه، فضّلنا إلغاء إجابات هؤلاء التلاميذ لأنه يبدو أنهم قد فهموا السؤال المطروح باعتبار مضمونه متمركز حول تشابه الرموز الحرفية لكل من المقادير الفيزيائية و العناصر الكيميائية.

تبريرات الأجوبة:

الإختيار الخاطىء (نعم):

برّرت أغلبية تلاميذ هذه الفئة إجابتهم بالتطابق «شبه الكلّي» لطريقة التّعيين الرمزي لكلّ من المقادير الفيزيائية و العناصر الكيميائية. في هذا الصّدد، اعتمادا على أمثلة توضيحية لمقارنة قواعد الترميز الحرفي لكل نوع من هذه الموجودات الخاصة بالعلوم الفيزيائية، كتب تلميذان من هذه المجموعة التبريرين النموذجيين التاليين:

« *نعم، هناك تشابه بين قواعد اختيار الحروف الممثّلة للمقادير الفيزيائية و قواعد الترميز للعناصر الكيميائية. ففي كلتي الحالتين، يتم اختيار الترميز استنادا إلى الحرف الأول من الاسم . و لكن الفرق الموجود هو أنه في قواعد الترميز للعناصر الكيمائية، يكتب الحرف بكتابة كبيرة، أما في المقادير الفيزيائية، فالرموز تكتب عادة بكتابة صغيرة* » (تلميذ من السنة الثانية).

« *حسب رأيي، يوجد هناك تشابه. إذا كان في مجال الكيمياء نرمز للعناصر بالحرف الأول، وإذا حدث تشابه، نضيف الحرف الثاني. ففي مجال الفيزياء، يحدث تشابه أيضا في أسماء المقادير و نقوم بنفس الشيء. كمثال على ذلك:*

الكيمياء: C ← الكربون، Ca ← الكالسيوم : للتفريق بينهما أضيف الحرف (a)

الفيزياء: W_e ← تحول كهربائي ، W_m ← تحويل ميكانيكي ، E_c ← طاقة حركية

E_{PP} ← طاقة ثقالية، E_{pe} ← طاقة مرونية.

إذن، التّمييز يكون بإضافة حرف آخر » (تلميذ من السنة الثانية)

لكن، بالرغم من وجود تشابه بين طريقة الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية و للعناصر الكيميائية، ترى مجموعة من تلاميذ نهاية مرحلة التعليم الثانوي أن هذا التشابه له طابع نسبي حيث تفسّر هذه النسبية بوجود بعض الإختلاف بين طريقي الترميز في كلتي الحالتين كما يبيّنه هذا التّعليق لأحد تلاميذ هذا المستوى الدراسي:

« *نعم، يمكن القول أن هناك درجة تشابه بين قواعد اختيار الحروف الممثّلة للمقادير الفيزيائية و قواعد الترميز للعناصر الكيميائية و لكن درجة التشابه هذه لا تكون عامّة فمثلا الكتلة masse نرمز لها بـm حرفها الأول من اللغة اللاتينية أما درجة الحرارة température لا نرمز لها بالحرف (t) بل بالرمز (θ)* ».

فعكس ما لاحظناه لدى فئة واسعة من المتعلمين الذّين أجابوا على السؤال 6، يبدو أن هذا التلميذ لم يدرك أن استخدام هذا الحرف اليوناني لتعيين درجة الحرارة يعود سببه إلى التوظيف المألوف للحرف (t) لتمثيل الزمن. فلتفادي تعيين أكثر من مقدار فيزيائي بنفس الحرف، جرت العادة الإستنجاد بالحرف اليوناني(θ) لتمثيل درجة الحرارة.

نشير إلى أن المزايا الناجمة عن تماثل طريقة الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية و للعناصر الكيميائية قد تطرّق إليها عدد من المتمدرسين المستجوبين حيث تتعلّق هذه الجوانب الإيجابية أساسا بتسهيل التواصل العلمي بين الفيزيائيين و الكيميائيين و تمكينهم من التعاون و العمل الجماعي من أجل تطوير العلوم الفيزيائية.

الجواب (لا):

بالرّغم من ملاحظتنا لوجود نوع من التّشتت في تّبريرات التلاميذ الذين يرون أنّه لا يوجد تشابه أو تماثل بين قواعد الترميز للمقادير الفيزيائية و تلك التي يخضع لها التعيين الحرفي للعناصر الكيميائية، إلاّ أنّنا تمكّنا من استخراج بعض التّوجهات العامّة التي اعتبرناها ذات دلالة. فمن بين الدلائل التي استند إليها هؤلاء التلاميذ، نجد التّركيز على البعد العالمي للرموز العناصر الكيميائية مقارنة بالتذبذب المسجل في اختيار الحروف الممثلة للمقادير الفيزيائية و الإستقرار المميّز لها.

فأثناء تعاملهم بالمعادلات الفيزيائية المصاغة رياضيا في تحليل الظواهر الفيزيائية أثناء تقديم الدروس في الأقسام و في حلّ التّمارين، نعتقد أن هذه الفئة من المتعلمين قد لاحظوا وجود رموزا حرفية متعدّدة لتمثيل نفس المقدار الفيزيائي. فتدعيما لهذا الإفتراض، برّر أحد تلاميذ السنة الثانية إجابته على أساس الإعتبارات السالفة الذّكر حيث كتب العليق التالي:

« *"لأن الترميز للعناصر الكيميائية يكون باعتماد الحرف الأول للاسم اللاتيني مكتوبا بشكل كبير و الحرف الثاني بكتابة صغيرة. أما في المقادير الفيزيائية، نستخدم حروفا عشوائية لا يمكن الاعتماد عليها أو التقيّد بها دائما حيث يمكن أن يكون مقدارين فيزيائين مشتركين في نفس الترميز. فمثلا (T) يقصد بها الوقت و (T) يقصد بها أيضا درجة الحرارة بالكالفن.*

أما بالنسبة للعناصر الكيميائية، فلكل عنصر ترميز خاص به. فمثلا Cl خاص بالكلور و Ca خاص بالكالسيوم ».

يتبيّن من هذا النوع من التعليقات أنّ بعض التّلاميذ قد أدركوا الغموض الناجم عن الخاصّية المائعة لطريقة الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية حيث نستشفّ من تبريراتهم درجة الإحراج التي أصيبوا بها و الصعوبات التي يتلقونها في تعاملهم مع المعادلات الفيزيائية نتيجة اللاإستقرار النسبي الملاحظ

في التعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية.

من جانب آخر، أشارت فئة أخرى من التلاميذ المفحوصين إلى نوع ثان من التّبرير حيث يرتكز هذا الأخير على اختلاف نمط الكتابة الرمزية و ذلك من خلال الاستخدام المنتظم للكتابة الكبيرة للحروف الأولى الممثّلة لرموز العناصر الكيميائية و غياب الانتظام في استعمال هذا النمط من الكتابة في حالة التعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية.

كما رأت مجموعة أخرى من التلاميذ أنّ اختلاف بنية الرموز الحرفية المستخدمة في تعيين المقادير الفيزيائية عن تركيب تلك الخاصة بالعناصر الكيمائية كدليل على عدم تماثل طريقة التمثيل الرمزي لكل من المقادير الفيزيائية و العناصر الكيميائية. بعبارة أكثر وضوحا، يعتبر هؤلاء المتمدرسين أن أغلب رموز المقادير الفيزيائية لها بنية بسيطة لأنها تتكوّن عادة من حرف واحد. أمّا أغلب رموز العناصر الكيميائية فتتكوّن من أكثر من حرف، لذلك فلها بنية مركبة.

كمثال على ذلك، كتب أحد تلاميذ السنة الثانية الفقرة التّالية:

« ... *لأنّه في العناصر الكيميائية، يكون الترميز كما يلي: عندما يكون عنصران يبدءان بنفس الحرف الأول، فإن أحد العناصر يضاف إليه حرف آخر مثل: H، He و Ag، Ar.*

أما في الصيغ الفيزيائية، فلا يكون ذلك لأن الكتلة رمزها m و الكتلة المولية رمزها M. أي أن الكتلة كتبت برمز صغير، أمّا الكتلة المولية فكتبت بحرف كبير».

إجمالا، من خلال الأنماط الثلاثة من التبريرات التي استعملها التلاميذ الذين اختاروا الجواب (لا)، نلاحظ وجود نقطة مشتركة بينهم و التي تخصّ اعتماد الحرف الأول من أسماء كل من المقادير الفيزيائية و العناصر الكيميائية. إنطلاقا من هذا، يبدو لنا أن رفض هذه الفئة من المتعلمين لوجود تشابه بين طريقة الترميز لكلّ من المقادير الفيزيائية و العناصر الكيميائية لا يفسّر حصول اختلاف جوهري في القواعد المستعملة للترميز لكليهما، و إنّما سببه يعود أساسا إلى ملاحظة هؤلاء التلاميذ لحصول نوع من التذبذب في كلّ من طريقة كتابة و في تركيب الرموز الحرفية المختارة عادة لتعيين المقادير الفيزيائية.

بشكل عام، من خلال إجابات التلاميذ على السؤالين 7 و 8، من المعقول القول بأنّ أغلبية المتعلمين المستجوبين أدركوا بشكل جلي خضوع الترميز لوحدات القياس و للعناصر الكيميائية إلى الاختيار الرسمي للحرف الأول أو للحروف الأولى من الاسم باللّغة الأجنبية لهذه الموجودات الفيزيائية و الكيميائية. فبالنظر إلى تأكيد أغلبية هؤلاء التلاميذ إلى أن الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية يخضع للطريقة الاصطلاحية المرتكزة على اختيار الحرف الأول من الاسم باللغة الأجنبية لهذه

المقادير، يبرز من تعليقاتهم أن أغلبهم يرون وجود ترابط - و حتى نوع من الوحدة القاعدية - بين طريقة التّرميز الحرفي لكلّ من المقادير فيزيائية و وحدات قياسها و العناصر الكيميائية.

فعلى ضوء ما سبق، يمكن اعتبار الترميز لوحدات القياس و للعناصر الكيميائية كعاملين من العوامل التي ساهمت في تدعيم و تقوية الإطار الادراكي للتّلاميذ لطريقة التّعيين الرمزي للمقادير الفيزيائية. بعبارة أخرى، من المعقول القول أن قاعدة اختيار الحرف الأول من الاسم باللغة الأجنبية لتمثيل المقدار الفيزيائي تشكّل لهؤلاء المتمدرسين إطارا ملائما لتوحيد إدراكهم لطريقة الترميز الحرفي لكلّ من المقادير الفيزيائية و لوحدات القياس و للعناصر الكيميائية. و عليه، نرى أنّه قد تمّ تنقيل هام للقواعد الاصطلاحية الرسمية و العالمية المؤطّرة للتعيين الرمزي لكلّ من وحدات القياس و للعناصر الكيميائية إلى ميدان الترميز للمقادير الفيزيائية. هكذا، شكّلت أغلبية التلاميذ المفحوصين إطارا تصوّريا موحّدا للترميز الحرفي للموجودات الثلاثة السابقة للعلوم الفيزيائية حيث نتصوّر أن هذا النمط الإدراكي الموحّد لطريقة الترميز الحرفي يمثّل إستراتيجية للتلاميذ لإقتصاد الجهود الذهنية المعتبرة المطلوب بذلها لتذكّر عدّة طرائق للترميز الحرفي في الفيزياء و الكيمياء.

4. مناقشة نتائج الدراسة الميدانية

في ميدان العلوم، قلنا أن الاصطلاحيات - أو الأطر الاصطلاحية- هي مقاربات جماعية محلية أو جهوية أو عالمية و التي تهدف إلى تحديد قواعد صريحة خاصة بكل من معاني المفردات المستخدمة في المجالات العلمية و طرق و وسائل تمثيل محتويات هذه العلوم. يضاف إلى هذا توحيد المقاربات المستعملة في تحليل المضامين العلمية و يتحقّق ذلك من خلال اعتماد طرائق عملية محدّدة و اختيار كميات و إتجاهات و مستويات مرجعية كمعايير للقياس.

يتمثّل الهدف الرئيسي من اعتماد مجمل الاختيارات الدلالية و العملية المتفق عليها كمضمون للأطر الاصطلاحية إلى توحيد المقاربات المستعملة في دراسة الظواهر العلمية حيث أن الاختيارات الاصطلاحية تلعب دورا هاما في التقليل من العوائق الناجمة عن تعدّد معاني المفردات حسب السياقات الموافقة لاستعمالها و تنوّع الاختيارات العملية المعتمدة في تحليل نفس الظواهر. كما تساهم هذه الاختيارات الاصطلاحية في تسهيل تبادل المعارف العلمية بين المتخصّصين في كلّ مجال علمي، ممّا يؤدي إلى إعطاء بعدا عالميا موحّدا للعلوم و ضمان تقدّما مستمرا لها.

فعلى أساس الأهمية الكبيرة للأطر الاصطلاحية الجماعية المعتّمدة، يمكن القول أن الاستعمال المنتظم لهذه القواعد المتّفق عليها له طابع إلزامي حيث ينبغي على جميع المتّدخلين في ميدان علمي ما الخضوع لها على جميع المستويات كمجالي البحث و التعليم بالأخصّ.

يظهر من إجابات التلاميذ المستجوبين في السؤالين 1 و 2 أن أكثر من نصف عددهم يملكون إدراكا جزئيا صحيحا لمفهوم الاصطلاحية في ميدان العلوم حيث أن اختيارهم للاقتراحات 2 و 3 و 4 يمثّل مؤشرا على هذا الإدراك المتوافق نسبيا مع الإطار النظري لهذا المفهوم. غير أن اعتبار نسبة مئوية ذات دلالة من أعداد هؤلاء المتعلمين أن اعتماد المعطيات العلمية كالقوانين و النظريات كجزء من محتوى مفهوم الاصطلاحية في ميدان العلوم دليل على أن إدراكهم لهذا المفهوم غير صائب بشكل كامل. بشكل أكثر تفصيل، إذا كان الاختيار السديد لأكثر من نصف عدد التلاميذ للبنود ذات الصّلة بتحديد مدلول المفردات العلمية و بأدوات التمثيل و باختيارات محدّدة كالاتجاهات و المستويات المرجعية للقياس مؤشرا لتحكّمهم الجزئي في إدراك محتوى الاصطلاحية، فإن التناقض وقع من خلال إدراج قبول و اعتماد المعطيات العلمية في مدلول الاصطلاحية.

في الواقع، بناء على أن مبدأ الاصطلاحية يعتمد على الاختيارات الحرّة التي تمّ الإتفاق عليها من بين مجموعة من الاختيارات الممكنة، فإنّ هذه الاختيارات الجماعية لا تؤثر في جوهر الظواهر المدروسة بل تساعد العلماء على تحليلها من خلال الإختيارات الواضحة و البسيطة المعتمدة.على سبيل المثال، تحقّ◌ّق إتّفاق بين الفيزيائيين على اعتبار جهة دوران عقارب السّاعة كاتجاه موجب للحركات الدّورانية. كما إتّفق الكيميائيون من جهتهم على اختيار المول المكافيء لكتلة اختيارية مقدارها 12 غرام من الكربون كوحدة أساسية لقياس كمية المادة (ذرات و جزيئات و شوارد).

في نفس الإتجاه، نسجّل أن نسبة هامّة من التّلاميذ المستجوبين قد أكّدوا على الطابع الإلزامي في تطبيق القواعد الاصطلاحية حيث فسّروا هذه الإلزامية بالأهمية الكبيرة المعطاة للقواعد الاصطلاحية في مساهمتها في تطوّر العلوم و إعطائها طابعا عالميا. فحول هذه النقطة بالتحديد، أكدّت أغلبية التّلاميذ المفحوصين أن تقدّم العلوم مرتبط بشكل أساسي بتسهيل تبادل المعطيات العلمية وذلك من خلال تفادي الغموض و الذّي لن يتحقق ، حسبهم، إلاّ عن طريق التحديد الدقيق لمعاني المفردات العلمية و توحيد الاختيارات و الممارسات المتّبعة من طرف العلماء في دراسة هذه العلوم. إضافة إلى هذا، يرى هؤلاء المتعلّمين أنّ تدريس العلوم يتطلّب توحيد هذه الاختيارات الاصطلاحية لمساعدتهم على إكتساب المعارف التي يجدونها في محتوى المراجع العلمية المحلية و الأجنبية.

فيما يخصّ التّرميز الحرفي للمقادير الفيزيائية، سبق أن استخلصنا أنه إذا كان مسموحا لنا القول بوجود إطار اصطلاحي للتعيين الحرفي لهذه المقادير، فإن هذا الأخير لن يكون إلا مبهما و ضمنيا حيث يرتكز هذا الاستنتاج على غياب قواعد صريحة و معتّمدة عالميا لاختيار الحروف الممثلة للمقادير الفيزيائية كما تدلّ على ذلك الدراسة التحليلية لعيّنة من كتب الفيزياء المنشورة خلال القرنين

18 م و19 م. فبالرغم من وجود مجموعة من التّوصيات الحديثة نسبيا المنبثقة من جهود محلية أو جهوية للتصدي للصعوبات البيداغوجية الناتجة من غموض طريقة الترميز للمقادير الفيزيائية، إلاّ أن الخاصية غير الإلزامية في تطبيق هذه التّوصيات يجعل من الإشكال مطروحا بالخصوص في تعليم محتوى العلاقات الفيزيائية المصاغة رياضيا و ادراك التلاميذ لمضامينها الفيزيائية.

في هذا الموضوع، يظهر من تحليل إجابات هؤلاء المتعلمين أن إدراكهم لهذه العملية الترميزية ترتكز على الخضوع إلى قاعدة اعتماد الحرف الأول من أسماء المقادير الفيزيائية باللغات الأجنبية (الفرنسية أو اللاتينية) حيث اعتبرت أغلبية الثانويين المستجوبين أن هذه القاعدة لها طابع رسمي و بعد عالمي. فبالنسبة لأغلبيّتهم، ينتج من تطبيق القاعدة الاصطلاحية العالمية السابقة سهولة في فهم محتوى المعادلات الفيزيائية المصاغة رياضيا في مختلف كتب الفيزياء.

فعلى ضوء إدراك التلاميذ لطريقة الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية، فإن الحروف المقترحة عليهم للتمثيل الرمزي للمقادير الفيزيائية الأربعة المعطاة لهم في السؤال 4 خضعت إلى قاعدة توافقها مع الحرف الأول لاسم بعض هذه المقادير الفيزيائية، ممّا أدّى إلى قبول بعض الحروف لتعيين مقادير فيزيائية محدّدة و رفض البعض الآخر.

بالنسبة للحروف التي تمّ رفضها كرموز لبعض المقادير الفيزيائية المقترحة عليهم، نلاحظ أن عددا هاما من هؤلاء المتعلمين قد أفصحوا على المدلول الفيزيائي المعطى لها بشكل تلقائي حيث اعتبروا أن الحرف w يمثّل عمل قوة و الحرف C يرمز للسّعة الحرارية لجسم أو لسعة مكثفة كهربائية. كما أن عدد غير مهمل من التلاميذ المفحوصين قد رفضوا تعيين درجة الحرارة بالحرف الأول (t) من اسمها لأن هذا الحرف أدركوا مدلوله تلقائيا كرمز للزمن.

في نفس الإتجاه الادراكي للمتعلمين، يعود رفض نسبة هامة من المتمدرسين المستجوبين للحرف (J) المقترح عليهم في السؤال 5 لتمثيل عزم عطالة جسم يدور حول محور إلى عدم توافق هذا الحرف مع الحرف الأول لاسم المقدار الفيزيائي: عزم العطالة. في هذه الأثناء، فإن تطبيق القاعدة الاصطلاحية للترميز للمقادير الفيزيائية باختيار الحرف الأول من أسمائها باللغة الأجنبية يخضع إلى شرط ضرورة التمييز بين المقادير الممثّلة رمزيا من خلال تجنّب استخدام نفس الحرف لتعيين أكثر من مقدار فيزيائي. وعليه، ترى فئة من هؤلاء الثّانويين أن التعيين الرمزي المألوف لعزم قوّة بالحرف (M) يستوجب تقبّل الحرف (J) لتمثيل عزم العطالة و هذا بهدف عدم الخلط بين هذين المقدارين الفيزيائيين: عزم قوة و عزم العطالة من خلال تعيينهما المحرج بنفس الرمز الحرفي.

بشكل أكثر تفصيلا، يخصّ هذا الشرط تحديدا المقادير الفيزيائية التي تبتدئ أسمائها بنفس الحرف

أين تجسّد هذا الشرط الاحتياطي في الرموز الحرفية التي اقترحتها أغلبية التلاميذ المفحوصين لتعيين المقادير الفيزيائية المعطاة لهم في السؤال 6 . بوضوح، تبيّن إجابات نسبا هامّة منهم مدى حرصهم التلاميذ على تميّيز المقادير الفيزيائية من خلال كتابة الحروف الممثّلة لها بشكل يظهر بجلاء تميزا بهدف تخصيص كل مقدار فيزيائي برمز حرفي محدّد. في هذا الإتجاه، أدى الأخذ بعين الاعتبار لقاعدة تعيّين المقادير الفيزيائية بالحرف الأول لأسمائها و ضرورة التّمييز بين الرموز الحرفية لهذه المقادير الممثّلة رمزيا إلى توظيف التلاميذ المستجوبين لإستراتيجيتين عمليتين. تتمثّل الإستراتيجية الأولى في إضافة حرف آخر إلى الحرف الأول من الكتابة باللغة الأجنبية (الفرنسية) لأسماء المقادير الفيزيائية. بهذا الشكل، تمكّن هؤلاء التلاميذ من تمييز كل مقدار فيزيائي عن الآخر حيث أن المقادير التي تبتدئ أسماؤها بنفس الحرف اللاتيني يكون الرمز الحرفي لأحدهما له بنية بسيطة و رمز المقدار الثاني يكون مركّبا من أكثر من حرف واحد.

فيما يتعلّق بالإستراتيجية الثانية المنتهجة من طرف فئة أخرى من التّلاميذ المستجوبين، فإنها تعتمد على استخدام نمط كتابة مميّز للحرف الأول لأحد أسماء المقادير الفيزيائية المبتدئة بحرف متماثل مع مقدار آخر. كمثال على ذلك، أدى اعتماد هذه الطريقة في كتابة الرموز الحرفية المختارة إلى تعيين الزمن بالحرف الأول مكتوبا كتابة صغيرة (t) و درجة الحرارة بنفس الحرف الأول من اسمه مكتوبا كتابة كبيرة (T).

بشكل إجمالي، اعتمادا على المعطيات المتحصل عليها من إجابات التلاميذ على الأسئلة الأربعة الخاصّة بادراكهم للإطار الاصطلاحي للترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية، يقتضي التمثيل الرمزي لهذه المقادير، حسب أغلبيتهم، اعتماد الحرف الأول من الاسم باللّغة الأجنبية لكلّ مقدار فيزيائي حيث أعطى التلاميذ المستجوبين لهذا الاختيار صفة قاعدة اصطلاحية عالمية ذات طابع إلزامي.

بالمقابل، ألحّت أغلبيّة هؤلاء المتعلمين على ضرورة تفادي تعيين أكثر من مقدار فيزيائي بنفس الحرف. هذا الشرط الهام الذي يخصّ أساسا المقادير الفيزيائية التي تبدأ أسماؤها بنفس الحروف اللاتينية من شأنه، حسب رأيهم، تفادي الوقوع في الغموض الحاصل من تمثيل عدّة مقادير فيزيائية بنفس الرمز الحرفي، ممّا ينتج عنه صعوبة في فهمهم لمضمون العلاقات الفيزيائية المصاغة على شكل معادلات رياضية.

من جانب آخر، باعتبار أن الترميز للمقادير الفيزيائية لا يشكّل محتوى صريح لدرس في المقرّرات الدراسية الرسمية في طوري التعليم المتوسط و الثانوي و بالنظر إلى الممارسة المألوفة لهذا النشاط الترميزي في تدريس المعادلات الفيزيائية، افترضنا وجود عوامل أخرى ذات صلة

بالترميز الحرفي الممارس في العلوم الفيزيائية أدّت إلى تدعيم و تقوية إدراك المتعلمين للطريقة

الضمنية و المبهمة للتعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية. في هذا الشأن، يظهر من تعليقات فئات واسعة من التلاميذ الذّين أجابوا على السؤالين 7 و 8 وجود تأثير بارز للقواعد المتّبعة في الترميز لكل من وحدات القياس و العناصر الكيميائية على وجهة نظرهم لطريقة التّرميز الحرفي للمقادير الفيزيائية.

فقد أوضح ما يقارب ثلاث أرباع عدد هؤلاء التلاميذ، بشكل صريح أو ضمني، في تبريرات إجاباتهم وجود تشابه بين كل من قواعد الترميز لوحدات القياس و للعناصر الكيميائية من جهة، و طريقة الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية حيث يتمثّل التّشابه المشار إليه من طرف هؤلاء الثانويين في اعتماد الحرف الأول من الأسماء باللّغة اللاتينية للمقادير الفيزيائية و لوحدات قياسها و للعناصر الكيميائية في تمثليها الرمزي. وعليه، ترى أغلبية هؤلاء المتعلّمين أن الأنواع الثلاثة من هذه الموجودات المكوّنة للعلوم الفيزيائية تخضع مبدئيا إلى نفس القواعد في الترميز الحرفي لكلّ منها.

لتفسير مجمل هذه البيانات التجريبية، يبدو أن النمط الإدراكي للتلاميذ لاصطلاحية الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية يمثّل إسقاطا منطقيا للغموض التاريخي الذي ميّز التعيين الحرفي لهذه المقادير و الذي لاحظناه في كتب الفيزياء المنشورة خلال القرنين 18 م و 19 م. في الواقع، نرى أن هناك نوعا من التنقيل لهذا الغموض التاريخي و ذلك من خلال التنقيل التعليمي لمضامين مادة الفيزياء بالاعتماد على محتويات أشهر كتب الفيزياء المنشورة خلال القرن 19 م بالأخص.

إذن، إعتمادا على هذه المعاينة التاريخية للترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية في كتب الفيزياء المنشورة خلال القرنين 18 م و 19 م، من المعقول القول بأن النمط الإدراكي للتلاميذ لطريقة التعيين الرمزي لهذه المقادير المبيّن سابقا له طابع موضوعي حيث يمكن تفسير هذه الموضوعية بانعكاس الغموض التاريخي لهذا النشاط الترميزي لغرض التشكيل الرياضي للعلاقات الفيزيائية في مجال الممارسات البيداغوجية المرتبطة بالصياغة الرياضية لهذه العلاقات.

بالإضافة إلى هذه الاعتبارات التاريخية، توجد بعض العوامل التي قد تساهم في التفسير الجزئـي و التكميلي للإشكالية المطروحة في هذا البحث و المتمحورة حول القراءة التلقائية المفخخة للحروف المستخدمة لتعيين المقادير الفيزيائية من طرف أغلبية التلاميذ و الطلبة المستجوبين سابقا. يتعلق الاعتبار التكميلي الأول بالجوانب النفس- معرفية ذات الصّلة بادراك مدلول الحروف المختارة عادة لتمثيل المقادير الفيزيائية. من هذا المنظـور، تلعب هذه الحروف دور الوسيط بين ذهن التلميذ و الخصائص المميّزة للأشياء المدلول عليها. فبناءا على دور الوساطة للحرف الممثّل للمقدار الفيزيائي، فإن إقامة علاقة محفّزة، أي غير عشوائية، بين الدّال المتمثّل في الحرف المختار لتعيين المقدار الفيزيائي و المدلول المستهدف بعملية التمثيل الرمزي من شأنها المساهمة في إلقاء بعض الضوء على إشكالية الإدراك التلقائي - غير الصائب دوما - للمحتوى الفيزيائي للرموز الحرفية

المختارة. ففي السيرورة الادراكية لمضامين المثيرات التي يتلقاها التلاميذ، يمكن التأكيد على أنّ ذاكرة المتعلّم تخزن و تسترجع بسهولة المثّيرات المتمثّلة في الحروف المختارة لتعيين المقادير الفيزيائيـة إذا كانت هناك علاقـة ما بين الدّال أي هذه الحروف و المدلول حيث ينتج من تحفيز العلاقة بين هذين القطبين من المثلث الرمزي سهولة و سرعة الكشف عن المحتويات الفيزيائية المعبّر عليها بالحروف المختارة. ففي هذه الحالة، يمكننا القول أن الرمز الحرفي الذي نبحث عن مدلوله الفيزيائي له خاصية «شفافة». إذن، إن وجود مثل هذه الشفافية من شأنها المساهمة في ضمان سهولة في إدراك مدلول الحرف المستخدم.

ومنه، نرى أن إقامة علاقة غير عشوائية بين الدّال و المدلول من خلال قاعدة الاختيار المتفق عليه للحرف اللاتيني الأول لأسماء المقادير الفيزيائية مقرونا بالاستخدام المستقر نسبيا في الممارسات التعليمية للفيزياء لنفس الحروف في الصياغة الرياضية للعلاقات الفيزيائية هو عامل مساهم في الإدراك التلقائي و شبه الآلي للمتعلمين للمحتوى الذي تدلّ عليه الرموز الحرفية المستخدمة في الكتابة الرياضية للعلاقات الفيزيائية.

فعلى عكس الخاصية الشفافة للحروف المختارة للتعيين الرمزي للمقادير الفيزيائية وفق طريقة تبني الحروف اللاتينية الأولى لأسمائها، ينتج من الاختيار العشوائي الحرّ لهذه الحروف الطابع العاتم لها نتيجة غياب أية علاقة بين الحرو المختار و المقدار الفيزيائي المستهدف بالتعيين الحرفي. على هذا الأساس، يطرح الاختيار العشوائي للرموز الحرفية للمقادير الفيزيائية صعوبات إدراكية للتلاميذ في كشفهم على المضمون الفيزيائي للرموز الحرفية التي لا تكون فيها الحروف المعتمدة بالضرورة هي الحروف الأولى لأسماء لهذه المقادير.

في نفس السياق، تؤكد المعطيات التجريبية لعلم النفس المعرفي أن الاستخدام المنتظم و الدائم لنفس المثيرات stimuli المتمثّلة، في حالتنا هذه في الحروف، يؤدي إلى نشوء إدراك مستقر لدى التلاميذ لعلاقة التمثيل التي تربط بين الحروف المستعملة و المقادير الفيزيائية المعيّنة رمزيا. على ضوء هذه الاعتبارات، فإن الاستقرار النسبي الذي يميّز رموز المقادير الفيزيائية في كتب الفيزياء لمرحلتي التعليم المتوسط و الثانوي يمكن اعتباره كعامل تقويّة للنظرة الادراكية للمتعلمين لطبيعة العلاقة الرابطة بين الحروف المختارة عادة للتعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية و أسماء هذه المقادير. فنتيجة لهذا الاستقرارالنسبي و المرحلي، يميل التلاميذ إلى قراءة آلية للمضمون الفيزيائي المستهدف بواسطة الحروف المعتمدة نتيجة قوّة التعوّد و التّكرار في تمثيلها لنفس المقادير الفيزيائية.

بالإضافة إلى هذه الاعتبارات التاريخية و النفس- معرفية، يمكن تقديم تفسير جزئيا للإدراك المحفّز، أي غير العشوائي، للحروف الاعتباطية المستخدمة في تعيين المقادير الفيزيائية اعتمادا على الخاصية

النقيّة لمفهوم الإشارة حيث نرى أن عشوائية العلاقة الرابطة بين الدّال و المدلول المكونين لوجهي مفهوم الإشارة بإمكانها أن تعطي لكل حرف من هذه الحروف قدرة مبدئية معتبرة على تعيّين العديد من المقادير الفيزيائية في آن واحد.

ففي ميدان العلوم، تعتبر هذه النّقاوة كخاصية هامّة تجعل من مفهوم الإشارة الأداة الحقيقة الملائمة لتعيين المضامين العلمية لأن التحفيز قد ينجم عنه تحجيم أو تخفيض لقدرة التعيّين للمحتويات الدلالية باستخدام أدوات دالّة غير عشوائية كالرّموز مثلا (فالون Wallon، 1970). فلمواجهة الصعوبات الإدراكية الحاصلة من عدم تحفيز الإشارة، يظهر أن أغلبية التلاميذ يلجؤون إلى وضع حدّ للقدرة المعتبرة للتّعيين الدلالي لها و ذلك عن طريق «إلصاق» خاصية التحفيز للحروف العشوائية المستعملة بشكل مألوف في التشكيل الرياضي للعلاقات الفيزيائية. إذن، رغم الطابع العشوائي، أي غير المحفز، للحروف المستعملة في تمثيل المقادير الفيزيائية، يبدو أن التلاميذ يعتبرون هذه الحروف كرموز غير اعتباطية نتيجة تصوّرهم لوجود علاقة محدّدة بين هذه الحروف و أسماء المقادير الفيزيائية المعنية بالتمثيل الرمزي لكتابة المعادلات الفيزيائية.

كتكملة للعناصر التفسيرية التي أشرنا إليها سابقا، يمكن إقتراح تفسيرا جزئيا إضافيا للإنزلاق الدلالي الحاصل في الطبيعة الدلالية للحروف المختارة لتمثيل المقادير الفيزيائية الذي لاحظناه لدى أغلبية التلاميذ المفحوصين سابقا من خلال قراءتهم التلقائية لهذه الحروف حيث يرتكز هذا العامل على فكرة التلاؤم الكامل لمفهوم الرّمز للتّعبير عن تّصورات الأفراد ذات الصّلة بجوانب الواقع المعاش (بياجي Piaget، 1970). في هذا الإتّجاه، بالنّظر إلى أنّ الإشارة هي أداة للتّعيين الجماعي غير المشخّص للمضامين، فإن إدراك مدلول هذه الإشارات يتطلّب بذل التّلاميذ لجهود تجريدية معتبرة حيث لتفادي بذل المتعلمين للكثير من الجهود الفكرية نتيجة الرغبة الطبيعية لهم لإقتصاد هذه الجهود، يلجأ هؤلاء المتمدرسين إلى إقامة علاقة تحفيز بين الإشارة، أي الحرف الدال، و المدلول المستهدف أي المقدار الفيزيائي.

في الحقيقة، يرى ليفي- لوبلان Lévy- Leblond (1998) أن الإدراك التلقائي للتلاميذ لمضمون الرموز الحرفية المختارة عادة لتعيين المقادير الفيزيائية قابل للمقارنة مع موقف الفيزيائيين عند تعاملهم مع هذه الرّموز الحرفية حيث يميلون إلى تشكيل «علاقة كينونة» بين هذه الحروف التي تعوّدوا على ستخدامها في المعادلات الفيزيائية و المقادير المعيّنة رمزيا في هذه العبارات الرّياضية. غير أن مضمون هذه الرّموز لا تطرح إشكالا للفيزيائيين لأنّ هؤلاء المتخصّصين في الفيزياء، بعكس التلاميذ، يملكون الوسائل المفهوماتية الضرورية للكشف عن مدلول الرموز الحرفية المبهمة التي قد يصادفونها أثناء تعاملهم بالعلاقات الجبرية للفيزياء. فمن بين الطرائق التي بمقدور الفيزيائي تعبئتها،

نجد أسلوب التحليل البعدي الذي يسمح له بتحديد المضمون الفيزيائي للحروف المبهمة الدلالة و ذلك عن طريق الكشف عن وحدة قياس الرسمية للمقدار الفيزيائي الممثّل بالرمز الحرفي الغامض.

بالنسبة للتّلاميذ، غالبا ما تكون هذه الكفاءة غير متوفّرة عندهم، ممّا يفرض التفكير في الإجراءات المناسبة لمساعدتهم على تجاوز الصعوبات الناجمة عن إدراكهم التلقائي و المخادع لمدلول هذه الرموز الحرفية و ما ينجرّ عن ذلك من عواقب على نوعية فهمهم لمحتوى العلاقات الفيزيائية المصاغة على شكل معادلات رياضية.

خاتمـة

إنطلاقا من تقديمها كمبرّر جزئي لقراءتهم التلقائية لمدلول رموز المقادير الفيزيائية، يظهر من نتائج الدراسة الميدانية أن أغلب التّلاميذ المستجوبين ينظرون إلى مفهوم الإصطلاحية في ميدان العلوم كمجموعة اختيارات جماعية ذات علاقة بكلّ من معاني المفردات العلمية و وسائل التمثّيل لمكوّنات هذه العلوم و كذا تبنّي إختيارات محدّدة في المقاربات المستخدمة في دراسة المحتويات العلمية.

غير أن تصوّرهم لهذا المفهوم غير دقيق نتيجة خلطهم بين الاختيارات الحرّة المتفق عليها و اعتماد المعطيات العلمية كالقوانين و التي لا تدخل في سياق هذا الاختيار لارتباطها الموضوعي مع الظواهر المدروسة و بالتالي استقلاليتها التّامة عن الأطر الاصطلاحيةّ. كما أنّ أغلبية هؤلاء المتعلمين يرون أن الحاجة إلى تسهيل التواصل العلمي يقتضي بالضرورة إلزامية تطبيق الاختيارات المتّفق عليها، ممّا يجعل من مفهوم الاصطلاحية إستراتيجية جماعية ذات أهمية كبيرة في التطوّر الدّائم للعلوم.

فيما يتعلّق بقواعد التّرميز الحرفي للمقادير الفيزيائية، يعتبر أغلب المتعلمين المستجوبين أن هذه العملية تتمّ وفق طريقة اصطلاحية عالمية و التي تقتضي، من جهة، اعتماد الحروف اللاتينية الأولى لأسماء المقادير الفيزيائية لتعيينها رمزيا و من جهة أخرى، ضرورة التّمييز بين هذه المقادير من خلال تمثيل كلّ مقدار فيزيائي برمز حرفي وحيدّ و معيّن. يخصّ هذا الشرط تحديدا المقادير الفيزيائية التي تبدؤ أسماؤها باللّغة الأجنبية بنفس الحرف.

فلتحقيق هذا الهدف، أشارت أغلبية التّلاميذ المفحوصين إلى إمكانية استخدام إحدى الإستراتيجيتين التّاليتين: إمّا إضافة حرف ثان للحرف الأول في الترميز كرمز لأحدى المقاديـر التي تبتدئ أسماؤها بحروف متماثلة أو الاكتفاء باعتماد الحرف الأول من اسم كل منهما، لكن بشرط كتابة كلّ منهما بنمط تخطيطي مختلف: كتابة صغيرة و أخرى كبيرة.

فبالنّظر إلى الطابع الضّمني الذّي يسود التّعيين الرمزي للمقادير الفيزيائية في كتب الفيزياء و في ممارساتها التّعليمية، يظهر من إجابات أغلبية التّلاميذ المستجوبين وجود عوامل تدعيم لإدراكهم للإطـار الاصطلاحي للترميـز للمقادير الفيزيائية حيث تتمثّل هذه العوامـل في القواعد الصّريحة

و الرّسمية المستخدمة في الترميز الحرفي المستخدم في العلوم الفيزيائية لتعيين كل من وحدات القياس و العناصر الكيميائية. فمن خلال تبريرات أغلبية هؤلاء التّلاميذ، نرى مؤشرات دالّة على وجود إطار إدراكي موحّد لقواعد الترميز الحرفي في الفيزياء والكيمياء لدى نسبا كبيرة من هؤلاء الثانويين حيث يبدو لنا أنّ الطّابع المكشوف و الرسمي للتّعيين الرمزي لوحدات القياس و للعناصر الكيميائية له تأثير واضح في إعطاء أغلبية المتعلمين المستجوبين صفة القواعد الاصطلاحية العالمية للطريقة الضمنية و غير الصارمة المستخدمة عادة في التمثيل الحرفي للمقادير الفيزيائية.

إضافة إلى هذه العوامل ذات الصّلة بالتّرميز الحرفي في تدريس الفيزياء لغرض الصياغة الرياضية للعلاقات الفيزيائية، يمكن القول أنه توجد عوامل إضافية أخرى مساهمة في تدعيم الإدراك التلقائي لمضمون الحروف العشوائية المستعملة في تعيين المقادير الفيزيائية. بشكل أساسي، تتعلّق هذه العوامل، من جهة، بقوّة التعوّد في تأسيسهم لعلاقة وطيدة بين الدّال أي الرمز الحرفي و المدلول الفيزيائي المستهدف نتيجة الانتظام النسبي و الظاهري في اختيار نفس الرموز في الممارسات التعليمية الخاصة بالنمذجة الرياضية للقوانين و للتعاريف الفيزيائية و من جهة أخرى، في تلاؤم مفهوم الرمز المحفز للتعبير على التصورات الشخصية للتلاميذ مقارنة بالتجريد المعتبر لمفهوم الإشارة العشوائية و ما ينتج عن ذلك من صعوبات في الكشف عن مضمونها الدّلالي.

أمام هذه الصّعوبات التّعليمية و في إطار محاولة مساعدة التلاميذ على تجاوزها، نقدّم في الفصل التالي المعطيات المنهجية و التجريبية المتعلّقة بالتّجريب التعليمي المنجز لهذا الغرض.

الفصل السادس:

التجريب التعليمي: الجوانب المنهجية و تحليل النتائج

تمهيد

1. ضبط محتوى التجريب التعليمي

1.1 تواجد الترميز للمقادير الفيزيائية في الكتب المدرسية لمرحلة التعليم المتوسط

2.1 مخطط الأنشطة

2. الظروف المحيطة بتنفيذ التجريب التعليمي

3. وصف مراحل تنفيذ المحتوى التعليمي المبرمج و نتائجه

1.3 تقديم إشكالية عدم صرامة قواعد اختيار الترميز للمقادير الفيزيائية

2.3 توظيف الاستبيان و فرز إجابات التلاميذ

3.3 النقاش المتناقض

4.3 تمحيص صلاحية إجابات التلاميذ

5.3 التحليل البعدي و تحديد المحتوى الفيزيائي المعبر عليه برموز كبهمة

4. التقييم النهائي للتجريب التعليمي

1.4 طريقة التقييم

2.4 نتائج التقييم

1.2.4 مقارنة إجابات تلاميذ المجموعتين التجريبية و الشاهدة

- الترميز الحرفي لشدة التيار الكهربائي

- الكشف عن المحتوى الفيزيائي المعبر عليه برمز مبهم

2.2.4 تقييم الأستاذان للتجريب التعليمي

خاتمة

تمهيـد:

يمثّل التجريب التّعليمي الذي أنجزناه إستلزاما لنتائج التحليل الدلالي و التاريخي للتّرميز الحرفي للمقادير الفيزيائية حيث أنّه يهدف إلى تقديم العناصر المعرفية الأوّلية لإبستمولوجية التّعيين الرمزي لهذه المقادير. في هذا الإطار، ننظر إلى هذا العمل التطبيقي كمحاولة متواضعة للتّكفل المبكّر بالصعوبات الناتجة من القراءة التلقائية لمدلول الرموز الحرفية للمقادير الفيزيائية بالنظر إلى غموض طريقة الترميز لهذه المقادير في مختلف أطوار تعليم الفيزياء.

في هذا العمل التطبيقي، إعتمدنا على المقاربة البنيويّة التي ترتكز أساسا على مساهمة التلاميذ في بناء معارفهم و تمحيص مدى قدرة مكتسباتهم القبلية على تفسير الإشكاليات المطروحة عليهم و بالتّالي يمكنهم إعادة تشكيل معارفهم و تصوراتهم الخاطئة (جوزييا و دوبان Johsua et Dupin، 1987/ تيبرغين و آخرون .Tiberghien et al ، 1995/ روبردي Robardet، 2001).

يهدف الشقّ الأوّل من هذا النّشاط التجريبي إلى تمكين التّلاميذ من اكتساب معارف أساسية حول عدم تحفيز - أي عشوائية - الرّموزالحرفية المستخدمة في تعيّين المقادير الفيزيائية من جهة، و إلى الاطّلاع على الخاصيّة غير الصارمة و الغامضة لطريقة الترميز للمقادير الفيزيائية من جهة أخرى. في هذا الشأن، نرى أنّ إكتساب التّلاميذ لهذه المعارف الأولية من شأنه تمكينهم من التميّز بدرجة من الاحتياط و الحذر في إدراكهم للمدلول الفيزيائي للرموز الحرفية المستعملة في التعبير على العلاقات الفيزيائية على شكل معادلات رمزية، ممّا يؤدي حتما إلى التخلّص النّسبي من التأثير السلبي للقراءة التلقائية المباشرة و المفخخة عادة لمضمون هذه الرموز الحرفية.

في نفس الإتجاه، يتعلّق الشقّ الثاني من هذا التجريب التعليمي إلى إعطاء هؤلاء المتعلمين بعض الأدوات التي تسمح لهم بالكشف عن المدلول الفيزيائي لحرف مبهم نتيجة احتمال عدم التّعريف الدّقيق لمضمونه الفيزيائي أو استعماله للتّعبير على مقدار فيزيائي مغاير للسياق المتعوّد استخدامه فيه. تحديدا، يخصّ الأمر تمكين التلاميذ من توظيف التّحليل البّعدي للمعادلات الفيزيائية التي تسمح لهم بالتّعرف على طبيعة المقدار الفيزيائي الممثّل بالحرف المبهم من خلال تحديد وحدة قياسه الرّسمية.

على أساس الأهداف المسطّرة، يتضمّن محتوى التّجريب التعليمي درس نظري و حصّة تطبيقية حيث يتعلّق مضمون الدرس بالجوانب الابستمولوجية و الدّلالية الخاصة بالتّرميز للمقادير الفيزيائية. فيما يخصّ الحصة التطبيقية، فهي ترتكز على إنجاز مجموعة من التمارين البسيطة التي تتمحور حول استخدام طريقة التحليل البعدي للكشف عن المدلول الفيزيائي لرموز غير معرّفة موجودة في عبارات رمزية ذات شكل رياضي.

من المهم أن نوضّح أن هذا العمل التجريبي موجّه إلى تلاميذ جزائريين منتمين إلى مرحلة التعليم المتوسط و التي تمتّد على مدة 4 سنوات. ففي هذا الطور الدراسي، تتضمّن مادة العلوم الفيزيائية و التكنولوجيا جوانب أساسية للعلوم الفيزيائية وعناصر أخرى ذات طابع تكنولوجي.

تتكوّن العيّنة التجريبية من قسمين من تلاميذ السنة الثالثة من التعليم المتوسط حيث أن أعمارهم محصورة بين 14 و 15 سنة حيث ينتمي هؤلاء التلاميذ إلى مؤسستين تربويتين: متوسطتي الشهيدين عقاب عبد الله و دواجي علي الواقعتين بمركز بلدية تيزي نبشار ولاية سطيف بعدد إجمالي يساوي 64 تلميذا. كما أنّه تمّ إنجاز التجريب التّعليمي خلال الأسبوع الأخير من شهر نوفمبر 2010 م.

في التّصميم التّجريبي المتّبع، استخدمنا مجموعة شاهدة أو ضابطة مؤلّفة من تلاميذ فوجين تربويين لنفس المستوى الدراسي و ينتمي كل فوج إلى إحدى المؤسستين التربويتين السابقتين. يهدف تبنّي هذا النوع من التصميم التجريبي إلى الحصول على فكرة على مدى التأثير و التغيّر المحتمل في وجهة نظر فئة التلاميذ التجريبيين الذي قد ينتج من تقديم المحتوى التعليمي لهم و ذلك مقارنة بنظرائهم في المجموعة الشّاهدة.

نشير إلى أن اختيار مستوى السنة الثالثة لم يكن عشوائيا حيث يبّرر هذا الاختيار برغبتنا في أن يكون التلاميذ المستهدفين لديهم فكرة مسبقة حول استخدام الحروف لتمثيل المقادير الفيزيائية من خلال تعوّدهم على التّعبير على بعض العلاقات الفيزيائية بمعادلات رمزية. فعلى هذا الأساس، تجنّبنا إنجاز هذا العمل مع تلاميذ السنة الأولى والثانية متوسط نظرا لمحدودية تعاملهم بالمعادلات الفيزيائية. كما فضّلنا تجنّب أقسام السنة الرابعة و ذلك يعود إلى صعوبات ذات صلة بكثافة مقرّراتهم الدراسية حيث ينبغي إنهاء كلّ الدروس المبرمجة لإجراء التلاميذ لإمتحان نهائي هام للانتقال إلى مرحلة التعليم الثانوي.

قبل تقديم النتائج المتحصّل عليها عن طريق تقيّيم المكتّسبات المعرفية الجديدة لتلاميذ الفوجين التجريبيين، نكشف بداية عن المحتوى التفصيلي للتجريب التعليمي المنجز و الشروط المنهجية التي خضعنا إليها خلال إنجاز هذا العمل التطبيقي.

1. ضبط محتوى التجريب التعليمي

1.1 تواجد الترميز للمقادير الفيزيائية في الكتب المدرسية لمرحلة التعليم المتوسط

من خلال تصفّحنا للكتّب المدرسية للعلوم الفيزيائية و التكنولوجيا لطور التعليم المتوسط، نلاحظ استخدام الحروف اللاتينية في تعيين المقادير الفيزيائية المدروسة في برامج هذا الطور والتي بواسطتها تمّت الصياغة الرياضية لمجموعة من العلاقات الفيزيائية التي شكّلت موضوع دراسة في

محتويات هذه الكتّب. في بعض الحالات، صاحب هذا الترميز الحرفي استعمال الحروف، بالكتابة العربية، للمقادير الفيزيائية التي سبق تمثيلها بحروف اللّغة الأجنبية.

في الجدول التالي، نقدّم موجزا لتواجد الترميز للمقادير الفيزيائية في الكتب المدرسية المفحوصة بدلالة الوحدات الدراسية.

الجدول 9: قائمة لأهم المقادير الفيزيائية المعينة رمزيا في الكتب المدرسية بدلالة المستويات الدراسية

المستوى الدراسي	الوحدات الدراسية	المقادير الفيزيائية المعيّنة رمزيا
1 متوسط	قياس الكتل والحجوم	الحجم ح V، الكتلة ك m، درجة الحرارة د t
	تركيب الدارة الكهربائية	المقاومة الكهربائية م R
2 متوسط	بنية المادة	نصف قطر الذرة R ، البعد D
	الحركة	السرعة v، اللحظة الزمنية t
3 متوسط	التحولات الطاقوية	الطاقة المرونية Epe، الطاقة الكامنة الثقلية Epp الطاقة الداخلية Ei، تحويل ميكانيكي W تحويل كهربائي We، تحويل حراري Q تحويل إشعاعي Er، الاستطاعة P
	التوتر و التيار الكهربائي	التوتر الكهربائي U، شدة التيار الكهربائي I، مقاومة كهربائية R، القوة المحركة الكهربائية ع
4 متوسط	القوة	الكتلة m، تمدد النابض x، الثقل p، الجاذبية g، مساحة s
	الضوء الهندسي	زاوية السقوط i، زاوية الإنكسار r، نصف قطر إنحناء المرآة R .

في هدا الجدول، نلاحظ وجود الرموز الحرفية لعدد من المقادير الفيزيائية في محتويات البرامج الدراسية لطور التعليم المتوسط. كما نشير إلى استخدام أيضا الحروف لتمثيل مجموعة من وحدات قياس المقادير الفيزيائية السابقة بإعطاء رمز كل وحدة بالكتابتين العربية و اللاتينية.

2.1 مخطط الأنشطة

يشمل التجريب التعليمي على حصّتين: درس نظري مدّته ساعتين، متبوعا بحصّة تطبيقات مدّتها ساعة واحدة. تمّ تصميم الدرس على أساس المقاربة البنائية و التي تستدعي وضع التّلاميذ في مركز النّشاط المبرمج و ذلك لتمكينهم من المساهمة الفعّالة في بناء معارفهم من خلال مواجهتهم لوضعيات

إشكالية أين يختبرون فيها قدرة مكتّسباتهم المعرفية القبليّة على حلّ الإشكاليات المطروحة عليهم.

يتمثّل مخطط درس التّرميز للمقادير الفيزيائية في المرور عبر الخطوات المتتالية التالية:

- تقديم إشكالية غموض طريقة إختيار رموز المقادير الفيزيائية بعد التذكير بمفهوم المقدار الفيزيائي و بضرورة الترميز له بحرف لصياغة العلاقات الفيزيائية على شكل معادلات رياضية.
- إستجواب التّلاميذ عن إشكالية الترميز للمقادير الفيزيائية و ذلك من خلال تمرير استبيان- أداة كتابي يحتوي على وضعية- إشكالية واحدة.
- فرز الأجوبة من طرف تلاميذ متطوعين.
- الإنطلاق في نقاش مفتوح بهدف تبرير التلاميذ لإجاباتهم حيث يشرف الأستاذ على إدارة المناقشات بين التلاميذ.
- البحث عن إجابة مشتركة بين التلاميذ أي محاولة التوصّل إلى إجماع لحلّ الإشكالية المطروحة.
- تمحيص إجابات التلاميذ من خلال الإجابة الصحيحة على السؤال المطروح في الاستبيان.
- تقديم توضيح نظري حول غموض طريقة الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية.
- تزويد التلاميذ بطريقة الكشف عن المحتوى الفيزيائي لرمز حرفي غير معرّف أو مبهم موجود في علاقة فيزيائية مصاغة بشكل رياضي باستعمال التحليل البعدي.

أمّا الحصة الثانية فخصّصت لإنجاز مجموعة من التمارين البسيطة المرتكزة حول استخدام التحليل البعدي للكشف على المدلول الفيزيائي لرموز حرفية مبهمة موجودة في معادلات فيزيائية معطاة.

2. الظروف المحيطة بتنفيذ التجريب التعليمي

تمّ استغلال الحصتين الأسبوعيتين الرسميتين لمادة العلوم الفيزيائية و التكنولوجيا لكل من قسم 3 م6 و 3 م4 لإنجاز الدرس و حصّة التطبيقات حيث قام بتقديم محتوى هذا التجريب التعليمي الأستاذ المشرف على هذه المادة الدراسية المسند له الفوج التربوي المعني بهذا العمل التجريبي.

بداية، إستفاد هذان الأستاذان بشكل إنفرادي من تكوين تمهيدي بهدف التحضير لإنجاز هذا التجريب التعليمي حيث خصّ هذا التكوين جانبين أساسيين هما: العناصر المعرفية المتعلقة بإبستمولوجية الترميز للمقادير الفيزيائية و الجوانب المنهجية التي ينبغي التقيّد بها أثناء تقديم المحتوى المبرمج.

فيما يتعلّق بالجانب الأول، تركّز تحضير الأستاذين على إشكالية غموض طريقة التّمثيل الرمزي للمقادير الفيزيائية بالمقارنة مع وضوح و صرامة قواعد اختيار الحروف الممثّلة لكلّ من وحدات القياس و العناصر الكيميائية. فبتركيزنا على الأبعاد الإبستمولوجية والدلالية للحروف المستعملة عادة

في التعبير الرياضي على العلاقات الفيزيائية، لاحظنا بروز بعض علامات الذّهول على وجهي الأستاذين المكلّفين بتقديم محتوى هذا العمل التجريبي لأنّهما قد لاحظا تناقضا بين الغموض المؤسساتي لطريقة الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية مع الصرامة الظاهرية المحسوس بها من طرف الأساتذة في التعامل مع الرموز الحرفية المستعملة عادة في الصّياغة الرياضية للعلاقات الفيزيائية في الكتب المدرسية للعلوم الفيزيائية و التكنولوجية لطور التعليم المتوسط و التي تعطي لهم انطباعا «مغالطا» بوجود قواعد إختيار رسمية و عالمية لهذه الرموز.

فيما يخص الجانب الثاني الذي ارتكز عليه تحضير الأستاذين لتقديم الدرس و الحصة التطبيقية، فتعلّق مضمونه بالجانب المنهجي حيث أكّدنا لهما على ضرورة إتباع الخطوات المنهجية المبيّنة أعلاه في مخطط الأنشطة متبوعا بمجموعة من التّعليمات التّي من شأنها ضمان التنفيذ المناسب لهذا النشاط التربوي. لهذا الغرض، وضعنا في متناول كل أستـاذ بطاقة تشمل محتوى الدرس بمختلـف مراحله و حلول التّمارين الخاصة بالحصّة التّطبيقية (الملحق 2). كما زوّدنا كلّ منهما ببطاقة توجيهية تشمل بعض التدابير التي ينبغي اللّجوء إليها لتجاوز الصّعوبات المحتملة في تنفيذ هذه الحصة التعليمية (الملحق 3) حيث أنّ أهمّية هذه التّوجيهات تكمن في أنّ مثل هذه الحصص التجريبية تتطلّب ضبط مهمّة الأستاذ بإعطائه دور منشّط وموجّه للنقاش في القسم.

في هذا الإطار، أكّدنا للأستاذين أنّ دورهما الرئيسي يتمثّل في حثّ التّلاميذ على الدّفاع على إجاباتهم و ذلك بتبريرها بشكل موضوعي بحيث من الضروري أن يستغرق النقاش مدة زمنية كافية للسّماح لأغلبية التلاميذ بالتّدخل للإثراء و للمساهمة في اقتراح الحلول الممكنة للإشكالية المطروحة في الاستبيـان و إعطاؤهم الفرصة لاحتمال مراجعـة إختياراتهم الخاصة بطريقة التّعيين الرمزي للمقادير الفيزيائية.

3. وصف مراحل تنفيذ المحتوى التعليمي المبرمج و نتائجه

1.3 تقديم إشكالية عدم صرامة طريقة الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية

بعد تقديم تذكير حول مفهوم المقدار الفيزيائي متبوعا بإعطاء عدّة أمثلة توضيحية، تعرّض كل أستاذ إلى ضرورة تعيّين المقادير الفيزيائية بحروف و برّر هذه العملية بالحاجة إلى صياغة العلاقات الفيزيائية على شكل معادلات رمزية حيث تسمح هذه العلاقات الرمزية بالدراسة الكمية للعلاقات بين المقادير الفيزيائية و بالتالي يمكّننا من تحقيق فهم أدّق للظواهر الفيزيائية.

ختم الأستاذ هذا التمهيد للدّرس بطرح التساؤل الجوهري حول ماهية الطريقة التي تختار على أساسها الحروف الممثّلة للمقادير الفيزيائية.

2.3 توظيف الاستبيان و فرز إجابات التلاميذ

للإجابة على التساؤل المطروح، طلب كل أستـاذ من تلاميذته ملأ الاستبيان الكتابي المكوّن من سؤال واحد حيث وضّح لهم أنّ الإجابات تكون فردية ودون تسمية و ألحّ على تبريرها الواضح قدر الإمكان.

يتمثّل محتوى الاستبيان- الأداة المستخدم في هذا العمل التجريبي في الوضعية الإشكالية التالية:

على مسار مستقيم، يقوم متحرّك بقطع مسافات متساوية خلال نفس الأزمنة. تعرّف سرعة المتحرك بنسبة المسافات المقطوعة إلى الأزمنة المستغرقة لقطع هذه المسافات.

لدينا العبارتان التّاليتان :

العبارة (1) $v = s/t$ **العبارة (2)** $v = d/t$

حيث: الحرف (v) يرمز إلى السرعة، وحدة قياسها المتر/ الثانية

الحرف (t) يرمز إلى المدّة الزمنية المستغرقة، وحدة قياسها الثانية.

من بين الاقتراحات التّالية، ما هو الاقتراح (واحد فقط) الذي يبدو لك صحيحا

(ضع العلامة x في الخانة الموافقة للاقتراح المختار)

أ - □ يمكن إستخدام كلّ من العبارتين 1 و 2 للتّعبير على سرعة المتحرك.

ب - □ يمكن إستخدام إحدى العبارتين فقط للتّعبير على سرعة المتحرك. ما هي هذه العبارة ؟

جـ - □ لا يمكن إستخدام كلتّي العبارتين 1 و 2 للتّعبير على سرعة المتحرك.

برّر إجابتك.

بالنسبة لكلّ فوج تربوي تجريبي، قام ثلاثة تلاميذ متطوعين بفرز إجابات زملائهم و كتبوا التكرارات على السبورة حيث تحصّلنا على النتائج المبيّنة في الجدول 10.

الجدول 10: تواترات اختيار التلاميذ للاقتراحات معبرا عليها بـ (%)

الأفواج التربوية	العدد	الاقتراح أ	الاقتراح ب	الاقتراح جـ
3 م 6	39	03	31	05
%	100	07,7	**79,5**	12,7
3 م 4	25	03	14	08
%	100	12	**56**	32

بداية، من الجدير أن نشير إلى أن عملية فرز الإجابات المختارة من طرف تلاميذ كل قسم قد أثارت و بشكل واضح إنتباه هؤلاء التلاميذ. في هذا الشأن، يبدو أن البروز التدريجي لثلاث فئات من الإجابات قد أدّى إلى إثارة نوع من الإستغراب لدى أغلبية هؤلاء المتعلمين.

عمليا، سهّل هذا التنوّع في اختيار التلاميذ للإجابات مهمّة الأستاذين المشرفين على تقديم هذا العمل و مهّد لكل منهما الظروف المواتية لخلق جوّ من الحماس والتنافس بين الفئات الثلاثة من التلاميذ المستجوبين.

بشكل تفصيلي، فرغم تعدّد إختيار التّلاميذ للاقتراحات المعطاة في الاستبيان، إلاّ أن تبنّي الاقتراح ب كان بأغلبية هؤلاء المتمدرسين حيث أنّه من مجموع 45 تلميذا الذّين إختاروا الاقتراح ب، أحصينا 39 فردا الذّين اعتبروا أن العبارة 2 أي ($v = s/t$) مناسبة للتّعبير على قانون السرعة الخاصة بالحركة المستقيمة المنتظمة. و عليه، فاختيار العبارة 1 ($v= d/t$) لم يحصل إلاّ من طرف 6 تلاميذ فقط من مجموع تلاميذ القسمين التجريبيين.

فلتحقيق نوع من التّوازن في إختيار الاقتراحات السابقة و لإعطاء مزيدا من الديناميكية للنّقاش المرتقب، طلب الأستاذ المشرف على كلّ حصّة منّا - أي الباحث الحاضر في القسم للملاحظة - إعطاء وجهة نظرنا الخاصّة بالسؤال المطروح في الاستبيان الكتابي. قبل الإدلاء برأيّنا المنصبّ على إختيار الاقتراح أ، لاحظنا على وجوه الكثير من تلاميذ القسمين التجريبيين علامات انتباه فائق وترقّب لوجهة النّظر التي سنعطيها له. في هذه الظّروف الحسّاسة، لكي نضمن نوع من الحياد في الرأي المطلوب منّا و لتفادي المساهمة في غلق النقاش المنتظر، قمنا بتبرير اختيارنا للاقتراح أ على أساس رغبتنا في مساندة الأقلية من التلاميذ الذين وقع اختيارهم على هذا الاقتراح حيث تبيّن لنا

لاحقا أن اختيارنا للاقتراح أ قد ساهم، بشكل أو بآخر، في مشاركة عدد معتبر من التلاميذ في النقاش وتبريرهم لاختيارهم للاقتراح ب بالأخص و ذلك محاولة من تلاميذ هذه الفئة رفع التحدّي و إظهار أن إختيارهم بالأغلبية لهذه الإجابة هو دليل على صحّتها.

3.3 مرحلة النّقاش المتناقض

بعد إشارة الأستاذ إلى بعض القواعد التنظيمية المطلوب مراعاتها في إجراء النقاش ، بدأ التلاميذ في طلب التّدخلات التّي استغرقت فترة زمنية قاربت 40 دقيقة في كل قسم.

على سبيل المثال لا الحصر، نتعرّض لبعض التّعليقات و ردود الأفعال المسجّلة التي ميّزت الحوار الذي دار أساسا بين عدد معتبر من تلاميذ كلّ قسم تجريبي مع الإشارة إلى أنّ إختيار بعض هذه التّبريرات كان حسب درجة قوّة دلالتها.

كما أنّه من خلال مضمون بعض هذه المقتطفات، نريد التوضيح ولو جزئيا للديناميكية التي سادت المناقشات بين تلاميذ هذين القسمين و بالأخص قسم 3 م 6.

بداية، أحد التّلاميذ الذّين اختاروا العبارة v=s/t التي تضمنها الاقتراح ب تدخّل لتبرير إجابته قائلا:

« العبارة v=s/t صحيحة لأن المسافة المقطوعة لا نمثّلها بالحرف d ».

على الفور، علّق تلميذ آخر على تدخّل زميله بالتأكيد على أنّ:

« العبارة v=s/t صحيحة لأن العبارة 2 لا تمثّل السرعة لأن (d) !»(توقّف وبروز علامات إستغراب).

بعده مباشرة، توقّف التلاميذ عن طلب التدخّلات، ممّا دفعنا لمحاولة بعث النقاش من جديد حيث سعينا للكشف على ما يخيفه استغراب هذا التلميذ. تقدّمنا بالتّعليق التّالي بعد الإستئذان من الأستاذ المشرف على هذه الحصّة التعليمية:

« لماذا ؟ أين هو الإشكال إذا استعمال هذا الحرف لتمثيل المسافة ؟ ».

تفاديا للإجابة على هذا السؤال، كان الرّد الفوري لهذا التلميذ على شكل سؤال:

« هل بإمكانكم التوضيح لنا لماذا إخترتم الاقتراح أ ؟ ».

كان ردّنا بالإيجاب، لكن فضّلنا تأجيل الإفصاح عن تبرير إختيارنا للاقتراح أ إلى وقت لاحق وهذا لترك الحوار مفتوحا ولإعطاء الفرصة لأكبر عدد من التلاميذ للتّدخل.

في نفس الاتجاه، تلميذ ثالث أخذ الكلمة للدّفاع على اختياره للعبارة v=s/t حيث أنّه أوضح أن:

« الحرف (s) هو الحرف الأول لاسم بالفرنسية يدّل على المسافة ».

فتحت هذه الحجّة المجال لتلميذ رابع لتقديم التّعليق التالي كتكملة لفكرة زميله و كمساندة له:

« في التّرميز، نختار الحرف الأول من الاسم باللغة الفرنسية للمقدار الفيزيائي المعني. بالنسبة للمسافة، الحرف الأول الموافق هو(s) ».

في إتجاه معاكس لسيطرة تدخّلات التلاميذ الذين اختاروا الصيغة (1) للتعبير على معادلة الحركة المستقيمة المنتظمة، تدخل تلميذ آخر لنقد فكرة تلاؤم الحرف (s) للتّعبير على المسافة . فبالنسبة لهذا المتمدرس، العبارة الحرفية v=s/t غير ملائمة للتّعبير على العلاقة الفيزيائية للحركة المستقيمة المنتظمة لأنّ: *«الحرف (s) يدّل على مساحة ».*

من خلال إيماءاتهم، لاحظنا أنّ هذه الحجّة قد لاقت قبول مجموعة من التّلاميذ حيث استغل تلميذ آخر من الفئة التي لم يختاروا الاقتراح ب التناقض الملاحظ في مدى تلاؤم الحرف (s) للتّعبير على المسافة أو المساحة، فتقدّم بدوره بالانتقاد التالي:

« لا يمكن لنفس الحرف أن يمثّل مقدارين فيزيائيين مختلفين: المساحة والمسافة ! ».

بلا تردّد، وجد أحدّ التلاميذ المدافعين على تلاؤم العبارة v=s/t للتعبير على معادلة الحركة المستقيمة المنتظمة مخرجا من «المأزق» الناجم عن استخدام نفس الحرف (s) لتعيّين أكثر من مقدار فيزيائين، تقدّم هذا التلميذ بالملاحظة التالية:

« لكن، الحرف (s) مكتوبا بالنمط الكبير هو الذي يعيّن المساحة، ولسنا في هذه الحالة لأنّنا أمام حرف مكتوبا بشكل صغير».

بعد أخذ و ردّ، تدخل الأستاذ ليطلب من التّلاميذ الذين إختاروا العبارة v=s/t الكشف على الاسم، باللغة الفرنسية، للمقدار المعبّر عليه بالحرف (s) و هذا للنظر في مدى ملائمة هذا الحرف لتمثيل المسافة. لكن، تفاجئنا من عجز هؤلاء المتعلمين عن إعطاء اسم المسافة باللغة الأجنبية.

فعند كشف الأستاذ عن الاسم المبحوث عنّه أي distance، لاحظنا بروز علامات الإحراج على وجوه أغلبية التّلاميذ الذّين إختاروا العبارة التي تحتوي على الحرف (s) لتمثيل المسافة لأنّهم وجدوا أنفسهم في مأزق بالنظر إلى أنّ الرمز الحرفي الذي اعتبروه مناسبا للتعبير على المسافة (distance) لا يتوافق مع الحرف الأول لإسم هذا المقدار الفيزيائي. نتيجة لهذه الوضعية غير المريحة لهم، ساد سكوتا تاما القسم لبعض اللحظات.

فجأة، للخروج من هذه الوضعية المحرجة لأغلبيّة التلاميذ الذّين إختاروا العبارة v=s/t، إحدى التلميذات وجدت سبيلا مع تمسّكها دائما باختبار الحرف (s) لتمثيل المسافة حيث تضمّن تدخّلها المبرّر التالي:

« إذا كان الحرف (d) يمثل مقدارا آخر، فبالإمكان إذن اختيار الحرف الثالث (s) من اسم المقدار الفيزيائي (distance) لتمثيل هذا المقدار الفيزيائي ».

لكن، بدى على ملامح التّلاميذ عدم الاقتناع بهذه الحجّة حيث يبدو أن طريقة اختيارها للحرف الممثّل للمسافة ظرفية و بالتّالي فهي مصطنعة.

تدخّل الأستاذ المشرف على الحصة موضّحا أنّه من المنطقي أيضا إختيار الحرف الثاني (i) أو أي حرف آخر من الإسم باللّغة الأجنبية للمسافة متسائلا:

« لماذا بالذّات إختيار الحرف الثالث من إسم هذا المقدار الفيزيائي؟ »

ظهر أن تدخّل الأستاذ دعّم أكثر هشاشة المبرّر الذي تقدّمت به التلميذة حيث في هذه اللّحظة بالذّات وأمام وضعية الإنسداد التي يتواجد فيها أغلبية التّلاميذ الذين اختاروا العبارة v=s/t، تدخّل تلميذ من الفئة الذين اختاروا الاقتراح جـ الرافض لاستخدام كلتي العبارتين 1 و 2 للتّعبير على قانون الحركة

المستقيمة المنتظمة. فكشف هذا التلميذ عن وجهة نظره من خلال قوله:

« أرى أنّ الإجابة الصحيحة هي v=E /t حيث أنّ الرمز (E) مشتّق من كلمة Espace ».

فورا، تمّ رفض هذّه الفكرة من طرف مجموعة من التلاميذ حيث أفصح أحدهم عن سبب هذا الرفض قائلا:

« لا، الحرف (E) يمثّل الطاقة (Energie)، لا يسمح باستعمال هذا الحرف لتمثيل المسافة ».

أمام الصعوبات التي صادفوها في تبرير إجابتهم المدعّمة لتلاؤم الحرف (s) لتمثيل المسافة، أحد التّلاميذ الذين إختاروا العبارة v=s/t غيّر منحى النّقاش حيث أوضح أنّ:

« العلماء أعطوا رموزا مميّزة للمقادير الفيزيائية ».

في هذا الإتجاه، دعّم تلميذ آخر من نفس المجموعة فكرة زميله بقوله:

« الحرف (s) هو الرّمز الموحّد عالميا لتمثيل المسافة ».

في نهاية النقاش، بقي الإختلاف سائدا حيث تواجد الجميع أمام وضعية إنسداد حيث أن هشاشة مبرّرات فئة التلاميذ الذّين إختاروا العبارة (v=s/t) ساهمت بشكل كبير في الوصول إليها.

بالنسبة للنّقاش الذي دار بين تلاميذ القسم التجريبي الثاني3 م 4، يمكن أن نلخّص الوضعية من خلال إستعراض أهمّ التدخلات المسجّلة حيث برّر التلاميذ الذّين إختاروا العبارة v=s/t إجاباتهم على أساس إشتقاق الحرف (s) من الإسم باللغة الأجنبية للمسافة لتمثيل هذا المقدار الفيزيائي. و عليه، فإنّه من غير المنطقي إستخدام حرف آخر لتعيّين نفس المقدار الفيزيائي أي المسافة. فبالنسبة لعدد معتبر من هؤلاء التلاميذ، يقتضي اعتماد الحرف (s) للتّرميز للمسافة حتمية إقصاء الحرف (d) في هذه العملية الدلالية و بالتالي رفض العلاقة v=d/t للتعبير على الحركة المستقيمة المنتظمة لمتحرك.

بالنسبة للعدد المحدود من تلاميذ قسم 3 م4 الذّين إختاروا العبارة v=d/t، تتضمّن تبريراتهم لاختيارهم رفض استعمال الحرف (s) لتعيين المسافة لأنّه، حسب رأيّهم، هذا الحرف هو رمز لوحدة قياس الأزمنة أي الثانية أو للمساحة.

في الواقع، شكّل هذا النمط من الاعتبارات المتعلّقة بإعطاء مدلول فيزيائي محدّد للحرفين s و d أو باعتبار مدلول كل منهما مجهولا المبرّر الأساسي المستخدم من طرف أغلبية التلاميذ الذين اختاروا الاقتراح جـ كما يوضّح ذلك التّعليق النموذجي التالي لأحد تلاميذ هذه المجموعة:

« أرفض العبارتين v=s/t و v=d/t لأنّ الرمز (s) يمثل المساحة والرمز (d) مجهول».

فيما يخصّ تبرير اختيارهم للاقتراح أ الصحيح، فإنّ العدد المحدود فئة هؤلاء التلاميذ ركّزوا اهتمامهم على الجانب العددي أي الحسابي الذي يبدو أنّه قد سيطر على إدراكهم للعبارتين الرمزيتين

المقترحتين. بشكل واضح، فإنّ المهّم لهؤلاء التّلاميذ هو الحصول على نفس القيمة العددية للسرعة باعتبار أن المتحرك يقطع نفس المسافات خلال نفس الأزمنة.

من جانب آخر، شكّل إعتبار تساوي المسافات المقطوعة خلال نفس الفترات الزمنية المبرّر الأساسي الّذي استخدمه ما يقارب ثلث عدد التلاميذ الذين اختاروا الاقتراح جـ لتبرير رفضهم لاعتماد كلتي العبارتين v=s/t و v=d/t للتعبير على قانون الحركة المعطى لهم في الاستبيان. فبالنّسبة لهؤلاء التّلاميذ، فإنّ إحتواء العبارتين على الحرفين المختلفين (s) و (d) لتمثيل المسافة يتناقض مع مبدأ تساوي المسافات المقطوعة خلال نفس الأزمنة. و عليه، فحسبهم، تفرض تساوي المسافات المقطوعة من طرف المتحرك تعيّين هذا المقدار بنفس الرّمز و بالتالي استخدام عبارة واحدة فقط. إذن، يبدو لنا أنّ وجود حرفين مختلفين في عبارتين متماثلتين في شكلهما الرياضي قد تمّ تأويله من طرف هذه الفئة من المتمدرسين على أساس تغيّر المسافات المقطوعة من طرف المتحرك، ممّا نتج عنه تناقضا مع محتوى نص سؤال الاستبيان.

بشكل عام، إنطلاقا من التّعليقات التي قدّمها تلاميذ الفوجين التربويين التجريبيين، يمكن القول أن هناك تشابه معتبر في إدراك أغلبية هؤلاء المتعلمين لطريقة الترميز للمقادير الفيزيائية. فباستثناء ربط تساوي المسافات المقطوعة بضرورة تعيينها بحرف واحد فقط من طرف فئة ذات دلالة من تلاميذ قسم 3 م 4، فإنّ بقيّة المبرّرات التي استخدمها عدد هام من هؤلاء التلاميذ متقاربة المدلول حيث أن النقاش الذي دار بينهم في كل قسم أدّى إلى التزايد التدريجي لوعي أغلبية هؤلاء التلاميذ بإشكالية الغموض الذي يسود طريقة الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية.

أمام وضعية الإنسداد الملاحظ في نهاية النّقاش الذي دار بين تلاميذ القسمين التجريبيين، ألحّ كل أستاذ على ضرورة محاولة الجميع إيجاد أرضية للتوافق على إجابة واحدة للسؤال المطروح في الاستبيان. فجأة، أحد تلاميذ قسم 3 م4 علّق على طلب الأستاذ قائلا:

« *من الضروري توحيد رموز المقادير الفيزيائية* ».

أجاب الأستاذ التلميذ بطرح سؤال آخر حول كيفية تجسيد هذه الضرورة و هذا المبتغى في آن واحد. للأسف، لم يتحصّل هذا الأستاذ على إجابة أو تعليق من طرف تلاميذته حيث بقي هذا السؤال معلّقا. في هذه الظروف، طلب أستاذ كلّ قسم تجريبي منّا أي من الباحث الإدلاء برأيه للمساهمة في إيجاد مخرج من هذه الوضعية. تلبية لطلب الأستاذين، إقترحنا على التّلاميذ الذين اختاروا كل من الاقتراح ب و جـ تغيير رأيهم و بالتالي الإنضمام إلى اعتماد الاقتراح أ. لكن، تمّ الرّد على إقتراحنا بالرفض السريع والقاطع من طرف أغلب التّلاميذ الذين إختاروا الاقتراحين ب و جـ. بالنسبة لهذه الفئة من

المتعلمين، يبدو لنا أنّهم يتصّورون أنّ كون عددهم يمثّل الأغلبية، فهم يحوزون بالضّرورة على الجواب الصحيح للسؤال المطروح في الاستبيان.

4.3 تمحيص صلاحية إجابات التلاميذ

أمام الانسداد المسجّل في كلي الفوجين التربويين، أدّى المرور إلى مرحلة تمحيص البدائل الثلاثة لتحديد الإجابة الصحيحة على السؤال المطروح في الاستبيان إلى جذب إنتباه الأغلبية المطلقة من تلاميذ كلّ قسم تجريبي. في هذا الإطار، بالنّظر إلى حساسية و اهمية هذه المرحلة، حرصنا على أن يكون إختيار الأداة التي تسمح بتحديد الإجابة الصّحيحة على سؤال الاستبيان ذات خاصية موضوعية لإقناع التّلاميذ و دفعهم إلى مراجعة تصوّرهم الخاطئ لطريقة التّرميز للمقادير الفيزيائية.

في هذا الشأن، وقع إختيارنا على كتب الفيزياء أين وجدنا في محتواها التّرميز للمقادير الفيزيائية و لوحدات قياسها. ففي الكتاب المستخدم لهذا الغرض و الحامل للعنوان: *Unités et grandeurs, symboles et normalisation* المنشور من طرف Afnor (الجمعية الفرنسية للنظامية، 1994، ص.121- 128)، صادفنا وجود عدّة جداول (الملحق 4) مؤلّفة من أسماء المقادير الفيزيائية والحروف الموصى باستعمالها للترميز الحرفي لها حيث أنّه، في العديد من الحالات، لاحظنا في هذه الجداول غموضا واضحا نتيجة إستخدام نفس الحرف اللاتيني أو الإغريقي لتعيين عدّة مقادير فيزيائية و كذلك إستعمال عدّة حروف لتمثيل نفس المقدار الفيزيائي.

لتدعيم أكثر قوّة أداة التّمحيص، إستعملنا أيضا الكتب المدرسية للفيزياء لمستوى السّنة الثانية ثانوي للشعبة العلمية بطبعاتها القديمة و الجديدة حيث أن التعيّين الرمزي للمقادير الفيزيائية في الطبعة القديمة لسنة 1994 م قد تمّ باستخدام حروف اللّغة العربية، أمّا في الطبعة الجديدة لسنة 2006 م، فقد استعملت حروف اللّغات اللاتينية و الإغريقية في التّمثيل الحرفي لهذه المقادير.

عمليا، لتمكين التّلاميذ من ملاحظة الغموض السائد في التّرميز للمقادير الفيزيائية، قمنا بتحضير عدّة نسخ للجداول التّي تتواجد فيها أسماء المقادير الفيزيائية والرموز الموصى بتوظيفها (ص: 121-128) من الكتاب التابع للجمعية الفرنسية للنظامية و وزعناها على مجموعات صغيرة من التّلاميذ بشكل متوازن في القسم. كما أنّنا عملنا على تسهيل فحص هؤلاء المتمدرسين لحالة الغموض المميّز للترميز للمقادير الفيزيائية في هذه الوثيقة عن طريق إحاطة الحالات الغامضة المختارة بألوان مختلفة كأمثلة واقعية حسب حالتين رئيسيتين: التّرميز الحرفي لنفس المقدار الفيزيائي بأكثر من حرف واحد و استخدام نفس الرّمز الحرفي لتعيّين عدّة مقادير فيزيائية.

فبإشراف و توجيه أستاذ كلّ فوج تربوي، قام التلاميذ بالاطّلاع على حالات الغموض الموجودة من

خلال نوع اللّون الذّي إستخدمناه لإحاطة الرموز و أسماء المقادير الفيزيائية المختارة حيث من بين الأمثلة التّي قام تلاميذ القسمين التجريبيين بتفحّصها، نذكر ما يلي:

- تعيين نفس المقدار الفيزيائي بأكثر من رمز حرف واحد: المساحة (a,s) والتّوتر الكهربائي (u,v) و التّواتر (f,υ) و الثّقل (p, g, w).

- إستعمال نفس الحرف لتمثيل عدّة مقادير فيزيائية : إستخدام الحرف (Q) للترميز لكلّ من كمية الكهرباء وعامل جودة دارة كهربائية و توظيف الحرف (ρ) لتعيّين كلّ من الشحنة الكهربائية السطحية والناقلية الكهربائية للمعادن.

كما خصّت المرحلة الثانية من تمحيص صلاحية إختيار التّلاميذ للاقتراحات السابقة الإطلاع على كتب مدرسية للفيزياء معتمدة سابقا وحاليا من طرف وزارة التربية في الجزائر حيث لاحظ هؤلاء التلاميذ استخدام الحروف باللّغة العربية في التّرميز للمقادير الفيزيائية و في كتابة المعادلات الفيزيائية في الكتاب السابق (طبعة 1994). على العكس من ذلك، تم التعيين الرمزي لهذه المقادير و للمعادلات المعبّرة على العلاقات الفيزيائية باستعمال حروف اللغات اللاتينية والإغريقية في الطبعة الجديدة (2006) لهذا الكتاب المدرسي.

أمام هذا «الإكتشاف» الذي يبدو أنّه قد فاجأ جلّ التلاميذ ، ظهر أن الاقتراح أ يمثّل الإجابة الصحيحة على السؤال المطروح في الاستبيان لأن طريقة الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية ضمنية و غير رسمية. و عليه، يمكن تعيين المسافة المقطوعة باستعمال الحرفين القترحين في المعادلتين 1 و 2 أو إعتماد أي حرف آخر بشرط تعريف مضمونه الفيزيائي.

بعد هذه المرحلة، تطرّق الأستاذان إلى البحث عن الحلول المناسبة لإشكالية غموض طريقة الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية و ذلك بطرح التّساؤل الوجيه التالي:

أمام غموض طريقة التّعيين الرمزي للمقادير الفيزيائية، ما هي الكيفية المناسبة للتّمكن من تحديد المضمون الفيزيائي للرّموز الحرفية التي قد تكون غامضة أو مبهمة المدلول في العلاقات الفيزيائية المصاغة رياضيا ؟

5.3 التحليل البعدي و تحديد المحتوى الفيزيائي لرموز حرفية مبهمة

يتمثّل الجواب المناسب للتساؤل المطروح حول البحث على الحلول الفعّالة التّي تسمح للتلاميذ بالكشف عن طبيعة المقدار الفيزيائي المعيّن بحرف غير معرّف بشكل صريح أو تمّ استخدامه لتمثيل مقدار فيزيائي آخر غير ذلك المقدار المتعوّد تعيينه بهذا الرّمز في التركيز على الجانب البعدي للمقدار الفيزيائي المعيّن بالحرف المبهم. في هذا الإطار، بدأ كلّ أستاذ تقديم هذا الحل بتمهيد ذي

صلة بالطابعين الرّسمي والعالمي لكل من وحدات قياس المقادير الفيزيائية ورموزها الحرفية.

بعد هذا التمهيد، تطرّق الأستاذان إلى استعراض الكيفية التي على أساسها تستخدم طريقة التحليل البعدي للحصول على معادلة أبعاد الرّمز الحرفي المبهم لتحديد وحدة قياس المقدار الفيزيائي المستهدف و بالتالي التعرّف عليه. لترسيخ هذه الطريقة في أذهان التّلاميذ، قدّمت لهم عدّة أمثلة بسيطة من بينها التحليل البعدي للوضعية- الإشكالية المطروحة عليهم في الاستبيان- الأداة.

في موضوع السهولة والفعّالية التّي تميّزان طريقة التحليل البعدي، لاحظنا ملامح الإعجاب البارزة على وجوه عدد هام من هؤلاء المتمدرسين و هذا في تحديد المحتوى الفيزيائي للحرفين (s) و (d) غير المعرّفين في الاستبيان السابق. فوفق هذه الطريقة، يمثّل كل حرف بالضّرورة مسافة لأنّ معادلة الأبعاد تدلّ أنّ وحدة قياس المقدار الفيزيائي الممثّل بهذين الرّمزين المبهمين هي بالضّرورة المتر.

بالنسبة للجزء الثاني من هذا العمل التجريبي، تضمّن محتواه إنجاز أربعة تطبيقات للكشف عن المدلول الفيزيائي لحروف غير معرّفة مسبقا و متواجدة في علاقات فيزيائية مصاغة رياضيا. فمن خلال هذه التّطبيقات، يبدو أنّ أغلب التلاميذ قد لاحظوا سهولة تطبيق مسعى التحليل المرتكز على الأبعاد و أحسّوا بفعّالية هذه الطريقة في مساعدة المتعلّم على الكّشف عن المضمون الفيزيائي لرمز مبهم عن طريق التعرف على الوحدة الرسمية لقياس هذا المقدار المعني بالتمثيل الرمزي الغامض.

بشكل إجمالي، من المعقول القول بأنّ الحصة التّعليمية التي تمّ تقديمها لتلاميذ قسمي السنة الثالثة متوسط حول موضوع الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية قد مكّنت هؤلاء المتعلمين من جهة، بالإطلاع على الطّابع المائع والغامض للتّرميز للمقادير الفيزيائية و من جهة أخرى، سمحت لهم بالتمرّن على استعمال طريقة التحليل البعدي التي تهدف إلى الكشف عن المضمون الفيزيائي لحرف غير معرّف بشكل صريح.

تجدر الإشارة إلى أنّه من المتوقع أن يؤدي الكشف لهؤلاء التلاميذ عن الغموض الذي يكتنف طريقة التّرميز للمقادير الفيزيائية إلى تحلّيهم مستقبلا بنوع من الحيطة و الحذر في إدراكهم لمدلول الرموز الحرفية المستعملة في المعادلات الفيزيائية حيث أن ملازمة المتعلمين لهذا السلوك الواعي عند تعاملهم بالصيغ الرّمزية للفيزياء مع تحكّمهم طريقة التحليل البعدي من شأنهما تمكينهم من الفهم الملائم لمحتوى العلاقات الفيزيائية المصاغة على شكل معادلات رمزية.

4. التقييم النهائي للتجريب التعليمي

1.4 طريقة التّقييم

لتقييم مدى إستيعاب التلاميذ للمعارف التّي قدّمت لهم في التّجريب التعليمي و تقدير درجة ترسّخها في أذهانهم، إستخدمنا إستبيانا كتابيا مؤلّفا من سؤالين. كما إستعملنا بطاقة تقيّيم موجّهة للأستاذين اللذين قدّما محتوى هذا النشاط التعليمي لإبداء رأيهما حول محتواه و طريقة تقديمه و مدى تفاعل التلاميذ مع هذا التجريب التعليمي.

بالنسبة للإستبيان الموجّه للتّلاميذ، يهدف السؤال 1 إلى الكشف عن إدراك التلاميذ للغموض الذي يسود التّعيين الرّمزي للمقادير الفيزيائية وذلك من خلال إقتراحنا عليهم لعدّة حروف لتمثيل نفس المقدار الفيزيائي وبالتّالي التعرف على مواقفهم أمام هذه الوضعية- الإشكالية.

فيما يخص السؤال 2، يتمثّل هدفنا في الاطلاع على مدى تقبّل هؤلاء المتعلمين لحرف غير معرّف و غير متعوّدين على استعماله في تعيّين الاستطاعة الكهربائية لمصباح و كذا للكشف عن الطرائق المحتملة التي قد يستخدمونها لتّحديد المدلول الفيزيائي لهذا الحرف المبهم.

السؤال 1:

لدينا المقدار الفيزيائي التالي: **شدة التيار الكهربائي** (Intensité du courant électrique)

لدينا الحروف التّالية: **p , k , i , f , r**

ضع الإشارة **x** في الخانة الموافقة للاقتراح الذي يبدو لك صحيحا.

أ - □ يمكن إستخدام كلّ حرف من الحروف السابقة للتّرميز لشدّة التّيار الكهربائي.

ب - □ يمكن إستخدام بعض الحروف السابقة فقط للتّرميز لشدّة التّيار الكهربائي . عيّن الحرف أو الحروف المختارة.

جـ - □ لا يمكن إستخدام أي حرف من الحروف السابقة للتّرميز لشدّة التّيار الكهربائي.

د - □ رأي آخر. ما هو ؟

برّر إختيارك

السؤال 2:

يعبّر النّص التالي على مضمون علاقة فيزيائية:

« إنّ الإستطاعة الكهربائية لمصباح يجتازه تيارا كهربائيا مستمرا تساوي إلى قسمة الطاقة الكهربائية المحوّلة على المدّة الزمنية المستغرقة لتحويلها »

لدينا العبارة الرّمزية التّالية : $C = E/t$

حيث: يمثّل الحرف (E) كمّية الطّاقة المحوّلة، وحدة قياسها الجول.

يمثّل الحرف (t) المدّة الزمنية المستغرقة في التّحويل الطاقوي، وحدة قياسها الثانية.

- هل يمكن إستعمال هذه العبارة الرّمزية للتعبّير على المضمون الفيزيائي للنّص السابق ؟

(ضع الإشارة **X** في الخانة الموافقة للإجابة التّي تراها صحيحة)

□ نعم □ لا

لماذا ؟

بداية، نشير إلى أنّ المدّة الزمنية الفاصلة بين إنجاز التجريب التعليمي وعملية التقييم التي قمنا بها خلال الأسبوع الثالث من شهر أفريل 2011 م قد قاربت خمسة أشهرا حيث يتمثّل الهدف من انتظار كلّ هذه المدّة الزمنية لإجراء هذا التقييم في رغبتنا في الحصول على فكرة حول درجة ترسّخ المعلومات في أذهان التلاميذ الذين تلقوا نشاطا تعليميا حول الترميز للمقادير الفيزيائية.

من جانب آخر، قصد التمكّن من مقارنة نتائج هذا التقييم بإطار مرجعي موضوعي، لجأنا إلى تمرير نفس الاستبيان في قسمين شاهدين مؤلفين من ما مجموعه 66 تلميذا من مستوى السنة الثالثة متوسط حيث أنّ كل فوج تربوي مرجعي ينتمي إلى إحدى المتوسطتين اللّواتي قد تمّ في كلّ منهما إنجاز هذا التجريب التعليمي.

ففي تقيّيم هذا النشاط، حرصنا على احترام كافّة الجوانب المنهجية المطلوب الخضوع لها في البحث التربوي مثل عدم التّسمية والطابع الفردي للإجابات وإعطاء مهلة زمنية كافية لتمكين التلاميذ من التّفكير والإجابة على السؤالين المطروحين في إستبيان التقييم. إضافة إلى هذا، أخذنا بعين الاعتبار إحتياطات للحصول على معطيات تجريبية مقبولة و ذلك من خلال برمجة فترة تمرير إستبيان التقييم على جميع التلاميذ في نفس اليوم و من خلال حصّتين متتاليتين في كل مؤسسة تربوية لتفادي إحتمال التواصل بين تلاميذ المجموعتين التجريبية و الضابطة و بالتالي حصول تشويش يمس بصدق البيانات الخاصة بهذا التقييم. و عليه، لم يحصل تواصل بين تلاميذ المجموعات التجريبية و الشاهدة سواء على مستوى نفس المؤسسة التربوية أو بين أولئك المنتمين إلى المتوسطتين المذكورتين سابقا.

فيما يخص تقييم الأستاذين للعمل الذّي أنجزوه، فقد إشتملت بطاقة التقيّيم على 6 أسئلة متعلّقة بمختلف

الجوانب الأساسية لهذا النّشاط التّعليمي حيث طلبنا منهما تقدير مدى تلاؤم محتوى الدرس و التطبيقات مع مستوى النّمو العقلي لتلاميذ مرحلة التعليم المتوسط وإبداء رأيهما حول توقيت برمجة هذا المضمون الدّراسي و تقدير درجة تفاعل تلاميذ القسمين التجريبيين مع هذا المحتوى التعليمي. كما طلبنا منهما تقدير درجة إستفادتهم من درس الترميز للمقادير الفيزيائية و مدى رغبتهم في توظيف المعارف الخاصة بهذا المحتوى لاحقا في تدريسهم لمادة العلوم الفيزيائية و التكنولوجيا.

2.4 نتائج تقييم التجريب التّعليمي

1.2.4 مقارنة إجابات تلاميذ المجموعتين التجريبية و الشاهدة

- التمثيل الرّمزي لشدّة التيار الكهربائي

بالنّظر إلى الخاصيّة المبهمة وغير الصارمة لطريقة الترميز للمقادير الفيزيائية، من الواضح القول بإمكانية تمثيل شدّة التيار الكهربائي بكل حرف من الحروف المقترحة على التلاميذ في السؤال 1 حيث يشترط فقط التعريف الصّريح للمضمون الفيزيائي للحرف المختار وإعطاء وحدة قياسه في النظام العالمي للوحدات. على هذا الأساس، فالاقتراح أ يمثّل الإجابة الصحيحة على السؤال 1.

الجدول 11: تواترات إختيار التّلاميذ للاقتراحات المعطاة لهم في السؤال 1 معبرا عليها بـ (%)

الأفواج التربوية	العدد	الإقتراح أ	الإقتراح ب	الإقتراح جـ	الإقتراح د	إجابات ملغاة
القسمان التجريبيان	62	14	45	01	01	01
%	100	22.5	**72.6**	1.6	1.6	1.6
القسمان الشاهدان	66	00	62	02	01	01
%	100	00	**93.9**	03	1.5	1.5

يظهر من البيانات الموضّحة في الجدول 11 أنّ أغلبيّة تلاميذ الأقسام الشاهدة و التجريبية قد اختاروا الاقتراح ب. عدديا، نلاحظ أنّ تواتر إختيار هذا الاقتراح الخاطئ ب من طرف تلاميذ القسمين الشاهدين أعلى نسبيا من تواتر إختياره من طرف زملائهم المنتمين للقسمين التجريبيين. في هذا الاختيار الغالب، يمثّل الحرف (i) الرمز الوحيد الذي اعتبره مجموع هؤلاء المتعلمين مناسبا لتمثيل شدّة التيار الكهربائي.

على العكس من هذا التوجّه السّائد، فإنّ إختيار الإجابة الصحيحة (الاقتراح أ) لم يخص إلاّ نسبة محدودة تقارب خمس (5/1) عدد تلاميذ القسمين التجريبيين. في هذه الأثناء، لاحظنا بوضوح الغياب التّام لاختيار هذا الاقتراح الصائب من تلاميذ القسمين الشّاهدين.

تبرير إجابات تلاميذ القسمين التجريبيين و الشاهدين

الإجابة الصحيحة (الإقتراح أ): يمكن تمثيل شدّة التيار الكهربائي بأي حرف من الحروف المعطاة

بداية، من الجدير أن نشير إلى أنّ جلّ تلاميذ القسمين التجريبيين الذّين إختاروا هذا الاقتراح الصحيح قد برّروا إجاباتهم بشكل دقيق حيث أنّ هؤلاء المتمدرسين قد أوضحوا أنّ التّرميز للمقادير الفيزيائية لا يخضع إلى قواعد صريحة و صارمة. وعليه، فإنّ كل حرف من الحروف المقترحة عليهم بإمكانه لعب دور رمز ممثّل لشدّة التيار الكهربائي كما يتبيّن من التعليقين التاليين لتلميذين من القسمين التجريبيين:

« [...] لأنّه لا توجد قواعد محدّدة للتّرميز في الفيزياء. بعبارة أخرى، لا يوجد قانون خاص للتعبير الرمزي على المقادير الفيزيائية. إذن، شدّة التيار الكهربائي يمكن تمثيلها بواسطة i أو r أو f أو m. ليس من الضروري أن يكون هناك ترميز معيّن ».

« ما دام لا يوجد اختيار محدّد لرموز المقادير الفيزيائية، يمكن اختيار عدّة حروف لتمثيل شدّة التيار الكهربائي بشرط أن تكون هذه الحروف مشتقّة من أسماء (البداية أو النهاية) هذه المقادير. ليس على أساس أسمائها باللّغة الفرنسية و لكن حسب كل اللّغات العالمية ».

فبالإضافة إلى الحروف المعطاة في السؤال 1، أشار بعض التلاميذ إلى إمكانية إستخدام حروف أخرى. إذن، هؤلاء الثانويين فتحوا مجال الترميز لشدّة التيار الكهربائي باستعمال مختلف الحروف المنتمية للغتين اللاتينية.

من جانب آخر، أشار عدد من تلاميذ هذه الفئة إلى أهميّة الجانب البعدي في التعرّف على المحتوى الفيزيائي للرّموز التي يمكن اعتمادها لتمثيل المقدار الفيزيائي المعطى. في الفقرة التالية، كشف أحدهم عن الدور الحاسم لوحدة القياس في تحديد المضمون الفيزيائي للحروف المختارة في هذه العملية:

« يمكن إختيار أي حرف للتمثيل الرمزي لشدة التيار الكهربائي لأن، حسب معلوماتي السابقة، هذا التّرميز ليس صارم، لكن وحدات القياس تكون محدّدة و ضرورية. مثال: تعيين شدة التيار الكهربائي بأحد الحروف r ، k ، i ، لكن وحدة القياس تبقى دائما نفسها: الأمبير ».

إذن، إرتكزت مبرّرات الإجابة الصحيحة المختارة من طرف تلاميذ القسمين التجريبيين على نوعين من الحجج. يتعلّق النمط الأول منها بالطابع غير الصارم لطريقة التّعيين الرمزي للمقادير الفيزيائية.

أمّا المبرّر الثاني فمضمونه يخص الميزتين الرّسمية و العالمية لوحدات قياس المقادير الفيزيائية

و التي اعتبروها كمفتاح أساسي يسمح للمتعلّمين بتحديد المقدار الفيزيائي المستهدف بالتّعيين الرمزي بحرف إختياري.

الإجابة الخاطئة (الإقتراح ب): هناك بعض الحروف فقط بإمكانها تمثيل شدة التيار الكهربائي.

في تبريراتهم لاختيارهم للاقتراح ب غير الصحيح، إستعمل تلاميذ المجموعة التّجريبية نوعين من الحجج و المتمثّلة في:

- تعيين المقادير الفيزيائية بطريقة إختيار الحرف اللاّتيني الأول من أسمائها.

- ضرورة تفادي الخلط بين المقادير الفيزيائية و ذلك بتمثيل كلّ مقدار فيزيائي برمز مميّز له.

على هذا الأساس، فإنّ إختيار هؤلاء التلاميذ للحرف (i) يفسّر بتطبيق قاعدة إعتماد الحرف الأول من إسم المقدار الفيزيائي المعني بالتّمثيل الرمزي حيث يبدو أنّ العمل بهذه الطريقة مستوحاة من الممارسات التربوية للتّرميز الحرفي في ميدان العلوم الفيزيائية كما يكشف عليه التّعليق التالي لأحد تلاميذ هذه الفئة:

« إخترت الحرف (i) لأن إسم المقدار الفيزيائي المعطى يبدأ بالحرف (i). حسب علمي، فإنّ تمثيل كل المقادير الفيزيائية يكون بواسطة الحروف الأولى من أسمائها مثل السرعة (V) و الزمن (t). ففي حالة وجود أسماء لمقادير فيزيائية تبدأ بنفس الحرف، نظيف حرف ثان للتّعرف عليها بسهولة ».

قد تكون هذه الطّريقة في التّرميز للمقادير الفيزيائية مدعّمة أكثر باستناد المتعلمين على قواعد التّمثيل الرّمزي للعناصر الكيمائية و التي تشكّل محتوى درس قد تناولوه في مقرّر السنة الثانية متوسط.

نشير أيضا إلى أنّ تواجد الحرف المختار (i) الدّال عادة على شدّة التيار الكهربائي في عبارات فيزيائية مثل قانون أوم U= R.I أعطى لفئة من هؤلاء المتعلمين نوعا من الثّقة في اختيار هذا الحرف لتمثيل شدّة التيار الكهربائي. و عليه، نرى أنّ الحرف (i) تمّ تقويّة إدراك التّلاميذ لمدلوله الفيزيائي من خلال تعامل هؤلاء المتعلمين مع بعض معادلات الكهرباء المتحركة التي يتواجد فيها هذا الرّمز الحرفي، ممّا أعطاه الإستقرار الإدراكي اللاّزم لديهم لاعتماده في التّعبير على شدّة التيار الكهربائي.

بالنسبة لتلاميذ القسمين الشاهدين، فقد وظّفوا نفس مبرّرات زملائهم في القسمين التجريبيين في اختيارهم بالأغلبية المطلقة للاقتراح ب. فحسبهم، يقتضي التّعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية باختيار الحرف الأول من أسمائها بضرورة اعتماد الحرف (i) في التّمثيل الرّمزي لشدّة التيار الكهربائي، كما يوضّحه التّعليقين التاليين لتلميذين من المجموعة الشّاهدة:

« الحرف الّذي أختاره هو (i) لأنّه يعبّر على شدّة التيار الكهربائي و هو الرّمز الوحيد لهذا المقدار

الفيزيائي. أيضا، عندما لا نعطي الحرف المناسب، فإن المعنى يتغير و يكون لنا مدلول آخر».

« الحرف المختار هو (i) لأنّه هو الرّمز المستخدم لتمثيل شدّة التيار الكهربائي. إنّه يمثّل أيضا الحرف الوحيد الذي يمكن استخدامه لتعيين هذا المقدار. هذا الرّمز إجباري لأنّه لا يمكننا تمثيل الشّدة ب m أو r أو f . إذن، الحرف المناسب لهذا الغرض هو (i) ».

ففي هذا التّعليق الأخير، تبدو جلّيا درجة قوّة تمسّك التلميذ بالحرف (i) للتّرميز لشدّة التيار الكهربائي.

بالإضافة إلى هذا النّمط من التّبرير، لاحظنا إشارة نسبة ذات دلالة من تلاميذ الأقسام التجريبية و الشّاهدة إلى بعض الحجج الإضافية منها أساسا الاضطراب المترتّب عن توظيف عدّة رموز لتعيين نفس المقدار الفيزيائي. فبالنسبة لهؤلاء المتعلمين، ينبغي تمثيل كلّ مقدار فيزيائي برمز حرفي وحيد حيث أدّى هذا التّخصيص التّرميزي المطلوب بأحد التلاميذ إلى الكشف عن المضمون الفيزيائي للحروف المقترحة في السؤال 1 لتمثيل شدّة التيار الكهربائي حيث أوضح أنّ:

« شدّة التّيار الكهربائي يكون تمثيلها بحرف وحيد هو (i) . أمّا (R) فتدّل على المقاومة الكهربائية. بالنسبة لـ (F) و (M)، فكلّ منهما يمثّل رمزا نظاميا لمقدار فيزيائي آخر ».

(تلميذ من القسم الشاهد)

أخيرا، تجدر الإشارة إلى أنّه على عكس موقف الجزم المميّز لتبريرات تلاميذ القسمين الشاهدين لإجاباتهم، أحسسنا بوجود بعض التردّد، و حتى التّناقض، في محتوى بعض التّعليقات التي قدّمها تلاميذ القسمين التجريبيين. فبالرّغم من إختيارهم للحرف (i) للدّلالة على شدّة التيار الكهربائي، لاحظنا أنّ تبريرات هذه الفئة من التلاميذ تتضمّن إشارات تدّل على عدم يقينهم من صحّة الحجج التي أقاموا عليها إجاباتهم الخاطئة. على سبيل المثال، كتب تلميذان من القسمين التجريبيين التّعليقين التاليين لتبرير اختيارهما للحرف (i) كرمز لشدّة التيار الكهربائي :

« حسب معلوماتي المكتسبة سابقا، فإنّ شّدة التيار الكهربائي تمثّل بالحرف (i). لكن لا يمكن أن أقول أنّ (i) هو الرّمز الوحيد لهذا المقدار. فيمكن أن تكون لها رموزا أخرى لا نعرفها و لكن نكتفي بالرمز (i) الذي نعرفه و لحسابها : i= lxc/E » (تلميذ من قسم 3 م 4).

« لأنّ بعض الحروف الأخرى حروف لا يمكننا استعمالها للتّرميز لشّدة التيار الكهربائي و هناك من الحروف الأربعة المقترحة حرف واحد أو إثنين مقبول » (تلميذ من قسم 3 م 6).

بشكل عام ، باستثناء أقليّة ذات دلالة من تلاميذ القسمين التجريبيين الذّين أجابوا على السؤال 1 بشكل صحيح، فإنّ أغلبيّة تلاميذ هذه الفئة أظهروا موقفا مماثلا نسبيا للسلوك الإدراكي لزملائهم من القسمين الشاهدين في تبريرهم لاختيار الحرف (i) لتعيّين شدّة التيار الكهربائي. فبالرّغم من ملاحظة

بعض التردّد وعدم اليقين في تعليقات بعض تلاميذ المجموعة التجريبية حول إختيار هذا الحرف، يبدو أنّ الممارسات البيداغوجية المألوفة في عملية التّرميز الحرفي للمقادير الفيزيائية لها وقعها و تأثيرها البارزين في تحديد نمط إدراك التلاميذ لطريقة إختيار الحروف الدّالة على هذه المقادير.

- **الكشف عن المحتوى الفيزيائي المعبّر عليه برمز مبهم**

باعتبار أن السؤال 2 قد احتوى على عبارة رمزية أين ظهر فيها الحرف (C) غير المعرّف المضمون بشكل صريح، يتمثّل الهدف من طرح هذا السؤال في إختبار قدرة تلاميذ المجموعة التجريبية على الكشف عن المقدار الفيزيائي المعيّن بهذا الحرف غير المألوف في الدّلالة على إستطاعة كهربائية لمصباح. فبالاعتماد على المقاربة البعدية، من السّهل أن يستنتج التلاميذ أنّ وحدة قياس المقدار الفيزيائي الممثّل بالحرف المبهم (C) هو (جول/ثانية) و الذي يتواقف مع تعريف الواط (Watt). إذن، يدلّ هذا الحرف الغامض على الإستطاعة الكهربائية للمصباح المستخدم في تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية.

ومنه، بالنّظر إلى مبدأ الإختيار الحرّ لرموز المقادير الفيزيائية و من خلال التحليل البعدي للعبارة الحرفية المقترحة في السؤال 2، يمثّل الإختيار (نعم) الإجابة الصّحيحة على السؤال المطروح.

الجدول 12: تواترات إختيار التلاميذ المفحوصين للبدائل **نعم** و **لا** الخاصّة بالسؤال 2.

الأقسام المعنيّة	العدد	نعم	لا	إجابات متفرّقة
القسمان التجريبيان	62	30	28	04
%	100	**48,4**	45,1	06,4
القسمان الشاهدان	66	21	44	01
%	100	31,8	**66,6**	01,5

نلاحظ أنّ ما يقارب نصف عدد تلاميذ القسمين التجريبيين قد إختاروا الجواب الصحيح المتجسّد في البديل (نعم). على العكس من ذلك، فإن إعتماد هذه الإجابة الصائبة لم يقع إلاّ من نسبة تقارب ثلث عدد تلاميذ القسمين الشاهدين. بالمقابل، يرى ما مقداره (3/2) من عدد تلاميذ الفئة الضّابطة أنّ العبارة الرّمزية المقترحة عليهم غير متوافقة مع مضمون النّص المعطى لهم في السؤال 2.

قبل التطرق إلى تبريرات التلاميذ المفحوصين لإجاباتهم، نشير على الهامش أنّ ما يفسّر التّواتر المرتفع نسبيا للإجابات المتفرّقة في فئة تلاميذ القسمين التجريبيين هو إعتبار عدد منهم أنّ القانون الوحيد للاستطاعة الكهربائية هو P=U.I، ممّا أدّى بالتلاميذ الأربعة إلى الرّفض المطلق للعبارة

الرمزية المقترحة عليهم و بذلك فإنّهم لم يتطرقوا إلى إمكانية قبول الحرف المبهم (C) للدّلالة على الاستطاعة الكهربائية لمصباح.

تبريرات الأجوبة:

الإجابة الصحيحة: نعم يمكن إستعمال الصّيغة (C= E/t) للتّعبير على مضمون النّص المعطى

تركّزت أغلبيّة تبريرات تلاميذ القسمين التجريبيين حول فكرة إمكانية تمثيل الاستطاعة الكهربائية بالحرف (C) حيث يعود قبول هؤلاء التلاميذ لتعيّين الإستطاعة الكهربائية لمصباح بهذا الحرف غير المألوف إلى عدم صرامة طريقة التّرميز للمقادير الفيزيائية. فبالرغم من إستخدام الحرف (P) الذي تعوّدوا عليه في الدرس للدّلالة على الإستطاعة الكهربائية، لم يمنع هذا التعوّد فئة من تلاميذ المجموعة التجريبية من تبنّي الحرف (C) في التّمثيل الرّمزي للإستطاعة الكهربائية لمصباح كما يوضّحه أحد التّلاميذ في هذا التّبرير:

« حسب الدرس الذي تلقيناه، فإنّ: P= E/t. غير أنّه في العبارة المعطاة، نجد C = E/t.

يمكن إستعمال أي حرف في التّرميز للاستطاعة الكهربائية لأنّه لا يوجد قانون و لا قاعدة يجب إتباعها في هذا التّرميز. قد تكون لكلّ مقدار عدّة رموز مختلفة ».

بالنسبة لفئة أخرى واسعة من تلاميذ المجموعة التجريبية، فإنّ العنصر الهّام الذي يجب أخذه بعين الإعتبار هو تطابق العبارة الرّمزية (C= E/t) المقترحة عليهم مع المحتوى الفيزيائي للنّص المعطى في السؤال 2. فعلى أساس هذا التّوافق، يرى هؤلاء المتمدرسين أنّ نوع الحروف المختارة لتمثيل المقادير الفيزيائية المعنيّة في قانون التّحويل الطّاقوي يكتسي أهميّة ثانوية كما يظهر ذلك في تعليق أحدهم بتركيزه البارز على ترجمة المحتوى الفيزيائي لهذا النّص العلمي على حساب الإهتمام بكيفية التّرميز للمقادير الفيزيائية المذكورة:

« من الممكن إستعمال المعادلة الرّمزية المعطاة للتّعبير على المحتوى الفيزيائي للنّص العلمي المعطى لأنّ الأمور واضحة. (E) تمثّل كمّية الطّاقة المحوّلة، الحرف (t) يدّل على المدّة الزمنية للتّحويل الطّاقوي و (C) يعني الإستطاعة الكهربائية وهذا على أساس قانون الطاقة المحوّلة مقسومة على المدّة الزّمنية للتّحويل. الرّموز ليس لها أي تأثير. القيمة الخاصّة بالإستطاعة التّي نتحصّل عليها تتوافق تماما مع القانون المعطى ومع الرّموز المختلفة الموجودة في هذه العبارة ».

إذن، يظهر أنّ إقتران التّطابق الشّكلي للعبارة الرّمزية (C= E/t) مع محتوى النّص الفيزيائي المعطى بمعارفهم المتعلّقة بعدم صرامة طريقة إختيار الرّموز الحرفية الممثّلة للمقادير الفيزيائية نتج عنهما تقبّل الحرف المبهم (C) للدّلالة على الإستطاعة الكهربائية لمصباح. كمثال على التّداخل التّكاملي

لهذين الإعتبارين، كتب أحد تلاميذ القسم التّجريبي 3 م 6 التّعليق المفصّل التالي:

« إخترت الإجابة نعم لأنّه بالرّجوع إلى السّؤال الأوّل، يمكن إستخدام هذه العبارة الرّمزية للتّعبير على هذا المضمون الفيزيائي. فكل شيء واضح.

بمأنّ E هو حرف يعبّر على كمّية الطّاقة المحوّلة و كذلك الحرف t يرمز إلى المدة الزمنية لهذا التحويل الطاقوي و C يمثّل الإستطاعة. إذن، طبّقنا القانون بقسمة الطّاقة المحوّلة على المدّة الزمنية المستغرقة فتحصّلنا على الإستطاعة دون أن يكون للرّموز أي تدخل. فكمية الإستطاعة التي نتحصّل عليها تكون نفسها حيث يمكن أن نستخدم فيها نفس القانون و رموز مغايرة.

إستخدمنا ما تلقّيناه في الدرس الخاص بالرّموز و لدينا حرّية إختيار الرّموز للتّعبير عن القيّم و المضمون الفيزيائي لهذا النّص ».

بخصوص إستخدام التحليل البعدي كمسعى ممكن للكشف عن وحدة قياس المقدار الفيزيائي الذي تمّ تعيينه بالحرف غير المعرّف (C)، لم نجد أثرا واضحا لإستعمال هذه المقاربة من طرف تلاميذ المجموعة التجريبية الذّين إختاروا الإجابة الصحيحة. في هذا الشّأن ، نتساءل عن أسباب غياب توظيف التحليل البعدي من طرف هؤلاء المتعلمين بالرّغم من البساطة المميّزة له.

من جانب آخر، سمح لنا تحليل تبريرات تلاميذ القسمين الشّاهدين الخاصة باختيار الإجابة الصحيحة عن عدم السيطرة بالضرورة لهؤلاء التلاميذ على الجوانب الإبستمولوجية للتّرميز للمقادير الفيزيائية. بعبارة أكثر وضوحا، فإنّ أغلب هؤلاء المتمدرسين قد برّروا إختيارهم الصّائب على أساس التّطابق الشكلي البحت للعبارة الرّمزية المقترحة C= E/t مع المحتوى الفيزيائي للفقرة العلمية المعطاة لهم في السؤال 2. فقد نتج من التّركيز الجليّ على هذا التّوافق الشكلي قلّة إهتمامهم بطريقة إختيار الحرف (C) للدّلالة على الإستطاعة الكهربائية لمصباح. و عليه، نرى أن قوّة التّوافق في الشكل بين العبارة الرّمزية C= E/t و مضمون العلاقة الفيزيائية قد جعل من طريقة إختيار الحروف الممثّلة للمقادير الفيزيائية أمرا ثانويا أو مغفلا عنه.

بالإضافة إلى هذه الحجّة الرئيسية، فإنّ ما يقارب ربع تلاميذ المجموعة الضّابطة قد أشاروا إلى القدرة الحسابية المعتّبرة للمعادلة (C=E/t). بعبارة أخرى، تتميّز هذه العبارة الرّمزية بتلاؤمها التّام لإجراء عمليات حسابية بواسطتها و بالتالي فهي تسمح لهم بإيجاد القيمة العددية لمقدار من المقادير الفيزيائية المعنيّة بقانون التّحويل الطاقوي المعطى لهم وذلك بمعرفة القيّم العددية للمقدارين الآخرين. على سبيل المثال، أكّد تلميذان من العيّنة الشّاهدة على هذه القدرة الحسابية في التّبريرين التاليين:

« لأن الإستطاعة = الطاقة المحوّلة/الزمن. هذه العلاقة تعبّر على المضمون الفيزيائي للنّص المعطى

و تسمح لنا بحساب الإستطاعة والطاقة المحوّلة و المدّة الزمنية للتّحويل ».

«لأنّه إنطلاقا من القانون C =E/t، يمكن إستخراج عبارات أخرى مثل: E= C.t و t=E /C و حساب قيمة كل مقدار».

إجمالا، لاحظنا غياب كلي للاعتبارات الخاصة بالغموض و عدم صرامة طريقة التّرميز للمقادير الفيزيائية في مبرّرات تلاميذ القسمين الشّاهدين الذين إختاروا الجواب الصحيح (نعم). و عليه، فاختيار هذه الإجابة الصّائبة يعود أساسا إلى التّوافق الشكلي بين الصيغة الرّمزية المقترحة عليهم مع المحتوى الفيزيائي لقانون إستطاعة تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية. كما يفسّر أيضا بإمكانية القيام بعمليات حسابية باستخدام المعادلة الرّمزية التي تحتوي على الحرف المبهم الدّلالة (C).

الإجابة الخاطئة: لا يمكن إستعمال الصيغة (C=E/t) للتّعبير على مضمون النّص المعطى.

بشكل تقريبي، فإنّ جلّ تلاميذ المجموعتين التّجريبية و الشّاهدة الذين رفضوا توظيف العبارة الرّمزية (C=E/t) للتّعبير على مضمون إستطاعة التّحويل الطاقوي لمصباح قد برّروا إجابتهم الخاطئة بعدم تلاؤم الحرف (C) للدّلالة على الإستطاعة الكهربائية. فبالنّظر إلى رفضهم لتعيين الإستطاعة بهذا الرّمز الحرفي غير المألوف، إعتبرت أغلبية تلاميذ الأقسام التّجريبية و الشّاهدة أنّ العبارة الرّمزية السابقة غير مقبولة للتّعبير على مضمون العلاقة بين الإستطاعة الكهربائية لمصباح بدلالة كل من الطّاقة الكهربائية المحوّلة و المدّة الزمنية المستغرقة في هذا التّحويل الطاقوي.

بالمقابل، كشف هؤلاء التلاميذ أنّ الحرف (P) هو الرّمز الذّي ينبغي إستخدامه لتمثيل إستطاعة التّحويل الطاقوي لمصباح كما يوضّحه التّعليق الصّريح التالي لأحد تلاميذ المجموعة الشّاهدة:

« لأنّ رمز الإستطاعة هو (P) وليس (C). نتيجة لذلك، فالعبارة C= E/t *لا تتوافق مع المحتوى الفيزيائي للنّص المعطى ».*

و عليه، يظهر من خلال تحليل تعليقات هذه الفئّة من التلاميذ أنّ عاملين أساسيين متكاملين قد تدخّلا و أدّيا إلى رفض إستعمال الرّمز الحرفي (C) لتعيّين الإستطاعة الكهربائية لمصباح. يرتبط العامل الجزئي الأول بالقاعدة التي ينبغي تطبيقها في الترميز للمقادير الفيزيائية. فحسب أغلبيّة هؤلاء المتعلّمين، نرمز للمقادير الفيزيائية بطريقة إعتماد الحرف الأول من أسمائها باللغة الأجنبية. في هذا الإطار، كتب تلميذ من الفئة التّجريبية التوضيح التالي:

« لأنّ الحرف (C) لا يمثّل رمز الإستطاعة. تمثّل الإستطاعة بالحرف الأول (P) و لا يمكن إستبدال هذا الرمز برمز آخر في العلاقات الفيزيائية لأنّ كل علاقة لها رموزها الخاصة بها ».

كما أنّ نسبة ذات دلالة من تلاميذ الأقسام التّجريبية و الشّاهدة إعتبروا أنّ إختيار الحرف الأول من

أسماء المقادير الفيزيائية له صفة قاعدة نظامية رسمية في التّعيين الرّمزي لهذه المقادير. في التّبرير الموالي، يبيّن أحد التلاميذ هذا الإعتبار بشكل واضح:

« لأنّ الحرف (C) لا يمثّل رمزا نظاميا للإستطاعة. فالرّمز النّظامي الذي نستعمله في تمثيل الإستطاعة هو (P). هذا الرّمز مشتّق من الإسم: الإستطاعة puissance (الحرف الأول). نرمز للمقادير الأخرى التي تبدأ أسماؤها بنفس الحرف (P) بإضافة حرف ثان للحرف الأول.

مثال: الضّغط pression نرمز له بـ Pr».

فمن خلال أغلب تبريرات إجابات نسبة هامّة من المتعلّمين الذين رفضوا توظيف الحرف (C) لتعيين الإستطاعة الكهربائية لمصباح، يظهر أنّ التّرميز الحرفي للمقادير الفيزيائية يستلزم بالنسبة لهم الإستخدام الإلزامي و العالمي لنفس رموز المقادير الفيزيائية. بعبارة أخرى، يتصوّر هؤلاء التلاميذ أنّ هناك رموزا موحّدة عالميا للدّلالة على هذه المقادير.

في النهاية، من المهمّ أن نشير إلى تسجيل نوع من التردّد وحتى التّناقض أحيانا في تبريرات مجموعة محدودة العدد من تلاميذ القسمين التجريبيين. فعكس التجانس والصّرامة الملاحظتين في تبريرات إجابات تلاميذ القسمين الشّاهدين، قدّمت فئة مؤلفة من 4 تلاميذ من المجموعة التجريبية حججا متناقضة لرفضهم تمثيل الإستطاعة الكهربائية لمصباح بالحرف (C) الذّي لم يتعوّدوا على إستخدامه لهذاالغرض. فمن السّهل إدراك مثل هذا التّناقض في التّبرير التالي لأحد تلاميذ القسم التجريبي 3 م 6:

« لأنّ الحرف (C) لا يمثّل إستطاعة التّحويل لمصباح و الحرف الذي يرمز لذلك هو (P) Puissance و العبارة الرّمزية الصحيحة التي تعبّر على القانون المعطى هي P= E/t. الحرف (P) هو حرف متّفق عليه من طرف وزارة التّربية و هو ليس متّفق عليه عالميا. لقد تعوّدنا على هذه الحروف ».

من خلال هذا التّعليق، يحتمل أن يكون لهذا التلميذ إطلاع على بعض كتب الفيزياء لبلدان أخرى حيث أنّه قد يكون لاحظ عدم الإنتظام في إختيار الرّموز الحرفية الدّالة على المقادير الفيزيائية.

على ضوء مجمل نتائج تقييم الحصّة التّعليمية المنجزة، يمكننا القول بأنّ نسبة محدودة، لكنّها ذات دلالة، من تلاميذ القسمين التجريبيين قد إكتسبوا عناصر معرفية خاصة بالجوانب الإبستمولوجية للتّرميز للمقادير الفيزيائية. كما يظهر أيضا أنّ توظيف هذه المعارف سمح لهذه الفئة من التلاميذ بإعطاء الإجابات الصحيحة و بتبريرها بشكل ملائم نتيجة موافقتهم على إمكانية تمثيل كل من شدّة التيار الكهربائي والإستطاعة لمصباح بحروف عشوائية غير تلك التي تعوّدوا على استعمالها في

التّعيين الحرفي لهذين المقدارين الفيزيائيين في الصياغة الرياضية للعلاقات التي درسوها في مادة العلوم الفيزيائية و التكنولوجيا.

على العكس من هذا التوجه الدّال على رسوخ هذه المكتسبات المعرفية في أذهان هذه المجموعة من المتعلّمين، فإنّ نسبا هامّة من أعداد تلاميذ المجموعة التجريبية قد أعطوا إجابات خاطئة و قدّموا تبريرات مماثلة تقريبا لتلك التي إستخدمها زملائهم في القسمين الشّاهدين. في هذا الإطار، يبرز من خلال تعليقات هؤلاء التلاميذ مدى تمسّكهم بالرّموز الحرفية التي تعوّدوا على استعمالها في الصياغة الرياضية للعلاقات الفيزيائية التي تناولوها في دروس الفيزياء. ففي أغلب الأحيان، يبدو أنّ أغلبية هؤلاء المتمدرسين ينظرون إلى أنّ الرّموز التي تعوّدوا على توظيفها في كتابة المعادلات الفيزيائية ناتجة من تطبيق قواعد إصطلاحية للتّعيين الرمزي لهذه المقادير. كما لعبت ضرورة تمثيل كل مقدار فيزيائي برمز خاص به دورا هاما في تقوية وجهات نظرهم الخاصة بوجود إطار إصطلاحي عالمي للتّرميز الحرفي للمقادير الفيزيائية.

بمقارنة إجابات تلاميذ المجموعتين التجريبية و الشّاهدة، يمكن أن نستنتج أنّ هذا التجريب التعليمي قد أدّى إلى إحداث تأثير إيجابي محدود نسبيا على نمط إدراك تلاميذ القسمين التّجريبيين لطريقة التّرميز للمقادير الفيزيائية حيث نرى أنّ تفسير محدودية هذا التأثير يكمن في قوّة وقع الممارسات البيداغوجية المتعلقة بالتّعيين الرّمزي لهذه المقادير في هذا الطور التعليمي. فبناءا على الخاصية الضّمنية -أي غير المصرح بها- المنتهجة بشكل عام في التّمثيل الحرفي للمقادير الفيزيائية لغرض النّمذجة الرياضية للعلاقات التي تدرّس في مادة العلوم الفيزيائية و التكنولوجيا، فإنّ تأثيرها على إدراك التلاميذ لكيفية التّرميز الحرفي لهذه المقادير تظهر بعض معالمه من خلال التردد و اللاتجانس المسجّلين في تبرير إجابات فئة من تلاميذ المجموعة التجريبية. فهؤلاء المتعلمين يدركون أنّ هناك إشكالية ناتجة عن الغموض الذّي يكتنف التّعيين الرّمزي للمقادير الفيزيائية، لكن، توحي لهم الممارسات البيداغوجية للأساتذة في إختيار الرّموز الحرفية لهذه المقادير بوجود قواعد رسمية لإختيار هذّه الرّموز حيث أن الإستخدام المألوف و بشكل شبه دائم للحروف الأولى من أسماء المقادير الفيزيائية للدّلالة عليها رمزيا أعطى إستقرارا في تصوّر و إدراك التلاميذ لطريقة الترميز الحرفي لها.

يضاف إلى هذه الإعتبارات الرّغبة النفسية الطبيعية للتلاميذ لضمان إستقرار في الرّموز الحرفية للمقادير الفيزيائية حيث يأملون في أن يكون تعيين كل مقدار فيزيائي بحرف وحيد و بصفة دائمة بغية تسهيل فهمهم لمضمون المعادلات الرّمزية للفيزياء.

4.2.2 تقييم الأستاذان للتجريب التعليمي

بعد إجراء التجريب التعليمي، طلبنا من كل أستاذ الإجابة على مجموعة من الأسئلة على شكل بطاقة ملاحظات بهدف إبداء رأيهما حول مختلف الجوانب المكوّنة لهذا النّشاط التّربوي.

من خلال تحليلنا لمحتوى البطاقتين، توصّلنا إلى إستخلاص وجهات نظرهم حسب الجوانب التالية:

- *مدى تلاؤم محتوى الدرس مع مستوى النمو العقلي للتلاميذ:* يرى الأستاذان أنّ محتوى التجريب التعليمي المنفّذ يتوافق مع القدرات العقلية لتلاميذ مستوى الثّالثة متوسط حيث سمح مستوى نموّهم العقلي بالتّفاعل الجيّد مع مضمون الدرس و حصة التّطبيقات من خلال إبداء آرائهم و المشاركة في النّقاش العام و الدفاع على إجاباتهم.

- *توقيت برمجة التجريب التعليمي:* فيما يتعلّق برأيهم حول فترة تقديم الحصّة التّعليمية، فضّل أحد الأساتذة برمجته قبل التّعرض إلى تدريس محتوى المجال الثالث: الظواهر الكهربائية حيث برّر ذلك باحتواء مجال الكهرباء على علاقات رمزية مثل قانون أوم و قانون إستطاعة التّحويل لمصباح كهربائي و الطّاقة.

- *نشاط التلاميذ أثناء الحصّة و درجة تفاعلهم مع المحتوى المقدّم لهم:* أجمع الأستاذان على *الطابع الخاص* الذي ميّز حصة الترميز للمقادير الفيزيائية حيث لاحظا تفاعلا و اهتماما أكثر للتلاميذ بالدّرس مقارنة بدرجة نشاطهم في الحصّص العادية لمادة العلوم الفيزيائية و التكنولوجيا. لتفسير هذا التّفاعل الملاحظ، كتب الأستاذ خلفاوي لقسم 3 م 6 التّعليق التالي:

« في تقديري، يمكن إرجاع هذا التّفاوت بين نشاط التلاميذ في هذه الحصة و بين الحصص العادية إلى عامل نفسي بالدرجة الأولى لعلمهم المسبق من جهة أنّ هذه الحصة خاصّة بالبحث التربوي و بسبب حضور الأستاذ الباحث كملاحظ من جهة أخرى ».

- *مدى إستفادة الأستاذين من محتوى الدرس و رغبتهما في توظيف المعارف المكتسبة لاحقا:* بشكل صريح، أكّد الأستاذان أنّهما قد إستفادا من مضمون هذا التّجريب التّعليمي حيث سمح لهما بالإطّلاع على إشكالية غموض طريقة التّرميز للمقادير الفيزيائية و ضرورة التّركيز على وحدات قياس هذه المقادير لتمكين التّلاميذ من تحديد المقدار الفيزيائي المعيّن برمز حرفي غير معرّف بشكل واضح و بالتّالي تجنّب الوقوع في الفهم الخاطيء لمضامين المعادلات الرمزية للفيزياء.

كما عبّر كلّ منهما على رغبته و إلتزامه بتوظيف المعلومات التّي إكتسبوها من هذا العمل مستقبلا في تدريسهم للفيزياء و هذا لتنبيه التّلاميذ إلى غموض قواعد الترميز للمقادير الفيزيائية و ضرورة تعاملهم الحذر مع هذه الرّموز الحرفية.

أخيرا، تمّ إقتراح إدماج عناصر من هذا النشاط التّعليمي في برامج مادة العلوم الفيزيائية و التكنولوجيا لطور التّعليم المتوسط و كذلك تنبيه الأساتذة إلى هذه الإشكالية من خلال التّنسيق مع مفتشي هذه المادة لبرمجة هذا المحتوى التعليمي في الأيام التكوينية المنظّمة دوريا لصالحهم.

كما أشار الأستاذان إلى عدم وجود مراجع علمية أو وثائق تربوية خاصّة بغموض طريقة الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية وتمّ إكتشافهما لذلك في مرحلة بحثهما على وثائق تكميلية خاصّة بموضوع التجريب التعليمي المبرمج لغرض تحضيرهما الإضافي لتقديم محتوى هذا العمل التربوي.

خاتمـة

بهدف تمكين تلاميذ السنة الثالثة من طور التّعليم المتوسط من الإكتساب المبكّر لحدّ أدنى من العناصر المعرفية للترميز للمقادير الفيزيائية، تمّ تصميم وتنفيذ حصتي الدرس والتطبيقات لفائدة عيّنة من المتعلمين تتكوّن من قسمين تجريبيين. فقد تميّز إنجاز هذا النشاط التعليمي بحيويّة وديناميكية غير عاديتين نتيجة مشاركة أغلبيّة هؤلاء المتمدرسين في النّقاش وهذا بالنّظر إلى الطريقة البيداغوجية البنائية المنتهجة في تقديم الدّرس والمرتكزة على طرح الإشكالية و فتح المجال للتلاميذ للنّقاش و النّقد للدفاع عن إختياراتهم و للسعي لإيجاد حلاّ جماعيا لهذه الإشكالية.

يظهر من نتائج تقييم هذا العمل التجريبي تحقيق تحسّن محدود نسبيا لدى تلاميذ المجموعة التجريبية مقارنة بإجابات نظرائهم في القسمين الشّاهدين. فبالرّغم من تواضع الجانب الكمي للتّحسن المسجّل، فإنّ تبريرات إجابات فئة من التلاميذ التجريبيين تدلّ على إستيعابهم للمعارف الخاصة بالجوانب الإبستمولوجية للترميز للمقادير الفيزيائية. في هذا الشّأن، يعتبر هذا التحسن النّوعي الملاحظ بعد إنتظار مدّة زمنية قاربت خمسة أشهر من إنجاز الحصة التعليمية مشجعا للمسعى المتبني القائم على الكشف المبكّر و الصّريح للتلاميذ عن غموض كيفية التعيّين الحرفي للمقادير الفيزيائية و تزويدهم بالحدّ الأدنى من الأدوات التي تسمح لهم بتحديد مدلول الرّموز الحرفية التي قد تكون مبهمة الدّلالة.

فعلى ضوء هذه البيانات، يبدو لنا أن تدعيم المكتسبات المعرفية لتلاميذ القسمين التّجريبيين وتحسين الجانب الكمي للنتائج المحقّقة يتطلب حتما إعطاء إمتدادا زمنيا لتوظيف العناصر المعرفية التي إستوعبها هؤلاء التلاميذ. بعبارة أخرى، نرى أن التدخل التعليمي النقطي، أي المحدود زمنيا، له مفعول محدود على نمط إدراكهم لطريقة التعيين الرّمزي للمقادير الفيزيائية لأنّ التأثير المحقّق قد يزول تدريجيا مع مرور الزمن لدى نسبا معتبرة منهم .

في هذا الإتجاه، فإنّ التّذكير المتكرّر بالخاصية الغامضة لطريقة الترميز للمقادير الفيزيائية و إستعمال التحليل البّعدي للمعادلات الفيزيائية في تدريس الفيزياء بإمكانهما ضمان ترسيخ أكبر و دائم في أذهان التلاميذ للمحتوى الرئيسي للعمل التجريبي الذي تمّ إنجازه في هذا البحث التعليمي.

خـاتمـة عـامّـة

على أساس إعتبارها تمثّل أداة مختصرة للتعبير على المحتوى الفيزيائي للعلاقات الفيزيائية، ساهم الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية بشكل هام في سيرورة النّمذجة الرياضية لهذه العلاقات. فمنذ بدايات القرن 19 م تقريبا، أصبحت الرّموز الحرفية للمقادير الفيزيائية تشكّل مركبة أساسية في الصّياغة الرياضية لقوانين و تعاريف النظريات الفيزيائية حيث أن هذه العملية تؤدّي إلى المساهمة الحاسمة في اكتساب هذه النظريات لقدرة تنبّؤية معتبرة و قابلة للتّمحيص التجريبي من خلال توقّع حدوث ظواهر جديدة وفق قوانين فيزيائية محدّدة.

تاريخيا، سمح الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية بتجاوز الفيزيائيون للنقائص و التناقضات المتعدّدة التي نتجت من استخدام مفردات اللغة الأدبية للتّعبير على مضامين العلاقات الفيزيائية حيث يفسّر عدم تلاؤم هذه الكلمات للدّلالة على محتوى التعريفات و القوانين الفيزيائية من خلال الخصائص الذّاتيـة للغة الأدبية و التّي تجعل منها غير قادرة على ترجمة الدّقة والخصوبة المميّزتين للعلاقات الفيزيائية.

فبالنّظر إلى هذه الإعتبارات الإبستمولوجية و التاريخية، من المنطقي التأكيد على الأهميّة الكبيرة للتّعيين الرّمزي للمقادير الفيزيائية في التنقيل التعليمي للفيزياء و ذلك من خلال التعبير على العلاقات الفيزيائية بمعادلات رمزية لأنّ تدريس الفيزياء يتطلّب بالضرورة إستخدام اللغة الرّمزية التي تسمح بالصياغة الرياضية الكمية لهذه العلاقات.

فاعتمادا على تبني الفيزياء للغة الجبرية، حرصنا في هذا البحث على تحليل الجوانب الدّلالية لعملية الترميز المستخدم في تمثيل المقادير الفيزيائية حيث تدلّ المعطيات التي توصّلنا إليها على أنّ هذه الحروف لها مبدئيا صفة « إشارات» عشوائية و ليست رموزا محفّزة نتيجة غياب أيّة علاقة تماثل أو تشابه في المضمون أو في الشكل بين الدّال المتمثّل في الحرف المختار والمدلول المتعلّق بالمقدار الفيزيائي الذي تمّ تعيينه رمزيا. فبالنّظر إلى هذه الخاصية الدّلالية الأساسية، فإن تسمية « الرموز» التي ألفنا استعمالها للتعبير على الحروف المختارة لتمثيل المقادير الفيزيائية غير مناسب لأنّ هذه الحروف غير محفّزة و اختيارها يكون خاضعا عادة لاعتبارات لغوية أو تربوية بحتة.

من جانب آخر، يتطلّب الإستخدام المشترك للصيغ الرّمزية المعبّرة على العلاقات الفيزيائية من طرف جميع المتدخلين في ميدان الفيزياء كالبّاحثين و الأساتذة و المتعلمين الكشف الصّريح عن طريقة التّمثيل الحرفي للمقادير الفيزيائية. في الحقيقة، تظهر أكثر ضرورة توضيح هذه القواعد في الممارسات التعليمية للفيزياء من خلال التّعامل المتواتر للمتعلمين بالمعادلات الرّمزية للفيزياء وأهمية

تسيير الأساتذة للوقت التّعليمي، ممّا يفرض ضمان نوعا من الإستقرار في إختيار الحروف المستعملة في الصياغة الرياضية للعلاقات الفيزيائية. فاستجابة لهذه المتطلّبات، وجب علينا الإهتمام بشكل صريح بطريقة إختيار حروف تعيين المقادير الفيزيائية.

في الواقع، يظهر أنّ هذه المتطلّبات البيداغوجية تصطدم بالطّابع الغامض لطريقة التّعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية. فعلى عكس خضوع الترميز لوحدات القياس و للعناصر الكيميائية في تدريس هذه المضامين لقواعد تمثيل رسمية صريحة و عالمية، فإنّ هذه العملية الخاصة بالمقادير الفيزيائية يكتنفها الغموض، ممّا نجم عنه تذبذب نسبي في الحروف المستخدمة عادة في تمثيل هذه المقادير.

لفهم هذا التناقض في خصائص طريقة الترميز للمقادير الفيزيائية من جهة، و تلك المتعلّقة بالتّعيين الحرفي لوحدات القياس و للعناصر الكيميائية من جهة أخرى، قمنا بتحليل هذا النشاط الترميزي للمكوّنات الثلاثة السابقة للعلوم الفيزيائية في مجموعة من الكتب الأصلية و المعروفة للعلوم الفيزيائية التي تمّ نشرها خلال القرنين 18 م و 19 م. في هذا الإطار، إستنبطنا أنّ هذه العملية تتميز بالضّمنية لأنّ التّعيين الرّمزي غير المنتظم لهذه المقادير بقاعدة إعتماد الحرف الأول لإسم كلّ منها عادة ما يكون بشكل غير مصرّح به. أكثر من هذا، سجّلنا وجود إستثناءات عديدة و متكرّرة في تطبيق تمثيل المقادير الفيزيائية باعتماد الحرف الأول من إسم كل مقدار. في هذه الظروف، إذا حقّ لنا القول بوجود إطار إصطلاحي للترميز للمقادير الفيزيائية، فإنّه هذه الإصطلاحية لن تكون إلاّ متميّزة بغموض و عدم صرامة محرجين للتلاميذ.

بالمقابل، لاحظنا إنتظاما بارزا في التّعيين الرّمزي لوحدات القياس و للعناصر الكيميائية وفق قواعد صريحة و رسمية في كتب الفيزياء و الكيمياء التي إخترناها كعيّنة للتحليل حيث نتج عن اتّباع هذه الطريقة الترميزية إستقرارا لافتا للإنتباه في الحروف المعتمدة لتعيين هذه الموجودات الخاصة بالعلوم الفيزيائية و ديمومة في توظيفها لكتابة كل من وحدات القياس و المركبات الكيميائية.

في نفس الإتجاه، سمح لنا البحث عن عناصر تفسيرية تكميلية لحالة الغموض الخاصة بكيفية الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية في الكتب السابقة بالاعتماد على تحليل مراجع ذات علاقة بالسّياقات التاريخية لهذا النّشاط الترميزي بالتوصل إلى تحديد بعض العوامل التي ساهمت بشكل أو بآخر في فرض هذه اللوضعية التاريخية الغامضة. فمن جهة، أدّى تركيز جهود فيزيائيي النّصف الثاني من القرن 18 م و بدايات القرن 19 م بالأخص على إنشغالات مرتبطة بالجوانب النّظرية للفيزياء إلى إغفال الإهتمام بطريقة التّعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية حيث يبدو أنّ هذا النشاط تمّ إعطاؤه قيمة ثانوية نتيجة إعتبار الرّموز الحرفية المختارة كأداة فقط مصاحبة للصياغة الرياضية للعلاقات الفيزيائية.

يضاف إلى هذا العامل الهام غياب الإرتباط المباشر للتّمثيل الرّمزي للمقادير الفيزيائية برهانات إقتصادية و إجتماعية كحالة وحدات القياس و المركبات الكيميائية و التّي شكّلت تاريخيا مركز نزاع و نقاش في المجتمعات الأوروبية بالأخص، ممّا إستوجب إيجاد الحلول الرسمية و النهائية لجميع الجوانب المتعلّقة بما فيها التّمثيل الرّمزي لكل منهما بهدف توظيف الرّموز الحرفية المختارة في ميدان التواصل العلمي و الصناعي.

من جهة أخرى، يمكن إعتبار الطابع الإبستمولوجي الخاص لمفهوم المقدار الفيزيائي والذي يتميّز بالتّزايد المستمر لعددها بدلالة الإحتياجات التنظيرية للفيزيائيين نتيجة بروز ظواهر فيزيائية و قوانين جديدة كعامل مساهم في غموض طريقة التّعيين الحرفي لهذه المقادير. فيبدو أنّ هذا التّزايد في عدد المقادير الفيزيائية جعل من التّحديد الأوّلي لرموزها الحرفية مهمّة صعبة إن لم نقل أنّها مستحيلة.

على أساس هذه المعطيات، يمكن أن نعتبر أنّ الغموض الذي يميّز الممارسات البيداغوجية للتّرميز الحرفي للمقادير الفيزيائية هو إنعكاس موضوعي لكل من الخاصيّة الإبستمولوجية لهذه المقاديرالمتمثّلة في تزايد عددها بشكل مستمر و الظروف التّاريخية لتطوّر الفيزياء عموما و النّمذجة الرياضية للعلاقات الفيزيائية بالأخص. يضاف إلى هذين العاملين الأهميّة التاريخية المحدودة نسبيا للرهانات الإقتصادية و الإجتماعية المباشرة للتتمثيل الرمزي للمقادير الفيزيائية.

في كل الحالات، فإنّ الإستخدام المألوف للتّرميز الحرفي للمقادير الفيزيائية في تعليم و في تعلّم مضامين المعادلات الرّمزية للفيزياء يستدعي منّا التّطرق إلى تحليل نمط إدراك التلاميذ لطريقة التّعيين الحرفي لهذه المقادير حيث بحوزتنا بيانات سابقة حول تبرير أغلبيّة هؤلاء المتعلمين لقراءتهم التّلقائية المفخّخة للمدلول الفيزيائي للرّموز التي تتألّف منها المعادلات الفيزيائية على أساس وجود إطار إصطلاحي للتّمثيل الرمزي لهذه المقادير.

ففي شأن مدلول الإصطلاحية المستخدم من طرف هؤلاء الثانويين لتبرير إعطائهم لكل رمز حرفي مضمون فيزيائي محدّد و نهائي بغضّ النّظر عن سياق المعادلة التي يتواجد فيها هذا الرّمز، يمكن تعريف هذا المفهوم في ميدان العلوم على أساس أنّه عبارة عن مقاربة جماعية لاعتماد مجموعة من القواعد الصريحة والمتّفق عليها عالميا أو جهويا حيث تسمح هذه الأخيرة بتوحيد الإختيارات الممارسة في دراسة العلوم . فبعبارة أكثر وضوحا، تتعلّق الإختيارات المعتمدة بتحديد المدلول العلمي للكلمات والإتفاق على وسائل التّرميز الحرفي و اللاحرفي و إختيار الإتجاهات والمستويات المرجعية لتوحيد المقاربات المتّبعة في دراسة ظواهر مجال علمي معيّن.

فيما يخص إدراك هؤلاء التلاميذ لمفهوم الإصطلاحية التي يتصوّرون أنّها مؤطّرة للتّرميز للمقادير

الفيزيائية، يظهر من البيانات التجريبية التي تحصّلنا عليها من خلال استعمال إستبيان كتابي أنّ أغلبية المتعلمين المستجوبين يدركون مفهوم الإصطلاحية في مجال العلوم بشكل صحيح جزئيا حيث يعود إدراكهم الصائب جزئيا لهذا المفهوم في ميدان العلوم إلى خلط نسبة ذات دلالة منهم بين تبنّي إختيار من بين عدّة إختيارات ممكنة و اعتماد المعطيات العلمية كقبول القوانين العلمية الموضوعية المستقاة من دراسة الواقع. في الواقع، لا يوجد مجال لإختيار الحقائق العلمية التي تشكّل مضمون القوانين العلمية لأنّها تعبّر على إنتظامات في حدوث الظواهر الطبيعية و وجودها غير مرتبط بالأطر الإصطلاحية المعتمدة من طرف العلماء.

كما يظهر أيضا أنّ هناك شبه إجماع للتّلاميذ المفحوصين على اعتبار أنّ الإختيارات الإصطلاحية لها أهميّة كبيرة في بناء العلوم لأنّها، حسبهم، تساهم في تسهيل تبادل المعارف العلمية بين العلماء والباحثين وفي تعلّم هذه العلوم، ممّا يؤدي بالضّرورة إلى ضمان تطوّر و رقيّ مختلف العلوم.

فعلى أساس هذه الأهميّة المعتّبرة، ترى أغلبيّة هؤلاء الثانويين أنّ تطبيق القواعد الإصطلاحية من طرف جميع المتدخلين في ميدان علمي ما له طابع إلزامي حيث أنّه من شأن هذه الإلزاميّة توحيد المقاربات التي يستخدمها الفيزيائيون في دراسة المسائل العلمية و في تدريسها أيضا.

في موضوع إصطلاحية التّرميز للمقادير الفيزيائية، يتضمّن الإطار الإدراكي الضّمني لأغلبية التلاميذ الذين أجابوا على أسئلة الإستبيان تصوّرهم لوجود قواعد محدّدة متّفق عليها و التي على أساسها يتمّ إختيار رموز هذه المقادير. في هذا الإطار، إعتبر هؤلاء التلاميذ أنّ التّعيين الرّمزي للمقادير الفيزيائية يكون بتطبيق قاعدة إختيار الحرف اللاّتيني الأول من أسماء المقادير الفيزيائية حيث يشترطون أن لا يؤدّي تطبيق هذه القاعدة «الإصطلاحية والعالمية» إلى إحداث خلط في التّعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية وذلك بتفادي تمثيل أكثر من مقدار فيزيائي بنفس الحرف. لكن، كيف تتصوّر أغلبيّة التلاميذ لطريقة التّمثيل الحرفي للمقادير الفيزيائية التي تبدأ أسماؤها بنفس الحرف اللاّتيني ؟

أمام هذه الوضعية - الإشكالية المحرجة و لتحقيق الوضوح المطلوب في التّرميز للمقادير الفيزيائية، أشارت أغلبيّة هؤلاء المتعلمين إلى وجود إمكانيتين لبلوغ هذا الهدف حيث تتضمّن الإستراتيجية الأولى إستعمال نمط كتابة مختلف. ففي هذه الحالة، يكتب أحد الرّموز الحرفية المتماثلة بالنّمط الكبير (majuscule) ويستخدم النّمط الصغير (minuscule) في كتابة الحرف المماثل الذي يدل على المقدار الفيزيائي الآخر. كما إقترحت فئة أخرى من التلاميذ إستراتجية ثانية مرتكزة على إضافة حرف ثان إلى الرمز الحرفي المختار لتعيين إحدى المقادير الفيزيائية التي تبدؤ أسماؤها بنفس الحرف. فعلى

أساس إستخدام هاتين الإستراتيجيتين، يظهر أن هؤلاء الثانويين قد تمكّنوا من تحقيق التوافق المطلوب بين القاعدتين الإصطلاحيتين المذكورتين سابقا اللّتان تؤطّران حسبهم، التّمثيل الرمزي للمقادير الفيزيائية. كما يظهر أيضا من تعليقات أغلبيّة التلاميذ المستجوبين درجة الصّعوبات التي يصادفونها في إدراك المدلول الفيزيائي لنفس الرّموز الحرفية المستخدمة في الصّياغة الرياضية للعلاقات الفيزيائية. و عليه، فإنّهم قد ألحّوا على ضرورة التّمييز الترميزي الواضح بين المقادير الفيزيائية و ذلك من خلال العمل بالإستراتيجيتين الموضّحتين سابقا.

من جانب آخر، بالنّظر إلى أنّ التّعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية لا يشكّل موضوعا للتدريس في مقرّرات مادة الفيزياء لطوري التعليم المتوسط و الثانوي، تطرّقنا إلى البحث عن العناصر التّفسيرية المحتملة التّي أدّت إلى النّمط الإدراكي للتلاميذ لاصطلاحية التّعيين الرّمزي للمقادير الفيزيائية. في هذه النقطة، تدّل التوجهات العامة المستنتجة من إجابات عيّنة من هؤلاء المتمدرسين أنّ طريقة التّمثيل الرّمزي لوحدات القياس و للعناصر الكيميائية لها تأثير محسوس على تقوية إدراك أغلبيّة التلاميذ لكيفية الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية. بشكل أكثر تفصيل، يبرز من تحليل تبريرات التّعليقات التي قدّمتها نسبا هامّة من الثانويين المستجوبين نظرتهم للطابع الموحّد لقواعد الترميز الحرفي لكل من المقادير الفيزيائية و لوحدات قياسها و للعناصر الكيميائية. و عليه، نرى أنّه على أساس أن التّعيين الرّمزي لوحدات القياس و للعناصر الكيميائية هو جزء من المحتوى التعليمي الرسمي المدرّس للتلاميذ في مقرّرات العلوم الفيزيائية في طوري التعليم ما بعد الإبتدائي، فإنّ هؤلاء المتعلمين يتصوّرون أنّ التّعيين الحرفي لهذه الموجودات الثّلاثة للعلوم الفيزيائية يخضع لنفس القواعد الموحّدة و العالمية. هكذا، يمكن القول أنّه حدث تنقيل للقواعد الإصطلاحية الصّريحة و الرّسمية و العالمية للتّمثيل الرّمزي لكل من وحدات القياس و العناصر الكيميائية إلى مجال الدّلالة على المقادير الفيزيائية بحروف.

فعلى أساس معطيات التحليل النّظري لموضوع الأطروحة، يتبيّن لنا أنّ النّمط الإدراكي للتلاميذ الخاص لطريقة التّرميز الحرفي للمقادير الفيزيائية يمثّل «إنعكاسا طبيعيا» لوضعية واقعية لها أصول تفسيرها في تاريخ تطوّر الفيزياء و في طابعها الفلسفي المميّز.

فبالنّظر إلى الغموض الذي يسود طريقة التّرميز الحرفي للمقادير الفيزيائية، سنحاول فيما يلي تقديم عناصر إجابة للتّساؤل الرّئيسي المطروح في مقدّمة هذه الدراسة التعليمية الخاصّة بتفسير القراءة التّلقائية و المغالطة للأغلبيّة المطلقة من تّلاميذ مرحلة التعليم الثانوي و طلبة بداية الطور الجامعي للمدلول الفيزيائي للرّموز التي تستخدم عادة في تمثيل المقادير الفيزيائية في الصياغة الرياضية

للقوانين و للتعاريف الفيزيائية.

فبداية، نرى أنّه بالإضافة إلى الغموض المؤسّساتي لطريقة إختيار رموز المقادير الفيزيائية الناتج عن عوامل تاريخية و إبستمولوجية، يمكن التفسير الجزئي لهذا السلوك الجماعي للمتعلمين من خلال الأخذ بعين الاعتبار لعوامل أخرى ذات طبيعة نفس- معرفية. فبصفتها أداة لتعيين المضامين، تؤدي رؤية الإشارات الحرفية المستعملة لتمثيل المقادير الفيزيائية إلى إثارة آلية للصّورة المخزّنة في ذاكرة التلميذ الخاصة باسم المقدار الفيزيائي المستهدف بالتّمثيل الرّمزي باختيار الحرف اللاّتيني الأول من اسمه. فعلى أساس السيرورة الذهنية المعقّدة للإدراك، فإنّ الإستخدام المنتظم والمتكرّر لنفس الحروف لتمثيل المقادير الفيزيائية يكون له تأثير حاسم في مرحلة تذكّر المتعلم للمدلول الفيزيائي لهذه الإشارات التخطيطية اللّسانية حيث يكون إدراك مضمون هذه الرّموز الحرفية أكثر سهولة كلّما كان تواتر إستخدام نفس هذه الحروف عاليا. و منه، تصبح عملية إدراك مدلولها شبه آلية نتيجة قوّة تعوّد المتعلمين على توظيفها المتكرّر في الصياغة الرياضية للعلاقات الفيزيائية.

يضاف إلى هذا العامل النفسي الهام عامل آخر لتفسير هذه القراءة المباشرة لمضمون الحروف المختارة للترميز للمقادير الفيزيائية. في الحقيقة، يبدو أنّ هذا النّمط من الإدراك يتوافق مع اعتبار أغلب التلاميذ للحروف الممثّلة عادة للمقادير الفيزيائية كرموز محفزّة حيث يقتضي هذا التّحفيز وجود علاقة مبرّرة بين الحرف المختار و المقدار الفيزيائي المعني بالتّمثيل الرمزي. فنظرا لتلاؤم مفهوم الرّمز للتّعبير على التّصورات الفردية، يلجأ التلاميذ إلى إحداث «إنزلاق دلالي» من خلال تغيير الطبيعة الدّلالية للحروف العشوائية المستخدمة في تعيين المقادير الفيزيائية و إعطائها صفة الرّموز المحفّزة. من هذا المنظور و على خلاف مفهوم الإشارة المؤهل للاستعمال في التواصل الجماعي لقدرته على تعيّين أعداد هائلة من المضامين العلمية بالأخص، فإنّ «إلصاق» صفة الرّمز المحفّز للحروف العشوائية الدّالة على هذه المقادير من شأنه التّقليل من القدرة التّعيينية الكبيرة و المحرجة، بالنسبة للتلاميذ طبعا، لهذه الحروف. هكذا يرى هؤلاء المتمدرسين أنّ الحروف المستعملة ليست عشوائية بل مختارة وفق قواعد إصطلاحية عالمية، ممّا ينتج عنه إدراكهم لإختيار محدّد لهذه الرموز الحرفية و بالتالي يعطيهم إنطباعا خاطئا عن درجة إستقرار توظيف هذه الرّموز الحرفية في كتابة العلاقات الفيزيائية على شكل معادلات رمزية.

فبالنّظر إلى التّداعيات السلبية الكبيرة على التلاميذ التي يمكن أن تترتّب عن إدراكهم التّلقائي غير الصحيح بالضرورة و المفخّخ لمدلول الرّموز الحرفية المستعملة عادة في الصّياغة الرّمزية للعلاقات الفيزيائية، ممّا يؤدي إلى عدم فهمهم الصّائب للمضمون الفيزيائي لهذه العبارات الجبرية، فإنّه من

الضروري البحث عن أفضل السّبل للتكفّل المناسب بالصعوبات التّعليمية الناجمة عن النّمط الإدراكي للتلاميذ الخاص بالمدلول المحدّد و النّهائي للرّموز الحرفية الدّالة على المقادير الفيزيائية.

في هذا الإتجاه، يهدف التجريب التعليمي الذّي تمّ إنجازه إلى الإكتساب المبكّر للتلاميذ لمعارف حول الإشكالية المطروحة والتحكم بالحدّ الأدنى في الطرائق المناسبة التي تسمح لهم بالكشف عن المدلول الفيزيائي الممثّل بحرف مبهم أي غير معرّف المضمون بشكل صريح لغرض تمكينهم من الفهم الملائم لمضمون العلاقات الفيزيائية المصاغة على شكل عبارات رمزية.

يظهر من نتائج تقييم هذا العمل التجريبي الذّي إستفاد منه فوجين تربويين من تلاميذ السنة الثالثة متوسط حصول تحسّن ملحوظ لدى فئة محدودة نسبيا من التلاميذ التجريبيين مقارنة بنظرائهم في القسمين الشّاهدين. فبعد خمسة أشهر تقريبا من إجراء هذا العمل التعليمي، تؤكّد تبريرات إجابات فئة تقارب ربع عدد هؤلاء المتعلمين التجريبيين على مدى إستيعابهم للمعارف التي تضمّنها درس الترميز للمقادير الفيزيائية. في هذا الإطار، نرى أن تقويّة وتدعيم المعارف التي إكتسبها التلاميذ و تحسين الجانب الكمّي لنتائج تقييم الحصة التعليمية المنجزة يقتضيان الديمومة الزمنية في التذكير بمضمون الدرس المنجز والإستعمال المتكرّر لمسعى التحليل البعدي لتمكين أكبر عدد من المتعلمين من السيطرة الدائمة على المعارف و الكفاءات العملية التي تضمّنها هذا التجريب التعليمي.

فيما يخص التحليل البعدي للمعادلات الفيزيائية و الذي لم نجد له أثرا في محتويات كتبنا المدرسية للفيزياء، فإنّ العديد من الفيزيائيين و المهتمين بتدريس الفيزياء قد أشاروا في بحوثهم إلى أهميّته العلمية و البيداغوجية (روماني Romani، 1975/ سيريرو Serrero، 1987/ سيفارديار Sivardière، 1988/ ليفي- لوبلان Lévy- Leblond، 1998). فمن الناحية البيداغوجية، فإنّ التحليل البعدي للمعادلات الفيزيائية يلعب دور أداة في متناول التلميذ لمساعدته على التّحقق من صحة العبارات الرّمزية للفيزياء من خلال تحقيق مبدأ التّجانس البعدى لطرفي المعادلة المعبّرة على العلاقة الفيزيائية المصاغة رياضيا و كذلك تعريف وحدات القياس المشتقّة بدلالة الوحدات الأساسية الرسميّة.

عمليا، ينبغي إعطاء فرصا للتلاميذ لتوظيف هذه الطريقة البعدية في حل التمارين و يكون ذلك بشكل مستمر. فباعتبارها من طرف ليفي- لوبلان كطريقة بسيطة و عميقة و فعّالة في تدريس الفيزياء، يمرّ الأخذ بعين الإعتبار للأهميّة التعليمية لهذه المقاربة عبر الخطوة الأولى التّي تتمثّل في إكتساب أساتذة مرحلة التعليم المتوسط لرصيد معرفي و تاريخي خاص بالتّرميز الحرفي المستخدم في العلوم الفيزيائية لتعيين كلّ من المقادير الفيزيائية و وحدات قياسها و العناصر الكيميائية. في هذا الإتجاه، فإنّ إدماج هذه العناصر المعرفية في برامج التّكوين الجامعي للطلبة الأساتذة في المعاهد المتخصّصة

و في المدارس العليا من شأنه تمكين هؤلاء الأساتذة من الاستعداد المسبق للتكفّل بالصعوبات التي يتلقّاها التلاميذ في تعلّمهم لمضامين المعادلات الفيزيائية.

كما أنّ إستغلال الأيام الدراسية و الملتقيات التّكوينية التي ينظمها دوريـا المفتشون المشرفين على متابعة أنشطة الأساتذة المدرّسين لمادة العلوم الفيزيائية والتكنولوجيا لتقديم عناصر معرفية حول الغموض الذّي يكتنف التّعيين الرّمزي للمقادير الفيزيائية يمثّل الخطوة الأولى المباشرة التي ستسمح بالتصدي المبكّر لصعوبات فهم التلاميذ لمضامين المعادلات الرّمزية للفيزياء حيث نرى أنّه باستطاعة هذه الإستراتيجية إعطاء هؤلاء المتعلمين نوعا من الحيطة و التحصين الأوّلي من العواقب السلبية الناتجة عن القراءة التّلقائية المباشرة لرموز المقادير الفيزيائية المستخدمة في النمذجة الرياضية للقوانين و التعاريف الفيزيائية.

إضافة إلى هذه الجوانب التعليمية الهامة، تسمح أيضا هذه الطريقة من إخراج الترميز للمقادير الفيزيائية من الضمنية المميّزة له حاليا والتي أدّت بشكل أو بآخر إلى ديمومة غموض طريقة التّعيين الحرفي للمقادير الفيزيائية لنجعل من هذه العملية الدّلالية موضوعا مكشوفا لتدريسه رسميا في مقرّرات العلوم الفيزيائية. في الحقيقة، فإنّ هذه التّوصية لا تخص فقط التّرميز للمقادير الفيزيائية لأنّ هناك عددا من الجوانب الأساسية التي تدخل في دائرة الممارسات التعليمية الضمنية مثل الثوابث الفيزيائية وعلاقتها بالزمن و الإشارات (+) و (-) الخاصة بأقطاب المولدات الكهربائية (فيينو Viennot، 1982/ جوهزيا Juhsua، 1983 / بن صغير Benseghir ،1993).

لا يفوتنا أن نشير إلى أنّ هذا العمل التحليلي يمثّل نموذجا من بين دراسات أخرى حتما، توضيحيا للأهمية و للتطبيقـات التعليمية لدراسة تاريخ العلوم بهدف التوصل للفهم المعمّق لصعوبات تعلّم التلاميذ للمفاهيم الأساسية لهذه العلوم و للبحث عن الأساليب البيداغوجية المناسبة للتّكفل بها.

في الأخير، نشير إلى أنّ هناك بعض الجوانب الأخرى المتعلّقة بإدراك التلاميذ لمدلول المعادلات الفيزيائية و التي لم نتمكّن من تحليلها في هذه الأطروحة. على سبيل المثال، نذكر مفهوم المتغيّر بصنفيه المستقل و التّابع في العلاقة الفيزيائية المنمذجة رياضيا و فهم علاقة التغيّر الناتجة عن موقع و طبيعة كل متغيّر في المعادلات الفيزيائيـة. بالإضافة إلى هذا، نرى أن التمسّك الملاحظ لدى أغلبية التلاميذ بالمعادلات الفيزيائية يفرض علينا تحليل وجهة نظرهم لدور هذه الصيغ الرّمزية في دراسة الظواهر الفيزيائية. من هذا المنظور، نجد مهما تمحيص مدى قدرة التلاميذ و الطلبة على التّمييز بين المعادلات الرّمزية التي تعبّر على قوانين و تلك التي تترجم رياضيا تعاريف فيزيائية.

فمن المنتظر أن تشكل هذه الجوانب مستقبلا موضـوع دراسة تكميلية لهذا البحث لهدف تحقيق فهم أوسع وأعمق للعوامل التي أدّت إلى تلقي التلاميذ لصعوبات في تعلّمهم لمحتوى المعادلات الفيزيائية.

قائمــة المراجـع

ALLEAU R. (1958). *De la nature des symboles*. Éditions Ernst Flammarion, Paris.

ALLEAU R. (1976). *La science des symboles*. Éditions Payot, Paris.

AMADO LEVY- VALENSI É. (1978). *La nature de la pensée inconsciente*. Éditions universitaires Jean- Pierre Delarge, Paris.

ANZIEU D. ; KAES R. (1977). *Psychanalyse et langage, du corps à la parile.* Éditions Bordas, Paris.

ASSOCIATION FRANCAISE DE NORMALISATION. (1999). *Catalogue AFNOR des normes pour se mesurer*. Imprimé en France JOUVE, Paris.

BAHIER D. ; COUCHOURON M. ; GAL P.- Y. ; GORZA M.- P. ; TEXIER A. ; BARDING C. (1991). Une exploration des difficultés des étudiants en cinématique et mécanique du point matériel. *Bulletin de l'Union des Physiciens,* № 738, p. 1399-1417.

BAYLON C.; FABRE P. (1975). *Initiation à la linguistique*. Éditions Fernand Nathan, Paris.

BAYLON C. ; MIGNOT X. (2000). *Initiation à la sémantique du langage,* Éditions Nathan, Paris.

BECQUEREL ; BECQUEREL E. (1855). *Traité d'électricité et de magnétisme*, Tome . premier : *Electricité, principes généraux*. Libraire de Firmin Didot Frères, Paris

BENJAMIN R. (1783). *Nouveaux principes d'artillerie*. Traduits de l'allemand, avec des notes par M. Lombard, Editions A. DIJON chez L. N. frantin.

BENSAUDE- VINCENT B. (1994). *Méthode de nomenclature chimique*. Éditions du Seuil, Paris.

BENSEGHIR, A. (1993). Signes + et -: perception du circuit électrique. *TREMA,* I.U.F.M de Montpellier, 3-4, p.19-26.

BLANCHÉ R. (1948). *La science physique et la réalité. Réalisme, positivisme, mathématisme*. Éditions PUF, Paris.

BLANCHÉ R. (1955). *L'Axiomatique*. Editions Presse Universitaire de France, Paris.

BLANCHÉ R. (1957). *Introduction à la logique contemporaine*. Éditions Libraire Armand Colin, Paris.

BONNET C.; GHIGLIONE R.; RICHARD J.- F. (1989). *Traité de psychologie cognitive 1*. Editions Dunod- Bordas, Paris.

BORELLA J. (1989). *Le mystère du signe*. Éditions Maison- Neuve Larose, Paris.

BORELLA J. (2004). *Histoire et théorie du symbole*. Éditions l'Age d'Homme, Lausanne.

BOULDOIRES B. (1991). Les notations symboliques relatives à l'énergie dans quelques manuels de science physiques. *Actes du 1er séminaire national de recherche en didactique des sciences physiques,* Grenoble, France.

BRANLY É. (1905). *Cours élémentaires de physique*. 5ème édition, Chez Vve CH. Poussielgue éditeur, Paris

BREKLE H.-E. (1972). *Sémantique*, Éditions Armand Colin, Paris.

BROGLIE L. (De) ; DESTOUCHES-FEVRIER P. (1951). *La structure des théories physiques*. Éditions P. E. F, Paris.

BUNGE M. (1975). *Philosophie de la physique*, Éditions du Seuil, Paris.

BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES. (2006). *Le système international d'unités*. 8ème édition, [en ligne]: http:// bipm.org/fr/si/si_brochure/… document consulté le: 02/02/2009.

CAJORI F. (1928). *A history of mathematical notations*. Vol. 1 et 2. Edited by Paquin Printers, Chicago.

CALMETTES B. (1992). Acquis en électrocinétique à courant continu. *TREMA,* I.U.F.M de Montpellier, № 3- 4, p.37- 48.

CHAFFEE, E. -L; FOSTER Q. –Z; GQLE G. –O; JONES Q.- T; LENZEN V. – F; MITCHELL ROLLER D. ; HUGUES H. –K. (1938). Letter symbols for physics. *American Journal of physics.* Vol. 6, p. 217 – 219.

COHEN R. ; EYLON B; GANIEL U. (1983). Potential difference and current in simple electric circuits: a study of student's concepts. *American Journal of Physics*, Vol. 51, p. 407 –412.

COLERUS E. (1937). *De Pythagore à Hilbert*. Éditions Flammarion, Paris.

COMMISSION TEMPRAIRE DES POIDS ET MESURES RÉPUBLICAINE. (1794). *Instruction abrégée sur les mesures déduites de la grandeur de la terre, uniforme pour toute la république et sur les calculs relatifs à leur division décimale*. Édition à Paris de l'imprimerie Nationale exécutive du Louvre.

CORDIER F.; GAONAC'H D. (2005). *Apprentissage et mémoire*. Editions Armand Colin. Paris.

DAGOGNET F. (1969). *Tableaux et langages de la chimie*. Éditions du Seuil, Paris.

DAHAN- DALMEDICO A.; PEIFFER J. (1986). *Une histoire des mathématiques : routes et dédales*. Éditions du seuil, Paris.

D'ALEMBERT. (1752). *Essai d'une nouvelle théorie de la résistance des fluides*. Chez DAVID l'aîné Libraire, Paris.

DAGUIN P.- A. (1861). Traité élémentaire de physique théorique et expérimentale. Tome troisième, deuxième édition, Édouard Privat (Toulouse) ; Dezobry et E. Magdeleine, Paris.

DECHARNEUX B ; NEFONTAINE L. (2003). *Le symbole*. Éditions PUF, Paris.

DELAY J.; PICHOT P. (1975). *Abrégé de psychologie*. Editions Masson , Paris. 3ème édition

DELEDALLE G. (1978). *Charles S. Peirce, écrits sur le signe (textes rassemblés, traduits et commentés)*. Éditions du Seuil, Paris.

DJEBBAR A. (2001). La naissance de l'algèbre. [En ligne] : http://mathematiques.ac-bordeaux.fr/profplus/publica/bulletin/bull15/naissalg.htm page consultée le : 15/06/2009.

DORÉ F.; MERCIER P. (1992). *Les fondements de l'apprentissage et de la cognition*. Editions Presses universitaire de Lille, Gaëtan Morin éditeur ltée.

DUBOIS G. (2001). *Imaginaire et thérapie du langage*. *Ateliers des thérapeutiques du langage et de la communication*. Éditions Masson, Paris.

DUHEM P. (1914). *La théorie physique: son objet – sa structure*. Éditions Mercel rivière et Cie, Paris.

DUMAS M. (1828). *Traités de chimie appliquée aux arts*. Tome premier, Chez Béchet Jeune, Paris.

DURAND G. (1968). *L'imagination symbolique*. Éditions Presses universitaire de France, Paris.

ECO U. (1988). *Le signe, histoire et analyse d'un concept*. Éditions Labor. Adapté de l'italien par Jean- Marie Klinkenberg, Bruxelles.

EINSTEIN A.; INFELD L. (1963). *L'évolution des idées physiques.* Éditions Payot, Paris.

EVERAERT- DESMEDT N. *La sémiotique de Peirce*. [en ligne] : http ://www.signosemio.com/peirce/semiotique.asp consulté le : 15/07/2012.

FREUND L. (1906). *Histoire des mathématiques*. Tome 1. Éditions Libraire scientifique A. Hermann, Paris.

FEYNMAN R. (1971). *La nature des lois physiques.* Editions Gérard et C°, Verviers, Belgique.

FLAMANT A. (1888). *Mécanique générale*. Chez Bernard Tignol libraire- Editeur, Paris.

FORTIN C.; ROUSSEAU R. (1992). *Psychologie cognitive – une approche de traitement de l'information*. Éditions presses de l'université de Québec.

GALLIOT J. (Le). (1977). *Psychanalyse et langages littéraires, théorie et pratique*. Éditions Fernand Nathan, Paris.

GERHARDT C. (1854). Traité de chimie organique, Tome troisième, Chez Firmin Didot frères, Paris.

GRANJON É. ; ROUBY B. ; STREICHER C. (2008). Le symbole, réflexions théoriques et enjeux contemporains. *Revue portée*, Vol. 36, № 1, printemps 2008. [En ligne]: http://www.uqac.ca/protee/pages/numero/36-1.htm Document consulté le : 07/08/2010.

GUEDJ D. (2000). *Le mètre du monde*. Éditions du Seuil, Paris.

GUIRAUD P. (1973). *La sémiologie*. Editions Presses universitaire de France, Paris. 2ème édition

GUIRAUD P. (1975). *La sémantique*. Éditions Presses universitaire de France, Paris. 8ème édition

HAÜY R. – J. (1803). *Traité élémentaire de physique*. Tome 2, Editions imprimerie de Delance et Lesueur, Paris.

HEISENBERG W. (1961 et 1971). *Physique et philosophie*. Éditions Albin Michel, Paris.

HEMPEL C. - G. (1972). *Eléments d'épistémologie*. Editions Armand Colin, Paris.

HIRN G.- A. (1865). *Théorie mécanique de la chaleur*, première partie : *Exposition analytique et expérimentale*. Seconde édition, Chez Gauthier - Villars, Paris

HLADIK J. (1991). *Unités de mesure étalons et symboles des grandeurs physiques*. Éditions Masson, Paris.

HOFFER A. (1976). On the use of symbols to represent quantities, properties and adjectives encountered in physics. *American Journal of Physics*, Vol. 44, № 8, p. 759- 761.

HULIN M. (1987). La physique ou l'enseignement impossible. *Collection philosophie-mathématique,* № 49, Ecole Normale Supérieure, Paris.

ISRAEL G. (1996). *La mathématisation du réel*, *Essai sur la modélisation mathématique*. Édition du Seuil, Paris.

JAMEUX D. (2002). *Symbole*. Encyclopaedia Universalis, France SA, p. 957 – 960.

JANET P. (1926). Sur les notations électriques. *Bulletin de l'union des physiciens*, № 206, p. 19- 21.

JEDRZEJEWSKI F. (2002). *Histoire universelle de la mesure*. Éditions Ellipses éditions Marketing S. A, Paris.

JOHSUA S.; DUPIN J.-J. (1987). Taking into account student conceptions in instructional strategy: an example in physics. *Cognition and instruction*, Vol. 4, № 2, p. 117 – 135.

JOHSUA S.; DUPIN J.-J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des*

mathématiques, Presses Universitaire de France, Paris

JUNG C. – G. (1964). *Essai d'exploration de l'inconscient*. Éditions Gonthier, Paris.

LAFONT O. (1994). *D'Aristote à Lavoisier. Les étapes de la naissance d'une science*. Éditions Marketing, Paris.

LAFONT O. (2000). *De l'alchimie à la chimie*. Éditions Ellipses Marketing S. A., Paris.

LAGRANGE (De). (1788). *Méchanique analitique.* Chez la Veuve Desaint, Libraire, Paris.

LAMÉ G. (1837). Cours de physique de l'école polytechnique. Tome premier, Editions Meline, Cans et Compagnie, Bruxelles.

LANDSHEERE G. (de). (1982). Introduction à la recherche en éducation. Editions Armand Colin- Bourselier, Paris, 5e édition.

LANGLOIS F.; VIARD J. (1993). Raisonnement dans la résolution de problèmes d'électrocinétique par des étudiants de licence. *TREMA*, IUFM de l'académie de Montpellier, № 3 – 4, p. 3 – 17.

LASSEGUE J. Qu'est ce qu'un symbole ? [en ligne] : http://www.arce.asso.fr/downloads/Archives/Ec/LASSEGUE.pdf consulté le : 01/04/2004.

LASZLO P. (2001). *Conventionalities in formula writing*. In : *Tools and modes of representation in the laboratory sciences.* Edited by: KLEIN Ursula. Kluwer Academic Publishers (Printed in the Netherlands). p. ….

LAVOISIER (1793). *Traité élémentaire de chimie*. Tome premier, seconde édition, Chez Cuchet, Libraire, Paris.

LEHALLE H.; MELLIER D. (2002). *Psychologie du développement – Enfance et adolescence*. Editions Dunod, Paris.

LEIBIG J. (1842). Traité de chimie organique. Tome deuxième, Chez Fortin, Masson et Cie. Paris.

LEMAIRE P. (2006). *Psychologie cognitive*. Edition de Boeck et Larcier S. A., Bruxelles

LEIF J. (1981). Le langage : nature et acquisition, Editions E.S.F, Paris.

LÉVY-LEBLOND J. – M. (1998). La nature prise à la lettre. *Alliage*, № 37 –38, p.71 – 82.

LIBOIS J. (1999). *Guide des unités de mesure. Un mémento pour l'étudiant*. Éditions de Boeck université, Bruxelles, 2ème édition.

LOCHAK G. (1994). *La géométrisation de la physique*. Éditions Nouvelle bibliothèque scientifique Flammarion, Paris.

MAJERUS S.; VAN DER LINDEN M.; BELIN C. (2001). *Relation entre perception, mémoire de travail et mémoire à long terme*. Editions SOLAL éditeurs, Marseille.

MALLINCKRODT A. – J. (1993). Separate symbols for separate concepts. *American Journal of Physics*, Vol. 61, p. 760.

MALTIN W.- M. (2001). *La cognition- une introduction à la psychologie cognitive*. 4e édition américaine. Traduit par: Alain BROSSARD. Éditions De Boeck université s.a., Bruxelles.

MASSAIN R. (1982). *Physique et physiciens*. Éditions Magnard, Paris.

MAXWELL J.- C. (1873). *A Treatise on electricity and magnetism*. Vol. 2, At the Clarendon Press, Oxford.

MENIGAUX J. (1991). Raisonnements des lycéens et des étudiants en mécanique du solide. *Bulletin de l'Union des Physiciens, №* 738, p. 1419-1429.

MOLLET J. (1818). *Mécanique physique ou traité expérimental et raisonné du mouvement et de l'équilibre considérés dans les corps solides*. Chez Seguin aîné, Avignon.

NEFONTAINE L. (2002). *Le symbole*. Éditions Dervy, Paris.

NEVES R.- D.- S. (1999). *Psychologie cognitive*. Editions Armand Colin, Paris.

NICOLAS S. (2003). *La psychologie cognitive*. Edition Armand Colin/VUEF, Paris.

NICOLAS S. (dir); BAGOT J.- D.; CHARVILLAT A.; DORÉ – MAZARS K.; GYSELINCK V.; MARQUER P. (2004). *La psychologie cognitive*. Editions Armand Colin, Paris. 3e tirage

ORTIGUES E. (2007). *Le discours et le symbole*. Éditions Beauchesne, Paris.

PACHE C. (1970). *Introduction au système international d'unités SI ou MKSA*. Éditions Spes S.A., David Perret, éditeur, Lausanne.

PAULUS J. (1969). *La fonction symbolique et le langage*. Éditions Dessart et Mardaga, Bruxelles.

PIAGET J. (1970). *La formation du symbole chez l'enfant*. Éditions Neuchatel et Paris, Delachaux et Nestlé, 5ème édition.

POISSON S. –D. (1811). *Traité de mécanique*. Tome second, Chez Mme veuve Courcier imprimeur- libraire pour les mathématiques, Paris.

POINCARE H. (1932). *La science et l'hypothèse*. Editions Ernest Flammarion Editeur, Paris.

POUILLET .(1832). *Eléments de physique expérimentale et de météorologie*. Tome 1, Seconde édition. Chez Béchet jeune, Libraire- éditeur, Paris.

POUILLET .(1850). *Notions générales de physique et de météorologie*. Béchet jeune, Libraire - éditeur, Paris.

PRIETO L.- J. (1966). *Message et signaux*. Edition Presses universitaire de France, Paris.

RAFFIN F. (2004). *Le symbole et son interprétation 1- comprendre et interpréter*. Éditions Delagrave, Paris.

RAINSON S. (1993). Causalité et formule: les raisonnements des étudiants à propos du champ électrique. *Acte du 3eme séminaire national de recherches en didactique des sciences physiques,* Toulouse, France.

REY-DEBOVE J. (1998). *La linguistique du signe : une approche sémiotique du langage*, Éditions Armand Colin, Paris.

RICHARD J.- F. (2004). *Les activités mentales – de l'interprétation de l'information à l'action.* Editions Armand Colin, Paris, 4ème édition

ROBARDET G. (2001). Quelle démarche expérimentale en classe de physique ? Notion de situation- problème. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, № 836, p. 1173 – 1190.

ROBIN É. (1834). *Chimie médicale raisonnée*. Chez l'Auteur, Paris.

ROMANI L. (1975). *Théorie générale de l'univers physique - Réduction à la cinématique*. Tome1 : *Principes et méthodes*, Éditions Librairie scientifique et technique Albert BLANCHARD, Paris.

ROSMORDUC J. (1979). *Histoire de la physique et de la chimie*, *de Thalès à Einstein*. Éditions Études vivantes, Paris – Montréal.

RUSSO F. (1995). *Libres propos sur l'histoire des sciences*. Éditions Librairie scientifique et technique, Paris.

SAUSSURE F. (De). (1972). *Cours de linguistique*. Éditions Payothèque (Paris – Lausanne, 1916).

SERFATI M. (1998). Descartes et la constitution de la l'écriture symbolique mathématique. *Revue d'histoire des sciences*, Tome 51, 2/3, PUF, p. 237 – 289.

SERFATI M. (2005). La révolution symbolique - la construction de l'écriture symbolique mathématique. Editions PETRA, Paris.

SERRERO M. (1987). Critères de pertinence en physique. *Bulletin de l'union des physiciens*, № 699, p. 1229 – 1235.

SERVIEN P. (1938). *Le langage des sciences*. Éditions Hermann et Cie éditeurs, Paris.

SIVARDIERE J. (1988). Utilisation de l'analyse dimensionnelle, *Bulletin de l'Union des Physiciens,* № 702, p. 295-308.

SOUDANI M. ; SOUDANI O. (2002). Les éléments chimiques: Découvertes et origines des noms des symboles. *Bulletin de l'union des physiciens*, Vol. 96, № 840, p. 113 – 125.

TATON R. (1969). *La science moderne*, Tome2. Editions Presses universitaire de France, Paris.

THALMANN G. (1973). *Symboles électroniques*. Éditions Spes S.A, David Perret éditeur, Lausanne.

THÉNARD L.- J. (1833). Éléments de chimie. Première partie, Everat imprimeur, Paris.

TIBERGHIEN A. ; PSILLOS D. ; KOUMARAS P. (1995). Physics instruction from epistemological and didactic bases. *Instructional science*, № 22, p. 423 – 444.

TIERCELIN C. (1993). *C. S. Peirce et le pragmatisme*. Éditions Presses universitaire de France, Paris.

TRAIMOND P. (2006). *JEAN- CHARLES DE BORDA ou le système métrique*. Éditions l'Harmattan, Paris.

ULLMO J. (1969). *La pensée scientifique moderne.* Éditions Flammarion, Paris.

VIENNOT L. (1982). L'implicite en physique : les étudiants et les constantes. *European Journal of Physics*. Vol. 3, p. 174 - 180.

VIGNAUX G. (2003). *Du signe au virtuel, les nouveaux chemins de l'intelligence*. Éditions du Seuil, Paris.

VIRIEUX- REYMOND A. (1972). *Introduction à l'épistémologie*. Éditions Presses universitaire de France, Paris. 2ème édition.

WALLON H. (1970). *De l'acte à la pensée*. Éditions Flammarion, Paris.

الملحق 1:

القائمة الكاملة لكتب الفيزياء و الكيمياء المعنية بتحليل الترميز الحرفي المنجز في الفصل 3 مرفوقة بأرقام نسخها الإلكترونية في المكتبة الوطنية الفرنسية

كتب الفيزيـاء:

BECQUEREL ; BECQUEREL E. (1855). Traité d'électricité et de magnétisme, Tome premier : Electricité, principes généraux. Libraire de Firmin Didot Frères, Paris (N0095163)

BENJAMIN R. (1783). Nouveaux principes d'artillerie. Traduits de l'allemand, avec des notes par M. Lombard, Editions A. DIJON chez L. N. frantin.

BIOT J.- B. (1816). Traité de physique expérimentale et mathématique. Tome premier. Chez Deterville libraire, Paris. *(N0094835)*

BOUSSINESQ J. (1901). Théorie analytique de la chaleur. Tome 1 : Problèmes généraux. Chez Gauthier- Villars imprimeur- libraire, Paris. *(N0062046)*

BRANLY É. (1905). Cours élémentaires de physique. 5ème édition, Chez Vve CH. Poussielgue éditeur, Paris. *(N5543937)*

BRIOT C. (1869). Théorie mécanique de la chaleur. Chez Gauthier - Villars imprimeur-libraire, Paris. *(N0095147)*

CAILLE [Abbé de la]. (1764). Leçons élémentaires de physique ou traité abrégé du mouvement et de l'équilibre. Nouvelle édition, Chez H. – L. Guerin et L. –F. Delatour, Paris.

COUSIN J.- A. -J. (1794). Traité élémentaire de physique. Chez Barrois Aîné, Libraire, Paris. *(N0094864)*

DAGUIN P.- A. (1861). Traité élémentaire de physique théorique et expérimentale. Tome troisième, deuxième édition, Édouard Privat (Toulouse) ; Dezobry et E. Magdeleine, Paris. *(N0091984)*

D'ALEMBERT. (1752). Essai d'une nouvelle théorie de la résistance des fluides. Chez David Lainé, Libraire, Paris. (*N0206036)*

DUMON (1900). Leçons sur l'électricité. Libraire militaire R. Chapelot et C° imprimeurs-éditeurs, Paris. *(N5525457)*

FLAMANT A. (1888). Mécanique générale. Chez Bernard Tignol libraire- Editeur, Paris *(N0091060)*

GOUSSIER (Le baron de Marivetz). (1784). Physique du monde. Tome quatrième, Editions de l'imprimerie de Quillau, imprimeur de S.A.S., Paris *(N0094994)*

HAÜY R. – J. (1803). Traité élémentaire de physique. Tome 2, Editions imprimerie de

Delance et Lesueur, Paris
HERSCHEL J.- F.- W. (1833). Traité de la lumière. Traduit de l'anglais avec notes par : WERHULST P- E et QUETELET A., Tome second, Editions à la libraire classique et élémentaire de la Hachette, Paris. *(N0094935)*
HIRN G.- A. (1865). Théorie mécanique de la chaleur, première partie : Exposition analytique et expérimentale. Seconde édition, Chez Gauthier - Villars, Paris. *(N0090475)*
LAGRANGE (De). (1788). Méchanique analitique. Chez la Veuve Desaint, Libraire, Paris
LAMÉ G. (1837). Cours de physique de l'école polytechnique. Tome premier, Editions Meline, Cans et Compagnie, Bruxelles.
LAPLACE P. –S. (1798). Traité de mécanique céleste. Tome premier, De l'imprimerie de Crapelet, chez J. –B Duprat Libraire pour les mathématiques, Paris. *(N0615811)*
MAXWELL J.- C. (1873). A Treatise on electricity and magnetism. Tome 2, At the Clarendon Press, Oxford *(N0095176)*
MAXWELL M.- A. (1885). Traité d'électricité et de magnétisme. Tome 1, traduit de l'anglais sur la deuxième édition par : SÉLIGMANN- LUI G., Gauthier- Villars Imprimeur- Libraire, Paris. *(N0091980)*
MOLLET J. (1818). Mécanique physique ou traité expérimental et raisonné du mouvement et de l'équilibre considérés dans les corps solides. Chez Seguin aîné, Avignon.
OHM G.- S. (1860). Théorie mathématique des courants électriques. Traduction, préface et notes de : GAUGAIN J.- M., L. Hachette et C° libraires - éditeurs ; Mallet- Bachelier, Paris *(N0095177)*
POISSON S. –D. (1811). Traité de mécanique. Tome second, Chez Mme veuve Courcier imprimeur- libraire pour les mathématiques, Paris (N0090338)
POUILLET .(1832). Eléments de physique expérimentale et de météorologie. Tome 1, Seconde édition. Chez Béchet jeune, Libraire- éditeur, Paris.
POUILLET .(1850). Notions générales de physique et de météorologie. Chez Béchet jeune, Libraire - éditeur, Paris.
ROHAULT J. (1671). Traité de physique. De l'imprimerie de Denys Thierry, Paris.
SAINTIGNON (de). (1763). Traité abrégé de physique à l'usage des collèges. Tome cinquième, Chez Durand Libraire, Paris. *(N 0094870)*
VERDET É. (1872). Théorie mécanique de la chaleur, Tome 2, À l'imprimerie Nationale, Paris. *(N0003405)*

كتب الكيمـاء:

BERZELIUS J.- J. (1847). Traité de chimie minérale et végétale et animale. Seconde édition française, Tome quatrième, Chez Firmin Didot frères, Libraire, Paris. *(N0007299)*

DUMAS M. (1828). Traité de chimie appliquée aux arts. Tome premier, Chez Béchet Jeune, Paris. *(N0090622)*

GERHARDT C. (1854). Traité de chimie organique, Tome troisième, Chez Firmin Didot frères, Paris. *(N003367)*

LAVOISIER (1793). Traité élémentaire de chimie. Tome premier, seconde édition, Chez Cuchet, Libraire, Paris. *(N5524956)*

LEIBIG J. (1842). Traité de chimie organique. Tome deuxième, Chez Fortin, Masson et Cie. Paris. *(N0091854)*

PELOUZE J. ; FREMY E. (1865). Traité de chimie générale, analytique, industrielle et agricole. Tome sixième : Chimie organique, Troisième édition, Chez Victor Masson et fils, Paris. *(N0003347)*

ROBIN É. (1834). Chimie médicale raisonnée. Chez l'Auteur, Paris. *(N5835756)*

ROBIN C. ; VERDEIL F. (1853). Traité de chimie anatomique et physiologique normale et pathologique. Tome deuxième, Chez J. – B. Baillière, Paris.

THÉNARD L.- J. (1833). Éléments de chimie. Première partie, Everat imprimeur, Paris *(N0204194)*

الملحـق 2:

المحتوى المفصل للدرس و للتطبيقات المقدمين في التجريب التعليمي: بطاقة تقنية

مادة: العلوم الفيزيائية و التكنولوجيا

الموضوع: الترميز للمقادير الفيزيائية

المستوى: السنة الثالثة متوسط

عدد الحصص: 2 (درس و حصة تطبيقات)

المدة الزمنية: 3 ساعات (2 ساعة درس و 1 ساعة تطبيقات)

الطرائق التربوية المناسبة: - طريقة استشكالية في بداية الدرس

- الطريقتان الحوارية و الإلقائية أثناء الدرس.

التقييـم:

الأدوات المستعملة: استبيان كتابي موجه للتلاميذ و بطاقة تقييم موجهة للأستاذين

الطريقـة: - استعمال نظام المجموعات (مجموعة تجريبية و عدة مجموعات شاهدة)

- استبيان بعدي خاص بكل من المجموعتين الشاهدة و التجريبية.

- المقارنة بين المعطيات المتحصل عليها للحصول على حكم تقديري لتأثير الحصة التعليمية المقدمة على الاطار الإدراكي للتلاميذ الخاص برموز المقادير الفيزيائية.

الكفاءات المستهدفة من خلال النشاط التعليمي المقترح :

1. أن يكتسب التلميذ رصيدا معرفيا حول الترميز للمقادير الفيزيائية من خلال التعرف على الطابع غير المحفز للرموز الحرفية المستخدمة لتمثيل المقادير الفيزيائية .

2. أن يطلع التلميذ و بشكل مبكر على الإطار الاصطلاحي "المميع" أو "غير الصارم" لقواعد اختيار الرموز الحرفية الممثلة للمقادير الفيزيائية.

3. أن يتحلى التلميذ بنوع من الحيطة و الانتباه أثناء التعامل مع مدلول الرموز المستخدمة في العلاقات الفيزيائية و ذلك بالرجوع إلى تعريف مدلولها الفيزيائي.

4. أن يعتمد التلميذ على وحدات القياس لتعيين المدلول الفيزيائي للرموز الحرفية المبهمة أو غير المألوفة المستعملة في العلاقات الفيزيائية المصاغة رياضيا.

عناصر الدرس و مراحل سيره

المقدمـة:

1. المقادير الفيزيائية و أهمية الترميز لها :

يحتوي كل جسم على كمية من المادة، نعبر عليها بالكتلة.

تتميز الأجسام ذات الشكل الكروي بنصف قطر محدد.

كل متحرك له سرعة معينة خلال كل لحظة زمنية من حركته

عند وضع المحرار في الماء، فإنه يشير إلى درجة حرارة محددة.

تسمى الخصائص الفيزيائية المذكورة في الأمثلة السابقة (الكتلة، نصف القطر، السرعة، اللحظات الزمنية، درجة الحرارة) بالمقادير الفيزيائية و التي تكون قابلة للقياس و لكل منها وحدة قياس.

سؤال: من يذكرنا بمقادير فيزيائية أخرى ؟

- عند دراسة ظاهرة فيزيائية، نتوصل إلى إيجاد علاقة بين المقادير المميزة لها. نعبر على العلاقات الفيزيائية بعبارات رمزية على شكل معادلات.

للحصول على هذه المعادلات الفيزيائية، ينبغي أن نمثل المقادير الفيزيائية الخاصة بالظاهرة المدروسة برموز حرفية.

السؤال المطروح:

- كيف تختار الرموز الحرفية الممثلة للمقادير الفيزيائية ؟

2. اختيار رموز المقادير الفيزيائية

طرح الوضعية الإشكالية :

الإستبيان- الأداة: **على مسار مستقيم، يقوم متحرك بقطع مسافات متساوية خلال نفس الأزمنة. تعرف سرعة المتحرك بنسبة المسافات المقطوعة إلى الأزمنة المستغرقة لقطع هذه المسافات.**

لدينا العبارتان التاليتان : العبارة (1) $v = s/t$ العبارة (2) $v = d/t$

حيث: الحرف (v) يرمز إلى السرعة، وحدة قياسها المتر/ الثانية

الحرف (t) يرمز إلى المدة الزمنية المستغرقة، وحدة قياسها الثانية.

من بين الاقتراحات التالية، ما هو الاقتراح (واحد فقط) الذي يبدو لك صحيحا

(ضع العلامة (x) في الخانة الموافقة للاقتراح المختار)

أ - □ يمكن استخدام كل من العبارتين 1 و 2 للتعبير على سرعة المتحرك.

ب- □ يمكن استخدام إحدى العبارتين فقط للتعبير على سرعة المتحرك. ما هي هذه العبارة ؟

جـ - □ لا يمكن استخدام كلتا العبارتين 1 و 2 للتعبير على سرعة المتحرك.

برر إجابتك

- توزيع الاستبيان و الإجابة عليه من طرف التلاميذ

- فرز الإجابات من طرف 3 تلاميذ

- النقاش الموجه حول الترميز للمقادير الفيزيائية (الأستاذ يلعب دور الموجه للنقاش و لا يقدم عناصر الإجابة على الإشكالية المطروحة أثناء النقاش).

حل الإشكالية المطروحة: استعمال مراجع يظهر فيها تعدد الرموز المستعملة لتمثيل مقدار فيزيائي واحد و استعمال نفس الرمز الحرفي لتمثيل عدة مقادير فيزيائية مختلفة.

عناصر الإجابة:

من الناحية المبدئية: يمكن أن نمثل أي مقدار فيزيائي بأي رمز حرفي لأن لا توجد علاقة ما بين المقدار المرموز له و الرمز الحرفي المختار.

من الناحية العملية: لتسهيل عملية الاتصال و تبادل المعطيات الفيزيائية، من المهم ضمان استقرار الرموز الحرفية الممثلة للمقادير الفيزيائية.

الاستنتاج :

لاتوجد قواعد اختيار صارمة و إلزامية لرموز المقادير الفيزيائية .

نتيجة ذلك، قد نصادف مقدار فيزيائي تم تمثيله بأكثر من رمز حرفي أو نفس المقدار تم تمثيله بعدة رموز حرفية.

التساؤل المطروح : في حالة مصادفة رمز حرفي مبهم (مدلوله الفيزيائي غير واضح) في علاقة فيزيائية، ما هي الطريقة الممكن استعمالها للكشف عن المدلول الفيزيائي لهذا الرمز ؟

3. تحديد المضمون الفيزيائي لرموز مبهمة من خلال وحدات القياس

1.3 ارتباط المقادير الفيزيائية بوحدات قياسها: بشكل عام، يرتبط المقدار الفيزيائي بوحدة قياس محددة ومعتمدة رسميا من طرف المكتب العالمي للأوزان و القياس.

أمثلة: من خلال وحدة قياس المقدار الفيزيائي، يمكن تعيين المدلول (المضمون) الفيزيائي المعبر عليه من طرف الرموز الحرفية للمقادير الفيزيائية.

2.3 طريقة تحديد المدلول الفيزيائي لرموز فيزيائية مبهمة

نستنتج المدلول الفيزيائي المعبر عليه من طرف رمز حرفي من خلال وحدة القياس الموافقة.

تحتوي المعادلات الفيزيائية على الأقل على رمزين معبرين على مقدارين فيزيائيين أو أكثر مرتبطين بعلاقة رياضية.

بتعويض كل مقدار باسم وحدة قياسه، و بتطبيق ا لقواعد الرياضية (الجبرية) الخاصة بالمعادلات، من السهل تحديد وحدة قياس مقدار فيزيائي تم الترميز له برمز غير معتاد أو غامض (غير معرف بوضوح).

مثال:

لدينا العلاقة التالية المتعلقة بشكل هندسي محدد: $v = 1/3\ b.\ h$

علما أن وحدة قياس المقدار الممثل بالحرف (v) هو المتر المكعب، و وحدة قياس المقدار الممثل بالحرف (h) هو المتر،

ما هي طبيعة المقدار الممثل بالحرف (b) ؟

الحـل:

المقدار الممثل بالحرف (v) عبارة عن حجم لأن وحدة قياسه هي المتر المكعب.

من العلاقة المعطاة، لدينا: وحدة قياس b = وحدة قياس v/ وحدة قياس h

و نكتب $[b] = [v]/[h]$

و منه وحدة قياس b = متر . متر.متر / متر

وحدة قياس b هي المتر المربع

الحرف b يمثل مساحة وهي مساحة قاعدة الهرم المنتظم و الذي قاعدته عبارة عن مربع.

الخاتمـة:(10 د)

ليست هناك قواعد صارمة و إلزامية لاختيار الرموز الحرفية الممثلة للمقادير الفيزيائية. على هذا الأساس، في حالة مصادفة رمز أو رموز غير معرفة بوضوح أو مبهمة، يجب تحديد مضمونها قبل التعامل مع العلاقة الفيزيائية المعنية بالغموض. يتم ذلك بتحديد وحدة قياس المقدار الفيزيائي الممثل بالرمز الحرفي المبهم.

محتـوى حصـة التطبيقـات:

التطبيـق 1:

لدينا العلاقة التالية الخاصة بشكل هندسي معين: $\mathbf{B = 4\ \pi\ R^2}$

حيث: **R** يرمز إلى نصف القطر ، وحدة قياسه المتر (m)

π عدد مجرد (دون وحدة قياس)

- ما هي وحدة قياس المقدار المعين بالحرف (**B**) ؟
- استنتج طبيعة هذا المقدار.

الحـل:

- ايجاد وحدة قياس المقدار المعين بالحرف (**B**):

من خلال العلاقة المعطاة، نطبق شرط تجانس وحدات قياس طرفي المعادلة:

وحدة قياس B هي نفسها وحدة قياس R^2 = المتر المربع (لأن المقدار 4 π هو عدد مجرد دون وحدة)

ومنه، وحدة قياس المقدار الممثل بالحرف B هو المتر المربع

- هذا المقدار عبارة عن مساحة (مساحة كرة نصف قطرها R)

التطبيـق 2:

يعطى حجم جسم ذو شكل هندسي محدد بالعلاقة التالية : $\pi V = r^2 x$

حيث : الحرف V يرمز إلى حجم الجسم، وحدة قياسه المتر المكعب (m^3)

الحرف r يرمز إلى نصف قطره، وحدة قياسه المتر(m)

- ما هو المقدار الفيزيائي الذي يمثله الحرف (x) ؟ علل إجابتك.

الحـل:

- تحديد طبيعة المقدار الفيزيائي الذي يمثله الحرف (x):

نطبق شرط تجانس (تماثل) وحدات قياس طرفي العلاقة المعطاة.

الطرف الأول (V) وحدة قياسه هو المتر المكعب

ومنه، وحدة قياس الطرف $\pi r^2 x$ هو المتر المكعب.

π هو عدد مجرد (دون وحدة). إذن، وحدة قياس $r^2 x$ هو المتر المكعب.

و عليه، وحدة قياس المقدار الممثل بالحرف x هو متر مكعب / متر مربع = متر

المقدار x يمثل طول لأن وحدة قياسه هو المتر. هذا المقدار يمثل ارتفاع جسم حجمه اسطواني.

التطبيـق 3:

حدث ارتباك في ذهن أحد التلاميذ فيما يتعلق بالعبارة الصحيحة الواجب استخدامها لحساب سرعة متحرك على مسار مستقيم.العبارات المعنية هي :

$d=v/t$ (1) $v = t/d$ (2) $v = d/t$ (3)

حيث: (d) يرمز إلى المسافة المقطوعة من طرف المتحرك، وحدة قياسها المتر (m)

(v) يرمز إلى سرعة المتحرك، وحدة قياسها المتر/ الثانية (m/s)

(t) يرمز إلى المدة الزمنية المستغرقة لقطع المسافة السابقة، تقاس بالثانية (s)

- حدد العبارة الفيزيائية الواجب استخدامها لحساب سرعة المتحرك.

الحـل:

العبارة الصحيحة تحقق شرط تجانس وحدات قياس طرفي العلاقة المعطاة

الشرط: وحدة قياس الطرف 1 = وحدة قياس الطرف 2

العبارة 1 غير صحيحة لأن متر ≠ متر / ثانية / ثانية و عليه: متر ≠ متر / ثانية مربع

العبارة 2 غير صحيحة لأن متر/ ثانية ≠ ثانية/ متر و العبارة 3 صحيحة لأن متر/ثانية = متر/ثانية.

الملحـق3 :

ملاحظات و توجيهات للأساتذة المكلفين بتقديم محتوى الحصة التعليمية

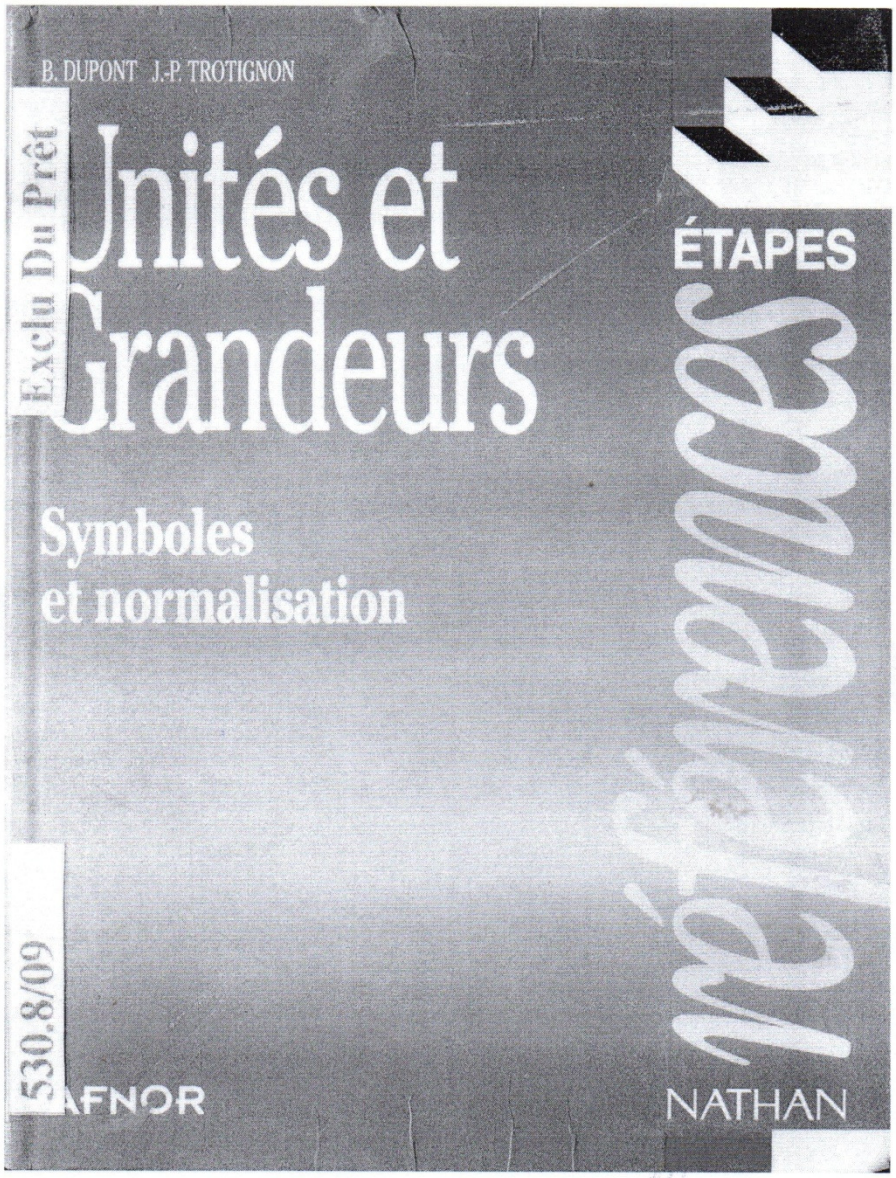
المرحلـة	التوجيهـــات
المقدمـة	**أهمية الترميز للمقادير الفيزيائية:** في حالة استفسار التلاميذ حول الفائدة من التعبير على القوانين الفيزيائية بعبارات رياضية، يمكن الإشارة مباشرة إلى: - استعمال هذه العبارات الرمزية في حساب المقادير الفيزيائية و دراسة العلاقة بينها و تمثيلها البياني و التنبؤ بالظواهر الجديدة.
طرح الإشكالية	**الاستبيان:** الإجابات على الاستبيان تكون فردية و من دون طلب اسم و لقب التلميذ (إلا لمن رغب في ذلك). على الأستاذ أن يحفز التلاميذ على تبرير إجاباتهم من خلال المرور بين الصفوف. **مناقشة الإجابات و إدارة النقاش بين التلاميذ:** يلعب الأستاذ دور المحفز و الموجه للنقاش المنظم بين تلاميذ القسم. على هذا الأساس: - ينبغي أن يشارك في النقاش أكبر عدد ممكن من التلاميذ و عدم التركيز على فئة محدودة فقط. - يفرض الأستاذ النظام و يمنع مقاطعة تلميذ لآخر و هذا احتراما لآداب النقاش. - يحاول الأستاذ أن يمنع التلاميذ من غلق النقاش و ذلك من خلال طرح فرضيات و احتمالات جديدة توصل النقاش إلى أبعد نقطة ممكنة و المتمثلة في الانسداد (تناقض الموقف بين مجموعتين كليهما متمسكة برأيها). في هذا الشأن، يمكن طرح الاحتمالات التالية: - ظهور الاختيارين أ و ب للاستبيان (الوضعية المرجوة) - عدم ظهور الاختيارين معا (ظهور الاختيار أ فقط) : في هذه الحالة، على الأستاذ أن يدل التلاميذ على وجود هذا الاختيار لدى تلاميذ أقسام أخرى (وضعية افتراضية مبررة) و يحثهم على محاولة إقناع هؤلاء التلاميذ بعدم صحة تصورهم.

العنصر 3 من الدرس	- عند بلوغ النقاش نهايته و للخروج من وضعية الانسداد بين المجموعتين، يمكن للأستاذ اقتراح تخلي مجموعة عن موقفها لصالح المجموعة الأخرى و طلب موقف بعض التلاميذ من كلتي المجموعتين. - تكون مرحلة الحسم للفصل بين الرأيين المتناقضين من خلال استظهار كتب الفيزياء و التي تشمل على الحالات التالية: - تمثيل نفس المقدار الفيزيائي بأكثر من رمز حرفي، - تمثيل عدة مقادير فيزيائية مختلفة بنفس الرمز الحرفي، - تمثيل المقادير الفيزيائية برموز حرفية تنتمي للغات مختلفة (حروف اللغة العربية، حروف اللغات اليونانية – اللاتينية). - التأكيد على الطابع الرسمي و العلمي لوحدات قياس المقادير الفيزيائية و للرموز الخاصة بهذه الوحدات العالمية.

الملحق 4:

جداول الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية المُستخدمة في الإجابة

على الإشكالية المطروحة في حصة التجريب التعليمي



NF X 02-200

INDEX DES GRANDEURS ET LEURS

Grandeur Symbole	Page
A	
accélération a	51
accélération angulaire α	50
accélération due à la pesanteur g	51
activité A	—
activité (du solvant A particulièrement dans une solution liquide diluée) a_A	—
activité (du soluté B) a_B, a_{mB}	—
admittance, (admittance complexe) Y	75
affaiblissement linéique de propagation α	55
affinité X	90
âge de Fermi τ	—
aimantation H_i, M	73
aire A, (S)	50
angle $\alpha, \beta, \gamma, \theta, \varphi$, etc.	—
angle plan $\alpha, \beta, \gamma, \theta, \varphi$, etc.	14, 15, 17, 18, 49, 51
angle de Bragg θ	89
angle solide Ω, (ω)	15, 17, 49
C	
capacité C	17, 70
capacité thermique C	23, 66
capacité thermique massique c	66
capacité thermique massique à pression constante c_p	66
capacité thermique massique à volume constant c_V	66
capacité thermique molaire c_m	87
célérité c, c_φ	52, 77, 84
célérité des ondes électromagnétiques dans le vide c_0, (c)	73, 77
champ électrique E, (K)	69
champ magnétique H	71
champ de pesanteur g	51
charge électrique Q	17, 69
charge élémentaire e	43, 93
charge surfacique σ	69
charge volumique ρ, (η)	69
cission τ	—
coefficient d'amortissement δ	55
coefficient de compressibilité volumique κ	60
coefficient de convection thermique h_c	65
coefficient de diffusion D, D_n	—

SYMBOLES

Grandeur Symbole	Page
coefficient de dilatation linéique α_l	19, 63
coefficient de dilatation volumique α_v	63
coefficient d'isolation thermique M	65
coefficient de Hall A_H, R_H	90
coefficient de Lorentz L	89
coefficient de Peltier π_{ab}	90
coefficient de Poisson μ, ν	59
coefficient de pression β	63
coefficient de Seebeck S_{ab}, E_{ab}	90
coefficient de Thomson μ, τ	90
coefficient de rayonnement thermique h_r	65
coefficient relatif de pression α_p	63
coefficient de transmission thermique globale K	65
coefficient de transmission thermique de surface h	65
compressibilité κ	64
concentration (en masse du constituant B) ρ_B	21, 87
concentration molaire c_B	—
concentration moléculaire (du constituant B) C_B	21, 87
concentration en quantité de matière (du constituant B) c_B	21, 87
conductance électrique G	17, 73, 75

Grandeur Symbole	Page
conductance thermique G	65
conductivité γ, σ	74
conductivité thermique λ	29, 64
constante d'Avogadro N_A, L	23, 86
constante de Boltzmann k	88
constante électrique ε_0	70
constantes d'équilibre K_f, K_{Nf}, K_a, K_p, K_m	20
constante de désintégration λ	20, 94
constante de Faraday F	—
constante de gravitation G, (f)	20, 43
constante de Planck h, $\hbar$	43, 94
constante de structure fine α	94
constante magnétique μ_0	72
constante molaire des gaz R	88
contrainte normale σ	58
contrainte tangentielle τ	58
constante de temps τ	52
courant électrique I	11, 69
courant totalisé Θ	71
D	
Débit de fluence énergétique φ, ξ	78
débit-masse q_m	60

Grandeur Symbole	Page
débit volume q_V	60
décrément logarithmique Λ	55
degré de dissociation α	—
densité d	20, 56
densité de courant J, (s)	70
densité d'énergie électromagnétique w	73
densité de fluence énergétique φ, ξ	78
densité de flux magnétique B	71
densité de flux thermique q, φ	20, 64
densité linéique de courant A, (a)	70
densité relative d	12, 14, 59
déphasage φ	53, 74
déphasage linéique β	55
déplacement D	—
diamètre d, D, $\varnothing$	49
différence de phase φ	74
différence de potentiel U, (V)	17, 69
différence de potentiel magnétique U_m	71
diffusivité thermique a	66
dilatation linéique relative c, ε	59
dilatation volumique relative θ	59

Grandeur Symbole	Page
durée t	50
E	
éclairement E	17, 80, 81
éclairement énergétique E_e	79
éclairement lumineux E_v	81
efficacité lumineuse K	82
effusivité b	66
électrovalence Z	
émissivité ε	80
émissivité spectrale $\varepsilon(\lambda)$	80
énergie E, (W)	12, 14, 17, 18, 61, 67
énergie cinétique E_k, K, T	13, 61
énergie de Fermi E_F, ε_F	90
énergie interne U	67
énergie interne massique u	67
énergie interne molaire U_m	87
énergie libre F	67
énergie libre massique f	67
énergie libre molaire F_m	87
énergie potentielle E_p, V, Φ	61
énergie rayonnante Q, W, (U, Q_e)	78

Grandeur Symbole	Page
enthalpie H	67
enthalpie libre G	67
enthalpie libre massique g	67
enthalpie libre molaire G_m	87
enthalpie massique h	67
enthalpie molaire H_m	86
entropie S	12, 68
entropie massique s	68
entropie molaire S_m	87
épaisseur d, δ, e	49
espacement entre plans réticulaires d	89
excès de masse Δ	—
exitance M, (M_e), (M_v)	79, 80, 81
exposant isentropique K	67
exposant linéique de propagation γ	55
exposition X	
exposition lumineuse H	82
F	
facteur d'absorption α	—
facteur d'activité (du constituant B dans un mélange liquide) f_B	—
facteur d'activité (du soluté B) γ_B	—
facteur de couplage k, (κ)	72
facteur de dispersion σ	72
facteur de dissipation Ψ	—
facteur de dissociation α	—
facteur de frottement μ, (f)	19, 60
facteur de multiplication k	—
facteur de puissance λ	75
facteur de qualité Q	75
facteur de transmission τ	—
facteur spectral d'absorption $\alpha(\lambda)$	83
facteur spectral de réflexion $f(\lambda)$	83
facteur spectral de transmission $\tau(\lambda)$	83
flux électrique Ψ	70
flux énergétique P, Φ, (Φ_e)	17, 78
flux d'induction magnétique Φ	17, 71
flux lumineux Φ, (Φ_v)	17, 81
flux magnétique Φ	71
flux thermique Φ	64
force F	12, 13, 14, 17, 57

Grandeur Symbole	Page
force électromotrice E, E_{ab}	17, 69
force magnétomotrice F, F_m, $\mathcal{F}$	71
fraction massique (du constituant B) w_B	20, 21, 87
fraction molaire (du constituant B) x_B, (y_B)	21, 88
fraction volumique (du constituant B) φ_B	—
fréquence f, ν	17, 52, 77, 84
fréquence de rotation n	52
G	
glissement unitaire γ	59
grandeur logarithmique L	—
H	
hauteur h	49
I	
impédance (impédance complexe) Z	—
impédance acoustique Z_a	85
impédance mécanique Z_m	20
impulsion angulaire H	62
indice de réfraction n	82
inductance mutuelle M, L_{mn}	17, 72
inductance propre L	17, 72
induction électrique D	70
induction magnétique B, B_c, B_{c1}, B_{c2}	17, 71, 92
intensité acoustique I	85
intensité de courant électrique I	15
intensité énergétique I, (I_e)	79
intensité lumineuse I, (I_v)	11, 15, 81
intervalle harmonique	84
intervalle de temps t	50
L	
largeur b	49
libre parcours moyen l, λ	—
libre parcours moyen des électrons l, l_e,	—
libre parcours moyen des phonons l_{ph}, Λ	—
longueur l, (L), d, a	11, 49, 51
longueur curviligne s	49
longueur d'onde λ	10, 53, 77, 54
luminance L, (L_v)	81
M	
magnéton de Bohr μ_B	94
magnéton nucléaire μ_N	94
masse m	11, 15, 18, 21, 30, 56
masse atomique (d'un nucléide x) m_a, m(x)	93

Grandeur Symbole	Page
masse atomique relative d'un élément A_r	86
masse (au repos) de l'électron m_e	44
masse (au repos) du neutron m_n	46
masse (au repos) du proton m_p	45
masse effective m^*	—
masse linéique ρ_l	56
masse molaire M	86
masse moléculaire relative d'un corps M_r	86
masse de la molécule m	—
masse surfacique ρ_A, (ρ_S)	56
masse volumique ρ	21, 87
module de l'admittance $\|Y\|$	75
module de compressibilité volumique K	59
module d'élasticité de glissement (Coulomb) G	59
module d'élasticité longitudinale (Young) E	19, 59
module de l'impédance, (impédance) $\|Z\|$	74
module d'inertie Z, W	60
molalité (du soluté B) m_B, (b_B)	88
moment cinétique L	56
moment de dipôle électrique p, (p_e)	70
moment de flexion M	—
moment d'une force M, T	58
moment d'inertie I, J	57
moment d'inertie dynamique I, J	57
moment magnétique m, μ	72, 94
moment quadratique d'une aire plane I, I_a	61
moment quadratique axial d'une aire plane I, I_a	61
moment quadratique polaire d'une aire plane I_p	61
moment de quantité de mouvement L	56
moment de torsion T	—
N	
niveau d'amplitude L_A	54
niveau de champ L_A	14, 54
niveau de puissance L_P	54
nombre de charges Z	88
nombre de charge d'un ion z	88
nombre de masse A	93
nombre de molécules ou d'autres entités élémentaires N	86
nombre de neutrons N	93
nombre d'onde (linéique) σ	53, 77

Grandeur Symbole	Page
nombre d'onde angulaire k	53, 77, 84
nombre de paires de pôles p	76
nombre de phases m	76
nombre de Poisson μ, ν	59
nombre de protons Z	88, 93
nombre de tours (spires) N	76
nombre stœchiométrique ν	88
P	
période T	52, 84
période radioactive $T_{1/2}$	94
perméance Λ, (P)	74
perméabilité μ	72
perméabilité du vide μ_0	43, 72
perméabilité relative μ_r	70
permittivité ε	70
permittivité du vide ε_0	43, 70
permittivité relative ε_r	72
poids G, (P, W)	57
polarisation électrique P	71
polarisation magnétique J, (B_i)	73
potentiel chimique (du constituant B) μ_B	—

Grandeur Symbole	Page
potentiel électrique V, (φ)	12, 17, 69
potentiel vecteur magnétique A	—
pression p	14, 17, 32, 58
pression absolue p_a	—
pression acoustique (instantanée) p	—
pression ambiante p_{amb}	—
pression effective p_e	—
pression osmotique Π	—
pression partielle (du constituant B dans un mélange gazeux) p_B	88
pression statique p_s	84
puissance P, (P_i), (W)	17, 61, 63, 75
puissance active P	—
puissance acoustique P, (W)	84
puissance apparente S, (P_s)	—
puissance instantanée P, (P_i)	75
puissance rayonnante P, Φ, (Φ_e)	78
puissance réactive Q, (P_q)	—
puissance thermique P	—
pulsation ω	52, 77, 84

Grandeur Symbole	Page
Q	
quantité de chaleur Q	17, 64
quantité d'électricité Q	17, 69
quantité de lumière Q, (Q_v)	81
quantité de matière n, (ν)	11, 15, 21, 86
quantité de mouvement p	57
R	
radiance L, (L_e)	79
rapport des capacités thermiques massiques γ	67
rapport molaire (du soluté B) r_B	—
rayon r, R	49
rayon de Bohr a_0	44
rayon de l'électron r_e	44
rayon du noyau R	—
réactance X	74
réactivité ρ	—
réluctance R, R_m	74
rendement mécanique η	62
résistance R	17, 73, 74
résistance thermique R	65
résistivité, résistivité résiduelle ρ, (ρ_R)	74, 89

Grandeur Symbole	Page
S	
section efficace σ	—
solénation Θ	71
superficie A, (S)	50
susceptance B	75
susceptibilité électrique χ, χ_e	70
susceptibilité magnétique κ, (κ_m)	72
T	
température absolue T	11
température Celsius t, θ	17, 63
température de Curie T_C	90
température de Fermi T_F	90
température de Néel T_N	90
température thermodynamique T	15, 63
température de transition supraconductrice T_c	91
temps t	11, 15, 50
temps de relaxation τ	—
tension U, (V)	17
tension superficielle γ, σ	15, 60
titre massique w_B	87

Grandeur *Symbole*	*Page*
titre molaire x_B, (y_B)	88
titre volumique φ_B	—
travail W, (A)	17, 62
travail d'extraction Φ	90
V	
valeur efficace du courant I	
valeur efficace de la différence de potentiel U	—
valeur instantanée du courant i	—
valeur instantanée de la tension u, (v)	—
vecteur de base $\boldsymbol{a}_1$, $\boldsymbol{a}_2$, $\boldsymbol{a}_3$	89
vecteur de base réciproque $\boldsymbol{b}_1$, $\boldsymbol{b}_2$, $\boldsymbol{b}_3$	89
vecteur de Burgers $\boldsymbol{b}$	89
vecteur de Poynting $\boldsymbol{S}$	—
vecteur du réseau $\boldsymbol{R}$, $\boldsymbol{R}_o$, $\boldsymbol{T}$	89

Grandeur *Symbole*	*Page*
vecteur du réseau réciproque $\boldsymbol{G}$	89
vergence	83
viscosité η, (μ)	60
viscosité cinématique ν	60
viscosité dynamique η, (μ)	60
vie moyenne τ	—
vitesse u, v, w, c	12, 13, 20, 43, 51
vitesse angulaire ω	12, 50
vitesse de phase c, c_φ	52
vitesse de propagation c, c_0	73, 77
vitesse du son c	—
volume V	18, 21, 50
volume massique v	56
volume molaire V_m	21, 86

Édition : Isabelle Hannebicque
Coordination artistique : Danielle Capellazzi
Maquette : Studio Primart

Imprimé sur les presses de Jean-Lamour, 54320 Maxéville - N° 95010101
N° Éditeur 10026400 - (II) - 6,5 - (OSB) - 80 - MCP - Janvier 1995

الملخص:

يتعلق هذا البحث التربوي بدراسة صعوبات تعلم تلاميذ الشعب العلمية لمرحلة التعليم الثانوي لمضامين المعادلات الفيزيائية حيث لاحظنا في الجزء الأول من التحليل الذي تم إنجازه سابقا أن أغلب التلاميذ و الطلبة المستجوبين أعطوا بشكل آلي ومباشر مضمونا فيزيائيا محددا و نهائيا للرموز الحرفية غير معرفة المدلول التي صادفوها في المعادلات الفيزيائية و ذلك بفصلها عن السياق الفيزيائي لهذه العبارات الرمزية، ما يتناقض بشكل واضح مع المعطيات المستخلصة من التحليل الإبستمولوجي و التاريخي و الدلالي للرموز الحرفية المختارة عادة لتمثيل المقادير الفيزيائية .

لتفسير هذا السلوك الإدراكي المفخخ للمتعلمين لمدلول الرموز الحرفية للمقادير الفيزيائية، يتضح من البيانات التجريبية التي تحصلنا عليها أن أغلبيتهم يملكون تصورا خاطئا بوجود إطار اصطلاحي رسمي يفرض تعيين المقادير الفيزيائية باختيار الحروف الأولى من أسمائها باللغة الأجنبية مع تفادي استخدام نفس الرمز الحرفي لتمثيل أكثر من مقدار فيزيائي.

فبالإضافة إلى قوة تأثير تعودهم على استخدام نفس الرموز الحرفية في الممارسات التعليمية الضمنية لصياغة العلاقات الفيزيائية، يظهر أيضا من إجابات أغلبيتهم أن الأطر الاصطلاحية الرسمية و الصارمة للترميز لكل من وحدات القياس و العناصر الكيميائية دعمت بشكل أو بآخر نمط إدراكهم غير الصائب لطريقة التمثيل الحرفي لهذه المقادير.

لهدف تفادي الوقوع في فهم خاطئ لمحتوى المعادلات الفيزيائية، تدل نتائج تقييم التجريب التعليمي المنجز أن الكشف الصريح و المبكر للمتعلمين عن غموض طريقة الترميز الحرفي للمقادير الفيزيائية من جهة، و إعطاؤهم الأداة العملية المناسبة لتحديد مضمون الرموز المبهمة نتيجة عدم تعريفها بوضوح من جهة أخرى يمثلان حلا استراتيجيا فعالا لمواجهة الإشكالية التعليمية المطروحة في هذه البحث التربوي.

Résumé :

Cette étude didactique concerne les difficultés rencontrées par les lycéens de filières scientifiques dans leur apprentissage des contenus des formules physiques. Il s'agit de l'attribution, par la majorité des élèves et des étudiants précédemment interrogés, des sens physiques précis et définitifs aux symboles littéraux non définis désignant des grandeurs physiques dans ces formules.

Contrairement aux données déduites de l'analyse épistémologique, historique et sémantique de la symbolisation des grandeurs physiques effectuée, les réponses de la plupart des élèves testés confirment que le choix des symboles littéraux des grandeurs physiques obéit à un cadre conventionnel officiel qui consiste à utiliser les lettres initiales des noms de ces grandeurs à condition d'éviter l'usage du même symbole littéral pour désigner plusieurs grandeurs physiques.

En plus de l'effet de l'habitude tacite qui domine l'utilisation des mêmes symboles littéraux pour représenter les grandeurs dans les équations physiques enseignées, ces élèves ont transposé les règles conventionnelles explicites et officielles de la désignation des unités de mesure et des éléments chimiques dans le domaine de la représentation symboliques des grandeurs physiques.

Pour surmonter les difficultés induite par la lecture spontanée des symboles littéraux des grandeurs physiques, les résultats de l'évaluation de l'expérimentation didactique réalisée au collège confirment que l'explicitation précoce de l'ambiguïté des règles de la symbolisation des grandeurs physiques d'une part, et l'acquisition des élèves de la méthode de l'analyse dimensionnelle d'autre part, sont dans la mesure d'aider les apprenants pour assurer une compréhension harmonieuse des contenus exprimés par les équations algébriques de la physique.