كيمياء

دراسة تقويميّة لتحصيل مفاهيم الكيمياء الفضائيّة عند طلبة المدرسة العليا للأساتذة بالقبة- الجزائر

حزي صالح[1]، مجاجي حمزة[2]

[1] استاذ محاضر بالمدرسة العليا للأساتذة بالقبة الجزائر. مخبر تعليميّة العلوم الفيزيائيّة.

hazzi_salah@yahoo.fr

[2] ماستر بالمدرسة العليا للأساتذة. القبة-الجزائر-

تاريخ الارسال: 21 جانفي 2021 / تاريخ القبول: 27 أفريل 2021

الملخّص (Abstract):

في نهاية دراستهم يتوجب على الطّلبة – الأساتذة، المشرفين على التّخرج أن يكونوا قد شكلوا بنيّة مفاهميّة فعالة تعكس بصورة واضحة تحصيلهم للمعارف المستهدفة من طرف التّعليم.

إنّ عدم تحكم الطّلبة في مفاهيم الكيمياء الفضائيّة في الحالة السّاكنة مقرونة بالقدرة على استعمال وشرح مختلف التّمثيلات الفضائيّة قد يشكّل لهم عائقا في دراسة الكيمياء العضويّة (Barlet & Plouin 1997).

نحاول من خلال هذا العمل تحليل مدى قدرة الطّلبة الأساتذة للمدرسة العليا بالقبة على تحصيل المعارف المتعلّقة بسجل التّماكب الفضائي (التّماكب الفضائي، الامتثال التّشكيل، التّخايل الدّياستيريوميريّة). لقد تم التّعرف من خلال هذا العمل على بعض الصّعوبات والالتباسات التي يعاني منها الطّلبة في تحصيل هذه المفاهيم. كما تمّ تسجيل بعض التّصوّرات البديلة التي طوّروها خلال تحصيلهم لمفهوم التّماكب الفضائي. انطلاقا من النّتائج المتحصل عليها، أدلينا ببعض الاقتراحات لتعليم هذا المحتوى التّخصّصي.

الكلمات المفتاحيّة (keywords):

التّماكب، طرق التّمثيل، التّماكب الفضائي التّخايل، الدّياستيريوميريّة، الامتثال، التّشكيل التّصورات البديلة.

Title : La stéréochimie à l'état statique : Etude et évaluation de la compréhension conceptuelle des étudiants de l'ENS Kouba-Alger.

Hazzi Salah[1], Medjadji Hamza[2]

[1] MCA à l'Ecole Normale Supérieure de Kouba, Alger, Laboratoire de didactique des sciences, hazzi_salah@yahoo.fr

[2] Master, Ecole Normale Supérieure de Kouba, Alger

Abstract :

Les futurs enseignants en fin de formation, devraient être construits une structure efficace de connaissance qui reflète au mieux l'appropriation des connaissances cibles fixée par l'enseignement.

Le non maitrise des concepts de la stéréochimie en milieu statique accompagné d'une incapacité à utiliser et à expliquer les différentes représentations spatiales peut constituer un obstacle à l'interprétation de la réactivité (Barlet & Plouin 1997).

Dans ce travail nous chercherons à analyser dans quelle mesure de futurs enseignants de l'ENS Kouba ont intégré les savoirs relatifs à la stéréo-isomérie (isomérie, stéréo-isomérie, conformation, configuration, énantiomérie, diastéréoisomérie).

Des difficultés et confusions dans l'intégration de ces concepts ont été mises en évidence. De leur incapacité à définir les concepts relatifs à la stéréo-isomérie et à expliquer les différentes représentations spatiales nous avons inféré quelques conceptions erronées et émis quelques suggestions pour l'enseignement de ce contenu disciplinaire.

Keywords :

Isomérie, stéréo-isomérie, conformation, configuration, énantiomère, dia-stéréomère, conceptions erronées.

1- المدخل(Introduction)

يعتبر تعليم الكيمياء الفضائيّة مدخلا أساسيّا لتدريس الكيمياء العضويّة لأن دراسة فاعليّة الجزيئات العضويّة في كل المراحل البيداغوجيّة تتطلّب معرفة أوليّة لهندسة الجزيء (Pellegrin et al.,2003) والتّماكب الفضائي الإمتثالي أو التّشكيلي (Barlet & Plouin 1997).

إنّ حلّ المشكلات في إطار التّماكب الفضائي يتطلّب معرفة مفاهيم الكيمياء الفضائيّة مقرونة بالقدرة على استعمال وشرح مختلف التّمثيلات الفضائيّة.

وقد يصعب مبدئيّا معرفة فيما إذا كانت أخطاء الطّلبة ناتجة عن نقص معرفي لهذه المفاهيم أم هي راجعة بكلّ بساطة إلى عدم قدرتهم على التّعامل مع طرق التّمثيل وشرحها.

لقد بيّنت عدّة أبحاث، أنّ عدم القدرة والشّرح متواجدة بنسبة سائدة ضمن صعوبات الطّلبة في دراسة التّماكب الفضائي أثناء التّعامل مع طرق التّمثيل،

(Kozma et al., 2000 ; Kozma, 2003; Pellegrin, 1999; Boukhechem et al., 2011 ; Stull et al., 2012)

لقد قمنا من خلال هذا العمل بتقييم صعوبات الطّلبة النّاتجة عن النّقص المعرفي لمفاهيم الكيمياء الفضائيّة والمتعلقة أساسا بمفاهيم التّماكب الفضائي (الامتثال، التّشكيل التّخايل والدّياستيريوميريّة) وكذا عدم قدرتهم على التّعامل مع طرق التّمثيل(كرام، نيومن فيشر والمنظوري)التي قد تعقد العمليّة التّعليميّة نظرا لهذا الاختلاف في المفاهيم وتعدّد طرق تمثيلها .

فما مدى قدرة الطّلبة على استرجاع مختلف مفاهيم التّماكب الفضائي من جهة وتوظيف تصوّرهم الذّهني للتّنسيق والرّبط بين مختلف التّمثيلات من جهة أخرى إذ يعتبر هذا الرّصيد المعرفي ضروريّا لفهم محتوى التّماكب الفضائي. إنّ عدم تحكمهم في هذا المدخل الأساسي، قد يكون عائقا في دراسة الكيمياء العضويّة.

يتمحور الإطار النّظري للتّحليل حول الاعتبارات التّاليّة:

- اعتبارات كيميائيّة:

إنّ تطبيق الصّيغ الفضائيّة للمركّبات كوسيلة لشرح الفاعليّة، يعتبر مدخلا أساسيّا لدراسة الكيمياء العضويّة. حيث أنّ دراسة التّماكب الفضائي تستلزم إدخال مفاهيم التّماكب الامتثالي والتّماكب التّشكيلي وما ينبثق عنهما من مفاهيم تتعلق بالتّخايل، والدّياستيريوميريّة. إنّ عدم تحكم الطّلبة في مفاهيم الكيمياء الفضائيّة مقرونة بالقدرة على استعمال وشرح مختلف التّمثيلات الفضائيّة قد يكون عائقا في دراسة الكيمياء العضويّة (Barlet & Plouin 1997).

اعتبارات ديداكتيكيّة:

حتّى هناك تحصيل مفاهيمي، يجب على الطّالب أن يكون قادرا على تعريف المفهوم ثم موقعته في عقدة من عقد الشّبكة المفاهميّة بطريقة منسجمة تمكّنه من حلّ المشكلات (Giordan, A. & De Vecchi, G. 1987)،

للقيام بهذا العمل وبطريقة صحيحة ينبغي على الطّلبة، انطلاقا من المعلومات المتحصّل عليها من خلال مختلف الدّروس، أن يكونوا قد حقّقوا " تحصيلهم المفاهيمي" بربط مختلف المفاهيم المتواجدة ويكونون بهذا قد بنوا "بنيّة معرفيّة ذاتيّة"(Taber, 2005) تمكّنهم من إيصال المعرفة بطريقة صحيحة.

لقد أظهرت الدّراسات في هذا الموضوع أن تعليم وتعلم الكيمياء الفضائيّة يرتكز أساسا على طرق التّمثيل، حيث أن مختلف هذه الطّرق تمكن من شرح مفاهيم الكيمياء الفضائيّة (التّماكب الفضائي الامتثالي والتّشكيلي مثلا). من المعروف أنّ ذوي الاختصاص في الكيمياء يستعملونها بأريحيّة، بعكس غير المختصّين الذين يلاقون في غالب الأحيان صعوبات في التّعامل معهم (Kozma, 2003). إنّ الدّراسات قد بيّنت أنّ الطّلبة يعانون في معظم الأحيان من التّنسيق بين هذه الأنظمة والقيام بعمليّة المرور من تمثيل إلى آخر).

Bucat, B. & Mocerino, M. 2009). kozma & Russell, 1997; stieff & Mc Combs, 2006;

هذه الصّعوبات تظهر بوضوح خلال عمليّة التّقييم في القسم (Kozma,2003). حتى يحقق الطّلبة النّجاح في تعليمهم وحلّ مشاكل الكيمياء العضويّة بصفة عامّة والكيمياء الفضائيّة بصفة خاصّة يتوجّب عليهم القيام بتطوير قدرات البناء الشّرح والتّحويل لمختلف التّمثيلات (Stull et al., 2012).

وقد يصعب مبدئيّا معرفة فيما إذا كانت أخطاء الطّلبة ناتجة عن نقص معرفي للمفاهيم أم هي راجعة إلى عدم قدرتهم على التّعامل مع طرق التّمثيل وشرحها. لقد بيّنت عدّة أبحاث، أنّ عدم القدرة والشّرح متواجدة بنسبة سائدة ضمن صعوبات الطّلبة في دراسة التّماكب الفضائي أثناء التّعامل مع طرق التّمثيل (Kozma et al. 2000 ; Kozma, 2003 ; Pellegrin, 1999 ; Boukhechem et al. 2011 ; Stull et al. 2012).

إنّ نتائج أبحاث (Barlet et Plouin 1997) تظهر أيضا أنّ بعض الطّلبة الفرنسيّين (ليسانس العلوم الفيزيائيّة) يجهلون الدّوران الحرّ لمجموعة من الذرّات حول الرّابطة البسيطة في الجزيء وما ينتج عنها من عدد لا متناه من الامتثالات. إن التّعرف على جزيئات المتماكبات الفضائيّة الامتثاليّة في سجل نيومان، ليست أيضا سهلة وتنتج عن نقص في عدم التّحكم لتعريف المفاهيم (Boukhechem et al., 2011).

الطّلبة يعانون من إجراء عمليات الدّوران للتمييز بين مختلف امتثالات كرام (حالة الطّلبة الأمريكيين في الكيمياء العضويّة، (Kuo et al., 2004).

الإشكاليّة:

إنّ دراسة فاعليّة المركبات العضويّة في كل المراحل البيداغوجيّة، تتطلب معرفة أوليّة لهندسة الجزيء والمتماكبات الفضائيّة الامتثاليّة والتّشكيليّة. (ص.القادري وآخرون،1992) كما أنّ حلّ المشكلات في إطار التّماكب الفضائي يتطلّب معرفة مفاهيم التّماكب المستوي مقرونة بمفاهيم التّماكب الفضائي والقدرة على استعمال وشرح مختلف التّمثيلات الفضائيّة.

وقد يصعب مبدئيّا معرفة فيما إذا كانت أخطاء الطّلبة ناتجة عن نقص معرفي لهذه المفاهيم أم هي راجعة إلى عدم قدرتهم على التّعامل مع طرق التّمثيل وشرحها أم الاحتمالين معا؟

فرضيّة البحث

"إنّ صعوبة حلّ المشكلات في إطار التّماكب الفضائي عند الطّلبة هي ناتجة عن نقص معرفي لمفاهيم التّماكب بصفة عامّة مقرونة بعدم القدرة على التّمييز بين التّماكب البنيوي والتّماكب الفضائي"

أسئلة البحث:

هل بمقدور الطّلبة استرجاع التّعريفات المتعلّقة بمفاهيم التّماكب البنيوي، الفضائي، المتخايلات والدّياستيريوميرات؟ ما طبيعة الصّعوبات التي يعانون منها في التّمييز بين مفاهيم التّماكب البنيوي ذي البعدين والتّماكب الفضائي ذي الثلاثة أبعاد؟

2- الموادّ والطّرائق (Materiels and Methods)

طريقة جمع وتحليل المعطيات:

تناول البحث دراسة كشفيّة، سعينا من خلالها إلى معرفة مدى قدرة الطّلبة على استرجاع سجل مفاهيم التّماكب أو الإيزوميريّة انطلاقا من فرضيّة البحث.

تهدف الأسئلة إلى تقييم مدى قدرة الطّلبة على تعريف مفاهيم التّماكب البنيوي والفضائي والتّمييز بوضوح بين النّوعين.

جمعت المعطيات بواسطة استبيان مكتوب اشتمل على أربعة أسئلة تدور حول تعريف:

(أ)-التّماكب البنيوي. Isomérie de constitution

(ب)-التّماكب الفضائي. Stéréoisomérie

(ج)-المتخايلات. Énantiomères

(د) –الدّياستريومرات. Diastéréomeres

تمّت الدّراسة على 50 طالباً (السّنة الخامسة) يحضرون شهادة الليسانس تخصّص فيزياء-كيمياء وقد درسوا نفس مقرّر الكيمياء العضويّة في السّنة الثّالثة. هؤلاء الطّلبة ينتمون إلى قطاع تكوين أساتذة الثّانوي بالمدرسة العليا للأساتذة بالقبة (الجزائر). موضوع الاستبيان يخصّ المحتوى المدرس خلال الجذع المشترك علوم دقيقة.

لقد وضّح الباحث للطلبة شروط الأجوبة على اسئلة الاستبيان، (إغفال الاسم عدم تنقيط الإجابة، المفاهيم الفرديّة، الخ.). حدّد زمن الإجابة ب 30 د، علما أنّ محتوى الاستبيان كان قد حكم من طرف أستاذ المادّة بعد أن عرض على مجموعة مكوّنة من 10 طلبة (خارج المجموعة المعنيّة) للتّأكّد من أنّ الأسئلة المطروحة غير غامضة وهي في متناول المستجوبين.إنّ اختيار طلبة المدرسة العليا دون سواهم أملته الظروف التّنظيميّة الغير مواتية للمؤسسات الاخرى.

ارتكز تحليل الأجوبة على التّصنيف انطلاقا من الإطار المعرفي والأبحاث السّابقة والمعطيات الجديدة التي تظهر في الأجوبة. من أجل كل سؤال نسجّل عناصر الأجوبة المفتاحيّة حتّى يتسنّى لنا ترتيبها تحت نفس الصّنف من أجل تقييم النّسب والبدء في التّمييز والشّرح (Robert & Bouillaguet, 2002, p28)

3-النّتائج (Results)

النّتائج المتعلّقة بالمتماكبين: المستوي والفضائي

1.3-التّماكب المستوي

(أ) تعريف التّماكب البنيوي:

التّعريف النّموذجي: هي جزيئات لها نفس الصّيغة المجملة (تتشكّل من نفس نوع وعدد الذرّات) ولكن تتميّز بتنظيم مختلف لترتيب ذراتها أي تختلف بطبيعة روابطها الكيميائيّة.

الجدول (05): تصنيف أجوبة الطّلبة لتعريف التّماكب البنيوي.

الإجابة	العدد	النّسبة%
مركبات لها نفس الصّيغة المجملة وتختلف في الصّيغة المفصّلة.	22	%44
مركبات لها نفس الصّيغة المجملة وتختلف في الصّيغة المفصّلة أي تختلف في ترتيب الذرّات في المستوي.	08	%16
مركبات عضويّة تملك نفس الصّيغة الكيميائيّة / نفس الصّيغة الجزيئيّة وتختلف بهندستها المستويّة/ توزيع الذرّات/ موضع الوظيفة/ موضع الجذور.	10	%20
التّماكب المستوي ينقسم إلى أنواع منها: موضعي، وظيفي، هيكلي.	08	%16
عدم الإجابة.	02	%04

الملاحظة المباشرة للأجوبة تظهر أن الأغلبيّة السّاحقة (44%) من الطّلبة استطاعت أن تعرف التّماكب البنيوي على أنّه يتميّز بنفس الصّيغة المجملة ويختلف بالصّيغ المفصّلة. (16%) من بينهم حسّنوا هذه الإجابة بإضافة مفهوم" ترتيب الذرّات في المستوي" للتّعريف السّابق".

بالنّسبة للأجوبة الغير موفّقة البعض منهم (16%) أعطى أنواع التّماكب المستوي بدلا من تعريفه والبعض الآخر (20%) عرّف التّماكب تعريفا عشوائيّا يدلّ على النّقص المعرفي لمفهوم الصّيغ (مجملة، جزيئيّة، كيميائيّة ... الخ) أمّا عدم الإجابة فيبقى في حدود(04%).

(ب)-تعريف التّماكب الفضائي:

التّعريف النّموذجي: (جزيئات تتميّز بنفس الصّيغة المجملة (نفس الذرّات) ونفس التّرتيب التّسلسلي للذرّات (نفس الرّوابط) وتختلف بترتيبها في الفضاء

الجدول (06): تصنيف أجوبة الطّلبة لتعريف التّماكب الفضائي.

الإجابة	العدد	النّسبة%
جزيئات لها نفس الرّوابط ولكن تختلف بموقع المتبادلات في الفضاء.	09	%18
متماكبات لها نفس الصّيغة المجملة وتختلف بتشكيلها في إسقاط كرام كما في حالة التّماكب الضوئي.	08	%16
ينقسم إلى متماكبات دورانيّة، هندسيّة، تشكيليّة.	11	%22
التّماكب الفضائي هو نوع مقرون – مفروق.	06	%12
تمثيل الجزيئات في ثلاثة أبعاد بإسقاط كرام، فيشر ونيومان.	12	%24
عدم الإجابة.	04	%08

الملاحظة المباشرة للأجوبة تظهر أنّ نسبة صغيرة (18%) من الطّلبة، وُفّقت إلى حدّ ما في تعريف المتماكبات الفضائيّة على أنّها متماكبات تتميّز بنفس (الرّوابط) وتختلف بترتيب ذرّاتها في الفضاء مع عدم ذكر الصّيغة المجملة التي تعتبر شرطا أساسيّا في التّعريف. البعض منهم (16%)، حسن هذه الإجابة بإضافة العوامل المشتركة بين المتماكبات الفضائيّة أي "... نفس الصّيغة المجملة (نفس الذرّات)" ونفس التّرتيب التّسلسلي للذرّات (نفس الرّوابط) وأخيرا نسبة (22%) قسمتها إلى متماكبات دورانيّة هندسيّة وتشكيليّة.

بالنّسبة للأجوبة الغير موفّقة نسبة (12%) منهم حصرت التّماكب الفضائي في نوع من الأنواع التّشكيليّة (مقرون-مفروق) دون سواه، والبعض الآخر(24%) قرن التّماكب الفضائي بطرق التّمثيل « .. كل مركب يمكن إسقاطه في ثلاثة أبعاد بواسطة طرق التّمثيل الثّلاثة (كرام، فيشر، نيومن) "

(ج)-تعريف المتخايلات:

يمكن تصوّر الإجابة النّظريّة الشّاملة المحتملة لتعريف المتخايلات تبعا لقطع الأجوبة المجزئة التي ظهرت ضمن أجوبة الطّلبة كالتّالي:

هما متماكبان فضائيّان لهما نفس الصّيغة المجملة، نفس الرّوابط ويختلفان بموضع الذرّات في الفضاء، وهما متناظران بالنّسبة للمرآة المستويّة يشكّلان صورا لبعضهما البعض، لكنهما غير قابلين للانطباق، يتميزان بتشكيل مطلق متعاكس.

أجوبة الطّلبة:

لقد جُمّعت أجوبة الطّلبة ضمن مختلف التّصنيفات تبعا للكلمات المفتاحيّة المستعملة ضمن أجوبتهم. يمكن أن تظهر في الإجابة الواحدة عدّة كلمات مفتاحيّة. لقد حسبت مختلف النّسب تبعا للعدد الكلّي للطّلبة المعنيّين.

الجدول (07): مكوّنات تعريف المتخايلات المسترجعة من طرف الطّلبة.

الإجابة	العدد	النّسبة
المتخايلان هما متماكبان فضائيان.	03	%06
لهما نفس الصّيغة المجملة، نفس الرّوابط ويختلفان بموضع الذرّات في الفضاء.	07	%14
متناظران بالنّسبة للمرآة المستويّة.	06	%12
صور لبعضهما البعض.	17	%34
غير قابلين للانطباق.	04	%08
يتميّزان بتشكيل مطلق متعاكس.	08	%16
عدم الإجابة.	05	%10

الملاحظة المباشرة للأجوبة تظهر أنّ قطع الأجوبة المجزّئة للطّلبة، تبيّن أنّهم يواجهون صعوبات في تعريف المتخايلات.

عدد مهمّ من الطّلبة (34%) استطاع أن يسترجع العنصر الأكثر شيوعا الذي تتميّز بها المتخايلات (صور لبعضهما البعض) وكذا التّناظر بالنّسبة للمرآة المستويّة (12%) إلّا أنّ ميزة " عدم الانطباق " لم تذكر إلّا من طرف نسبة ضئيلة منهم (08%). بالرّغم من أنّ (14%) منهم ذكرت الشّرط الأساسي المتمثّل في "نفس الصّيغة المجملة " واختلاف تموقع الذرّات في الفضاء، فوصف «المتخايلان كمتماكبان فضائيان" لم يذكر إلّا من طرف عدد ضئيل منهم (06%). أمّا الإشارة إلى خاصيّة التّشكيل المتعاكس فلم تسترجع إلا من طرف (16%).

(د) -تعريف الدّياستريومرات:

بعض التّعريفات من المعرفة المدرسة:

- إنّ المتماكبات الفضائيّة التي لا تشكّل متخايلات (ليست صورا لبعضها وغير قابلة للانطباق على بعضها البعض) هي دياستيريوميرات؛

- الدياستيريوميرات هي متماكبات فضائيّة تحتوي على الأقلّ على مركز كيرالي مشترك (له نفس التّشكيل) وتختلف بتشكيل مركز كيرالي على الأقلّ؛

مقارنة بالمعرفة المدرسة يمكن تصوّر الإجابة النّظريّة الشّاملة المحتملة لتعريف الدّياستيريوميرات تبعا لقطع الأجوبة التي ظهرت ضمن أجوبة الطّلبة كالتّالي:

مركبات لها نفس الصّيغة المجملة والمفصلة ولكنّها تختلف في التّشكيل، ليست صورا لبعضها في المرآة المستويّة، غير قابلة للانطباق على بعضها البعض.

أجوبة الطّلبة:

لقد جُمعت أجوبة الطّلبة ضمن مختلف التّصنيفات تبعا للكلمات المفتاحيّة المستعملة. يمكن لعدّة كلمات مفتاحيّه أن تظهر في الإجابة الواحدة. لقد حسبت مختلف النّسب تبعا للعدد الكلّي للطّلبة المعنيّين.

الجدول (08): مكوّنات تعريف الدّياستيريومرات المسترجعة من طرف الطّلبة

الإجابة	العدد	النّسبة
هي متماكبات فضائيّة لا تشكل متخايلات (من المعرفة المدرسة).	X	X
ليست صورا لبعضها في المرآة المستويّة.	13	%26
غير قابلة للانطباق غلى بعضها البعض.	09	%18
متماكبات فضائيّة تحتوي على مركز كيرالي مشترك على الأقل (له نفس التّشكيل) (من المعرفة المدرسة).	X	X
متماكبات فضائيّة تختلف بتشكيل مركز كيرالي على الأقل (من المعرفة المدرسة).	X	X
مركبات لها نفس الصّيغة المجملة والمفصلة ولكنها تختلف في التّشكيل.	10	%20
عدم الإجابة.	18	%36

الملاحظة المباشرة للأجوبة تظهر أنّ هناك نسبة مرتفعة (36%) لعدم الإجابة على السّؤال. هذه النّسبة جاذبة للانتباه إذا ما قورنت بمثيلتها في تعريف المتخايلات.

بالنّسبة للذين أجابوا، نلاحظ أنّهم استرجعوا عددا محدودا من العناصر الدّاخلة في التّعريف. وقد حصروا أجوبتهم في التّصنيفات المألوفة لديهم: (26%) منهم أجاب على أنّها " ليست صورا لبعضها في المرآة المستويّة"، نسبة (18%) وصفتها بأنّها " غير قابلة للانطباق غلى بعضها البعض" والباقي (20%) عرّفوا الدّياستيريوميرات على أنها متماكبات لها " نفس الصّيغة المجملة وتختلف في التّشكيل". إنّ هذه الإجابات المجزّئة إن دلّت على شيء فإنّها تدلّ وتؤكّد عجز الطّلبة عن إعطاء تعريف كامل للدياستيريوميرات.

4-المناقشة(Discussion)

لقد قمنا في هذا العمل بمحاولة التّعرف على مدى استيعاب واسترجاع الطّلبة -الاساتذة لسجّل مفاهيم التّماكب بصفة عامّة والتّماكب الفضائي بصفة خاصّة، علما أنّ هذا السّجل يتميّز بترابط عدد كبير من المفاهيم المهمة اللازمة لوصف الهندسة المجسّمة للجزيئات.

من خلال هذا العمل المنجز والمناقشة التي قمنا بها، حاولنا التّعرف على الصّعوبات المتعدّدة التي تعترض الطّلبة في التّعامل مع مختلف المفاهيم التّماكب.

(أ) تعريف التّماكب البنيوي:

يظهر من خلال الإجابات الموفقة للطلبة أنه بالرّغم من تمكنهم من تعريف التّماكب البنيوي على أنه يعبر عن الحالة التي يمكن فيها لصيغة مجملة أن تتوافق مع عدة مركبات مختلفة بصيغها

المفصلة إلا أنهم لم يظهروا بوضوح المعنى الذي تتضمنه الصّيغة المفصلة التي تتبع لخاصيّة ترتيب ترابط الذرّات داخل الجزيء حيث أن المتماكبات البنيويّة تتميز بالصّيغ المستويّة ذات البعدين وتوصف أنواعها الثلاثة (الوظيفي، الهيكلي والموضعي) بالصّيغ المفصلة والنّصف المفصلة وتتميز بتنظيم مختلف لترتيب ذراتها أي تختلف بطبيعة روابطها الكيميائيّة.

في الأجوبة الغير موفقة نلاحظ أن نسبة (16%) من الطّلبة يكتفون بذكر أنواع المتماكبات (وظيفي هيكلي، موضعي) بدلا من التّعريف. قد يرجع هذا في نظرنا، زيادة عن عدم تحكمهم في تعريف المفهوم إلى الالتّباس بين مختلف أنواع المتماكبات وعدم القدرة على إقامة العلاقة بين هذه المتماكبات الثلاثة وربطها بخاصيّة ترتيب ترابط الذرّات المختلف في كل منها داخل الجزيء.

بالنّسبة للفئة التي عرّفت المتماكبات البنيويّة على أنها مركبات عضويّة لها نفس الصّيغة الكيميائيّة/ نفس الصّيغة الجزيئيّة وتختلف بهندستها المستويّة/ توزيع الذرّات/ موضع الوظيفة/ موضع الجذور. إن هذه الأجوبة توحي بأن هؤلاء الطّلبة يعانون صعوبات ولبسا في التّمييز بين الصّيغ المجملة والصّيغ الجزيئيّة الكيميائيّة. إذا كانت الأولى تعبر عن عدد وطبيعة الذرّات المكوّنة للجزيء ولا تعطي أي توضيح للبناء الفضائي للذرات ولا لطبيعة الرّوابط الكيميائيّة فإن الصّيغة الجزئيّة، التي يعبر عنها بالصّيغة المفصلة أو النّصف مفصلة توضح طبيعة وترتيب الرّوابط.

(ب)-تعريف التّماكب الفضائي:

إن تحصيل التّماكب الفضائي يتطلب في آن واحد معرفة مفاهيم الكيمياء الفضائيّة والقدرة على استعمال وشرح مختلف التّمثيلات الفضائيّة فهل أخطاء الطّلبة ناتجة عن نقص معرفي لهذه المفاهيم أم هي راجعة بكل بساطة إلى عدم قدرتهم على التّعامل مع طرق التّمثيل وشرحها أم هي ناتجة عن الحالتين معا.

يظهر من خلال أجوبة الطّلبة -بغض النّظر، عن أن ولا أي منهم، استطاع أن يعرف التّماكب الفضائي تعريفا كاملا-إن مفهوم " الاختلاف في التّرتيب الفضائي للذرات " حاضر في أذهانهم إلا أنهم يواجهون صعوبات في ربط هذا المفهوم بالشّبكة المفاهميّة المُعرّفة للتماكب الفضائي. فهم واعون بأن التّعبير عن هذا الاختلاف يتطلب استعمال طريقة من طرق التّمثيل (كرام، فيشر، نيومن) إلا أنهم يعانون من صعوبات في فهم العلاقة التي تربط طريقة التّمثيل بالجزيء المجسم في الفضاء بمعنى كيفيّة رسم 3 أبعاد في بعدين (3D⟶2D). بالنّسبة للطلبة الذين أجابوا (..هو تمثيل الجزيئات في ثلاثي الأبعاد أي في الفضاء) الأمر يتعلق برسم بعدين في ثلاثة أبعاد (3D⟵2D) والحال عكس ذلك. التّفكير بهذه الطّريقة يظهر بكل بساطة عدم قدرة الطّلبة على التّعامل مع طرق التّمثيل وشرحها. إن معظم الطّلبة مُلمون بأسماء الطّرق التّمثيليّة (كرام، فيشر، نيومن) إلا أن الوظيفة الإسقاطيّة المنوطة بكل تمثيل وكيفيّة استعمالها بإتباع قواعد الأولويّة (CIP) تبدو غائبة عند مجملهم.

- جزيئات لها نفس الرّوابط ولكن تختلف بموقع المتبادلات في الفضاء.

نسبة صغيرة (18%) من الطّلبة، وُفقت إلى حدّ ما في تعريف المتماكبات الفضائيّة على أنها متماكبات تتميز بنفس الرّوابط وتختلف بترتيب ذراتها في الفضاء. فإذا ما قبلنا جدلا أن الطّلبة عبّروا عن " نفس التّرتيب التّسلسلي للذرات " ب عبارة "نفس الرّوابط" ولم يتعرضوا للشرط الأساسي " نفس الصّيغة المجملة" (عدد الذرّات) على أساس أنهم يعتبرونه ضمنيا تحصيل حاصل.

البعض من الذين وفقوا أيضا وإلى حدّ ما، في تعريف المتماكبات الفضائيّة على أنها متماكبات لها نفس الصّيغة المجملة وتختلف بتشكيلها، فإنهم زيادة على عدم ذكر الشّرط الأساسي " نفس التّرتيب التّسلسلي للذرات (نفس الرّوابط) فإنهم حصروا التّعريف في الجزيئات الكيراليّة.

هؤلاء الطّلبة ربطوا المتماكبات الفضائيّة بجزيئات تحتوي على C^* وتتميز بتشكيل معين يمكن تمثيله بإسقاط كرام". إن هؤلاء الطّلبة يكونون قد طوروا مفهوما بديلا فيما يتعلق بالتّماكب الدّوراني إذ لا يمكن بالنّسبة إليهم، التّكلم عن التّماكب الفضائي إلا في حالة المركبات الكيراليّة التي يمكن تعيين تشكيلها في إسقاط كرام، أما المركبات الخاليّة من الكربون اللاتناظري كامتثالات الهيدروكربونات المشبعة مثلا، فلا يمكن لها أن تمثل متماكبات فضائيّة. فالمعنى الذي يعطونه "للاختلاف في التّرتيب الفضائي للذرات" هو التّرتيب الفضائي حول C^* الكيراليّة. وقد يعود هذا في نظرنا إلى الطّريقة التّعليميّة لتدريس مفهوم التّماكب الإمتثالي الذي يرتكز على جزيء الإيثان دون سواه، إذ يصعب على الطّلبة تخيل مواقع ذرات الهيدروجين بعد دورانها حول المحور C—C في إسقاط كرام، خاصة وأن الجزيء عديم الفعاليّة الضوئيّة ولا يمكن تحديد تشكيل ذرتي الكربون له وبالتّالي لا يمكن تحديد "ترتيب ذراته في الفضاء". علما أن المتماكبات الفضائيّة الامتثاليّة تنتج عن بعضها البعض بدوران بسيط لمجموعة بالنّسبة للأخرى حول الرّابطة C—C لتعطي عددا لا متناهيا من المتماكبات الفضائيّة المائلة والمكسوفة.

إن أخطاء الطّلبة ناتجة مبدئيا عن نقص معرفي لهذه المفاهيم وقد تكون راجعة بكل بساطة إلى عدم قدرتهم على التّعامل مع طرق التّمثيل وشرحها.

البعض منهم (12%) ربط التّماكب الفضائي بخصائص هندسيّة. إلا أنهم حصروا هذه الخصائص في نوع واحد من التّماكب الفضائي (مقرون-مفروق) متجاهلين المتماكبات التّشكيليّة الأخرى كالتّماكب الضوئي، الامتثالي والتّماكب Z,E. ...الخ

إن أجوبة (22%) الذين قسّموا التّماكب الفضائي إلى متماكبات دورانيّة، هندسيّة وتشكيليّة بدلا من تعريفه، تدل بشكل واضح عن نقص معرفي لهذه المفاهيم.

بالنّسبة لهؤلاء التّماكب الفضائي يمكن أن يكون دوراني بمعنى امتثالي وخالي من الفعاليّة الضوئيّة كما في حالة الإيثان. وقد يكون هندسي بمعنى مقرون-مفروق أو Z,E. أما التّماكب التّشكيلي فقد خُص بالمتماكبات الفعّالة ضوئيّا.

إن التّفكير بهذه الطّريقة يبدي بعض صعوبات الطّلبة الدّالة على عدم تحكمهم في تعريف المفاهيم.

يظهر هذا جليا في إشارتهم إلى مفهوم المتماكبات التّشكيليّة التي حصرت في "التّماكب الضوئي" والتي لا تعتبر في أي حال من الأحوال امتثاليّة بالنّسبة إليهم.

إن نفى الفعاليّة الضوئيّة عن المتماكبات الامتثاليّة ناتج عن عدم تحكم ونقص لهذه المفاهيم. قد يرجع هذا، زيادة عن عدم تحكمهم في تعريف المفهوم، إلى الالتّباس الحاصل بين مختلف أنواع المتماكبات وعدم القدرة على إقامة العلاقة بين المتماكبات الامتثاليّة والتّشكيليّة وربطها بالخصائص الهندسيّة "النّاتج عن اختلاف ترتيب الذرّات في الفضاء داخل الجزيء".

(ج)-تعريف المتخايلات:

انطلاقا من تحليل إجابات الطّلبة لتعريف المتخايلات، يظهر أنهم يواجهون صعوبات حقيقيّة في إعطاء التّعريف الكامل للمتخايلات. يمكن الملاحظة أنّهم حتى وإن استرجعوا بعض مكوّنات التّعريف مثل "صورا لبعضهما البعض" وكذا "التّناظر بالنّسبة لمرآة مستويّة" وحتى "نفس الصّيغة المجملة " إلا أنهم يواجهون صعوبة حقيقيّة، تكمن في ربط كل هذه المكوّنات للحصول على تعريف منسجم ومتكامل للمتخايلات. إن ضعف الإجابة (08%) على الحقيقة المتمثّلة في أساس التّعريف "عدم انطباق الصّورة على الجزيء" وما ينتج عنها من " متخايلات مختلفة هندسيّا أي بتشكيل متعاكس" تبدو غائبة من ذاكرتهم. قد يعود هذا إلى النّسيان لقدم مدّة تلقي المعلومة أو إلى نقص معرفي واضح لمفهوم المتخايلات.

(د) -تعريف الدّياستريومرات:

بالرّجوع إلى عدد العناصر المسترجعة، إضافة إلى النّسبة المعتبرة من عدم الإجابة، يتبين جليا أن الطّلبة يواجهون صعوبات في تعريف هذا النّوع من المتماكبات الفضائيّة. إن هذه الصّعوبات يمكن إرجاعها إلى عامل النّسيان لهذا النّوع من التّماكب الفضائي إذا ما احتسبنا أقدميّة المعرفة المحصلة إذ لم تسجل أي إجابة من المعرفة المدّرسة مثل (لا تشكل متخايلات) أو (تحتوي أو تختلف على مركز كيرالي مشترك على الأقل).

ثم إن اقتصار معظمهم على استرجاع الإجابات المجزئة المتمثّلة في " ليست صورا لبعضهما في المرآة المستويّة " و" غير قابلة للانطباق على بعضهما البعض" دون التّطرق إلى مسببات هذه الظاهرة بمعنى الاحتواء على مركز كيرالي مشترك على الأقل (له نفس التّشكيل) والاختلاف في تشكيل مركز كيرالي على الأقل أو كما في حالة المتماكبات الحلقيّة (سيس-ترانس) والإثيلينيّة (Z, E) يعود إلى عدم تحكمهم في مفهوم الدّياستيريوميرات. وقد يتعزز هذا الافتراض بالعودة إلى الإجابة المجزئة للطلبة " مركبات لها نفس الصّيغة المجملة والمفصلة ولكنها تختلف في التّشكيل". إن الحقيقة المتمثّلة في "الاختلاف في التّشكيل يسبب عدم الانطباق" حاضرة في أذهانهم بسبب تطبيقها في حالة المتخايلات، إلا أنهم عاجزين عن شرح الظاهرة في حالة الدّياستيريوميرات (التي يجب أن تكون مختلفة عن المتخايلات) فلجئوا إلى استعمال الاختلاف في

التّشكيل بصفة مطلقة دون ذكر المراكز الكيراليّة المشتركة والمختلفة بين المتماكبين بغض النّظر عن أنهم لم يشيروا إلى حالة المتماكبات سيس-ترانس وE،Z.

5-الخلاصة (Conclusion)

بعد تحليل ومناقشة أجوبة الطّلبة على الأسئلة الأربعة للاستبيان تبين صدق فرضيّة البحث المتمثّلة في أن صعوبة حل المشكلات في إطار التّماكب الفضائي عند الطّلبة هي ناتجة عن نقص معرفي لمفاهيم التّماكب بصفة عامة مقرونا بعدم القدرة على التّمييز بين التّماكب البنيوي والتّماكب الفضائي.

يظهر من خلال الإجابات أنهم غير متحكمين في مفهوم التّماكب البنيوي إذ يميزونه عن الأنواع الثلاثة الأخرى (وظيفي، هيكلي، موضعي) وكأن هذه الأخيرة ليست بنيويّة مستويّة. معظم الطّلبة لا يقيمون العلاقة بين هذه المتماكبات الثلاثة وخاصيّة ترتيب ترابط الذرّات المختلف في كل منها داخل الجزيء. البعض من الطّلبة، يعاني صعوبات ولبس في التّمييز بين الصّيغ المجملة والصّيغ الجزيئيّة / الكيميائيّة، مما أدى إلى الالتّباس الحاصل عند البعض منهم، بين مختلف أنواع المتماكبات المستويّة.

يظهر من خلال أجوبة الطّلبة، بغض النّظر عن أن ولا طالب، استطاع أن يعرف التّماكب الفضائي تعريفا كاملا، انّ مفهوم "الاختلاف في التّرتيب الفضائي للذرات" حاضر في أذهانهم إلا أنهم يواجهون صعوبات في ربط هذا المفهوم بالشّبكة المفاهميّة المُعرّفة للتماكب الفضائي. فهم يعانون من نقص معرفي لمفهوم التّماكب الفضائي. يتمثل هذا النّقص في تقسيم هذا التّماكب إلى دوراني (بمعنى امتثالي وخالي من الفعاليّة الضوئيّة)، هندسي من النّوع مقرون-مفروق أو Z,E وتشكيلي (بمعنى فعال ضوئيّا). قد يرجع هذا، إلى اللبس الحاصل بين مختلف أنواع المتماكبات المذكورة وعدم ربطها بالخصائص الهندسيّة للتماكب الفضائي. لقد نتجت عن مثل هذا التّفكير تصورات بديلة محتملة تتمثل في أن الامتثالات لا يمكن أن تكون فعالة ضوئيّا ولا يمكن ربطها بالخصائص الهندسيّة. وأن التّماكب الوحيد المعني بالخصائص الهندسيّة هو التّماكب مقرون-مفروق أو Z,E. كما أن عبارة "تشكيل" يجب أن تقرن دائما بالفعاليّة الضوئيّة.

هؤلاء الطّلبة ربطوا المتماكبات الفضائيّة بجزيئات تحتوي على C^* وتتميز بتشكيل معين يمكن تمثيله بإسقاط كرام". بهذا يكونون قد طوروا مفهوما بديلا فيما يتعلق بالتّماكب الدّوراني إذ لا يمكن بالنّسبة إليهم، التّكلم عن التّماكب الفضائي إلا في حالة المركبات الكيراليّة التي يمكن تعيين تشكيلها في إسقاط كرام، أما المركبات الخاليّة من الكربون اللاتناظري كامتثالات الهيدروكربونات المشبعة مثلا، فلا يمكن لها أن تمثل متماكبات فضائيّة.

أمام صعوبة إعطاء تعريف كامل ومنسجم للمتخايلات والدّيستيريوميرات، يقتصر جل الطّلبة على إعطاء أجوبة مجزئة تظهر بوضوح عدم قدرتهم على تعريف المفهومين. إن "عدم انطباق الخيال على الجزيء" في حالة المتخايلات وما ينجر عنه من انعكاس في التّشكيل يبدو غائبا لدى معظمهم.

بالنّسبة للدياستيريوميرات وبغض النّظر عن أن ولا طالب أشار إلى أنها تختلف عن المتخايلات، يمكن الملاحظة أنهم حتى وإن استرجعوا بعض مكوّنات التّعريف مثل " ليست صورا لبعضهما البعض" وكذا «عدم الانطباق على بعضهما البعض " وحتى «الاختلاف في التّشكيل" إلا أنهم يواجهون صعوبات حقيقيّة، في ربط هذه المكوّنات ببعضها وتبرير مسبباتها المتمثّلة في أنها تحتوي على مركز كيرالي مشترك (أو مختلف) على الأقل.

بعض الاقتراحات للتّعليم

إن مفهوم التّماكب الفضائي يتميز بترابط عدد كبير من المفاهيم المهمة اللازمة لوصف الهندسة المجسمة للجزيئات. العمل المنجز يبين أن الطّلبة يلاقون صعوبات كثيرة في التّعامل مع مختلف هذه المفاهيم. لتحسين التّحصيل المفاهيمي للتماكب الفضائي ينبغي على الأساتذة، التّمييز بوضوح من خلال تدريسهم، بين مختلف المتماكبات الفضائيّة. يجب أن ينصب التّركيز على المعنى المعطى لنوع التّماكب مقرونا بشرح واف ودقيق للمفاهيم المعنيّة.

حتى يمكن تجنب سقوط الطّلبة في التّعلم السّطحي والميكانيكي للتّماكب، يجب تشجيعهم على التّفكير في الرّوابط المتواجدة بين مختلف المفاهيم مما يؤدي إلى التّمييز بين مختلف المتماكبات: أنواع المتماكبات الفضائيّة مثلا، كلها تنطوي تحت الخصائص الهندسيّة أكانت تشكيليّة أم امتثاليّة أما المتماكبات البنيويّة فهي تتبع في اختلافها لترتيب الرّوابط داخل المستوي ولا تمتّ بصلة للهندسة.

للوصول إلى مثل هذا الهدف يقترح (Frailich et al. 2007) استعمال الأدوات التّوضيحيّة مصحوبة بتعلم تشاركي.

المراجع (References):

1- صالح القادري وآخرون. الكيمياء العضويّة، المماكبات الفراغيّة. الطّبعة 6. (1992). دمشق.

References

Barlet, R. & Plouin, D. (1997). La dualité microscopique- macroscopique un obstacle sous-jacent aux difficultés en chimie dans l'enseignement universitaire. Aster, 25, 143-174.

Boukhechem, M-S., Dumon, A. & Zouikri, M. (2011). The acquisition of stereochemical knowledge by Algerian students intending to teach physical sciences. Chemistry Education Research and Practice, 12, 331–343.

Bucat, B. & Mocerino, M. (2009). Learning at the sub-micro level: Structural representations. In J. K. Gilbert & D. Treagust (Eds), Multiple representations inchemical education: Models and modeling in science education (Vol. 4, pp. 11–29).Dordrecht, NL: Springer.

Frailich, M., Kesner, M., & Hostein, A. (2007). The influence of web-based chemistry learning on students' perceptions, attitudes and achievements. Research in Science and Technological Education, 25, 2, 179-197.

Giordan, A. & De Vecchi, G. (1987). Les origines du savoir. Neuchâtel, Paris : Delachaux et Niestlé.

Kozma, R. B., Chin, E., Russell, J. & Marx, N. (2000). The role of representations and tools in the chemistry laboratory and their implications for chemistry learning. Journal of the Learning Sciences, 9, 105–144.

Kozma, R. B. (2003). The material features of multiple representations and theircognitive and social affordances for science understanding. Learning and Instruction,13, 205–226.

Kozma, R. B. & Russell, J. (1997). Multimedia and understanding: Expert and novice responses to different representations of chemical phenomena. Journal of Research in Science Teaching, 34, 949–968.

Kuo, M-T., Jones L., Pulos, S. M. & Hyslop, R. M. (2004). The relationship of molecular representations, complexity and orientation to the difficulty of stereochemistry problems. The Chemical Educator, 9, (5), 321-327.

Pellegrin,V. (1999). Les représentations graphiques bidimensionnelles des molécules en chimie organique avec un crayon et un papier. Bulletin de l'Union des Physiciens,811, 263-290.

Robardet, G. & Guillaud, J.-C. (1997). Eléments de didactique des sciences physiques. Paris: PUF.

Stieff, M. & Mc Combs, M. (2006). Increasing representational fluency with visualization tools. In S. Barab, K. E. Hay & D. T. Hickey (Eds.), Proceedings of the Seventh International Conference of the Learning Sciences (ICLS) (Vol. 1, pp. 730–736). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Stull,A., Hegarty, M., Dixon, B. & Stieff, M. (2012). Representational

Translation with concrete models in organic chemistry. Cognition and Instruction, 30(4), 404-434.

Taber, K. S. (2005). Learning quanta: barriers to stimulating transitions in student understanding of orbital ideas. Science Education, 89, 1, 94-116.