

التحول الاستمولوجي في علم البيولوجيا وتخومه الفلسفي والتنموي.

Epistemological transformation in biology and its philosophical
and developmental frontier.

خالد مهيدي *

¹ جامعة جيلالي ليايس سيدي بلعباس (الجزائر)

تاريخ الاستلام: 13 أبريل 2023 ؛ تاريخ المراجعة: 30 ديسمبر 2023 ؛ تاريخ القبول: 31 ديسمبر 2023

ملخص: منذ أن ظهر علم البيولوجيا ضمن الفكر العلمي ، انبجست تاريخيا أبحاث تنادي بضرورة الاهتمام بهذا العلم وتتبع خطوطه الاستمولوجية، اذ كشف الاستمولوجيون أن هذا العلم عرف تحولات جذرية عميقة، مسّت بدرجة أساسية موضوعه ومنهجه، تكّلت بداياته بظهور عوائق استمولوجية أبطأت من ديناميته، وهذا بسبب اصطدامه بجملة من العوائق الاستمولوجية، لكن التحولات التي ميّزته مع حلول القرن العشرين ، بعث سؤالاً فلسفياً نوعياً ازاء مسألة تطور البيولوجيا ، حيث تم وضع مناهجه ونظرياته موضع مساءلة، فعمل فلاسفة العلم على تتبع سيرورته وتقدّمه عبر التاريخ، فهو لم يعد سكونياً ثابتاً بل أصبح دينامياً ومجاوراً لباقي العلوم الأخرى التي تؤول الى النسبية.

الكلمات المفتاحية: الفكر العملي؛ عوائق استمولوجية؛ البيولوجيا؛ سكونيا؛ النسبية.

Abstract: Since the emergence of biology within scientific thought, research has historically emerged calling for the need to pay attention to this science and follow its epistemological lines. With a number of epistemological obstacles, but the transformations that characterized it with the advent of the twentieth century, it raised a qualitative philosophical question about the issue of the development of biology, where its methods and theories were questioned, so philosophers of science worked to track its process and progress throughout history, as it is no longer static and static but has become dynamic and adjacent. For the rest of the other sciences that lead to relativity.

Keywords: scientific thought; epistemological obstacles; biology; static; relativity.

* khaledmehidi4@gmail.com.

1- مقدمة

لقد حظيت البيولوجيا منذ القدم برعاية خاصة من طرف الانسان، إذ دلت الأبحاث العلمية الانثروبولوجية، أنها كانت لصيقة بحياته العملية وممارساته الطبية البسيطة، وتشريح الحيوانات وفحص النباتات، وفي اطار هذه تموضع هذا العلم عبر فترات التاريخ المتعاقبة في صدارة العلوم التجريبية نتيجة انفراده بمنهجه القويم و موضوعه المتميز والخصب، لكن تتبع خيوط تطوره بناء على معطيات تاريخ العلوم يجعلنا نسجل محطتين رئيسيتين للتحويلات الاستمولوجية التي عرفها، إذ عرفت في مراحلها الأولى تلكؤ في ديناميها المتشعبة بالروح الفكرية اليونانية وصولا الى البيولوجيين المحدثين، الذين استوقفهم الصعوبات المنهجية و الاستمولوجية، بينما تبلورت معالم النسق المعاصر مباشرة بعد حركة النقد الواسعة التي شملت النسق الكلاسيكي، مما أثار جملة من التساؤلات ازاء مضامين، مناهج، وتحولات هذا العلم، فكان لزاما على نخبة الفلاسفة و المفكرين حمل لواء هذه المسألة بغية الوصول الى رصد مقارنة علمية سديدة تتيح للعقل الانساني الاطلاع على حيثيات تطوره، حاولنا من خلال هذا البحث المتواضع إعادة التفكير مرة أخرى في أسئلة، ما فتئت تتكرر في عدد كبير من الدراسات والمقالات، التي اهتمت بالبيولوجيا: ما هي الأسس الاستمولوجية التي يركز عليها علم البيولوجيا في مساره التاريخي؟ وماهي اسقاطات هذا التحول على المستوى الفلسفي والتنموي؟ إن إعادة تكرار هذه الأسئلة، لا يعني اجترار ما قيل، وإنما محاولة اجترح المفاهيم واستجلاء مكوناتها، لذلك يبدو أنه من الأحرى الإملاء إلى أن ظهور جينالوجيا ظهور علم البيولوجيا.

1.1- علم البيولوجيا (المفهوم والجينالوجيا): جينالوجيا المفهوم:

بما أن البحث في مجال البيولوجيا ليس و ليد اليوم أو الأمس القريب بل تمتد جذوره إلى الفترة اليونانية، وهذا إن دل على شيء فإنما يدل على ارتباط هذا العلم بالتفكير الفلسفي، وعليه يتعين علينا أن نشير مبدئيا أنه لم تعرف دراسات جادة ومنظمة في مجال البيولوجيا إلا في عصر اليونان، (جورج، 1970، صفحة 253) لكن تتبع سيرورة هذا العلم تاريخيا سجل توعكات وعثرات عميقة أبطأت من تطوره، إلا مع مطلع القرن التاسع عشره أين عرف وثبة نوعية، وهذا يعني أن أنه بالرغم من التطور الذي أحرزته البيولوجيا خلال القرنين السابع عشره والثامن عشره إلا أنها لم تزال في نظر الفيلسوف الفرنسي المعاصر داغوني في مرحلة ما قبل العلمية لأنها كانت تخلط بين أدق الملاحظات العلمية والتجارب بمذاهب مبعثرة تعتمد المجاز (dagognet، 1975، صفحة 173)

لا بد من الإشارة أولا إلى أن كلمة البيولوجيا (biologie) استعملت لأول مرة في القرن التاسع عشره من طرف العالم الألماني تريفيرانوس (G.R.treviranus) في كتابه الموسوم بـ "biologie ou philosophie de la nature vivante" فالنسبة اليه البيولوجيا علم يدرس مختلف الظواهر وأشكال الحياة بغية الكشف عن الشروط التي تنظم وجودها، وكذا الأسباب التي تحدد نشاطها، بالموازاة مع هذا التصور ظهر في نفس الفترة الزمنية مصطلح بيولوجيا على يد العالم لامارك من خلال مؤلفه الشهير hydrogéologie الذي أوما فيه أن الفيزياء الأرضية تتضمن ثلاثة مباحث أساسية، علم الأرصاد الجوية، علم الينابيع وعلم الاحياء (biologie)، أما بخصوص أندري لالاند André Lalande (1867-1963) يعتقد أنها مفردة اكتشفها العالم لامارك للدلالة عموما على علم الكائنات الحية التي تنقسم إلى علم النبات وعلم الحيوان وعلم الإنسان من حيث الموضوع، وعلى علم التشكل morphologie وعلم وظائف الأعضاء physiologie من حيث الفروع، (لالاند، 2001).

إذن التطور الحاصل في مجال البيولوجيا ناتج عن تأثير ميول الانسان وأهوائه التي تعرضت للكبت والتنويم من طرف الأخلاقيين، وروضة من طرف المعلمين، وخونت من طرف الأكاديميين كما يتصور الفيلسوف جاك لakan (1901-1981).

لقد بدأت ارهاصات وبوادر الثورة البيولوجية خلال الفترة الحديثة مع محاولات عديدة لعلماء أفاض لفحص مكونات النباتات والحيوانات، فكانت معظم الدراسات تركز على أسلوب إحصاء الكائنات الحية، ووصف مظاهرها وبنيتها بحيث ساهم في هذا العمل الجبار كل من علماء الحيوان zoologistes وعلماء النبات botanists ، (يمنى طريف ، 2000 ، صفحة 13) ثم تلتها مباشرة مع النصف الثاني من القرن التاسع عشرة مرحلة مهمة تمثلت في دراسة وظائف الكائن الحي، التي أنجبت تاريخيا علما سمي بعلم وظائف الأعضاء physiologie ، وكان الفضل في ذلك إلى أعمال العالم البيولوجي الفرنسي كلود برنارد (Claude Bernard 1813-1878) الذي استطاع كيف ينقل خطوات المنهج التجريبي الخاصة بدراسة المادة الجامدة ويكيفها مع خصوصية المادة الحية، وبالتالي هذه الفترة تميزت بظهور تنمية منهجية وفكرية ازاء دراسة نشاطات الكائن الحي، علاوة على تحديده لعلم الفسيولوجيا الذي يعد فرعاً من البيولوجيا، في شكله النهائي حتماً قام بتجار عديدة في هذا السياق توجي بخضوع العضوية لمبدأ علمي جوهرى هو الحتمية، وهو اعتقاد رفضه بعض الفلاسفة والمفكرين المنظورين تحت النزعة الغائية، ولكن ينبغي أن نميز بين البيئة الخارجية أي الوسط الذي يحيط بالحدود المرنية للكائن العضوي (الجلد)، وبين البيئة الداخلية أي المجموع السوائل العضوية والأمزجة، كما كان يقال قديماً ، كالدم والسائل اللمفاوي. (Bernard, 1865, p. 89) من هنا كان كلود برنارد من أشد المدافعين عن التفسير الحتمي الميكانيكي في الظواهر الحية، فهو يتصور أنه: "يجب التسليم كبديهية تجريبية أن شروط وجود كل ظاهرة هي محددة تحديداً مطلقاً، سواء بالنسبة إلى الأجسام الحية أو الأجسام الجامدة... وإنكار لهذه القضية هو إنكار للعلم ذاته " أصبح الكائن الحي بهذا المعنى مجرد آلة تترابط فيه الأجزاء ترابطاً ميكانيكياً وذلك لأن " النموذج الذي يسمح بوصف الجسم الحي على النحو الأفضل هو الآلة البخارية" (جاكوب فرانسوا، 1990، صفحة 50) كل هذا يستلزم أن الفهم الحقيقي والموضوعي للجهاز البيولوجي، انما ينطلق من رصد ومعاينة التفاعلات الكيميائية والعمليات الفيزيائية التي تتم على مستواه دون التطرق والولوج في عالم الغايات التي لا تمت بأية صلة إلى العلم، وهكذا أصبحنا بهذا المنطق نتكلم عن عما نسميه ميكانيكا الأحياء التي تماثل بين العلوم الفيزيائية والبيولوجية، لأن تحليل أي ظاهرة بيولوجية لا يكشف سوى عن كون الكائن الحي هو جملة من الأعضاء على شاكلة آلة مصممة لأداء وظيفة ما، وبالموازاة مع هذا التحول النوعي والحديث ساهم مجموعة من العلماء أمثال جورج بيفون (George buffon 1788-1707) و لينيه (lin naeus linne 1778-1707م)، وغيرهم الذين كتبوا بحوثاً حول التصنيف الطبيعي للحيوانات والنباتات، تبعاً لما بينها من أوجه الشبه والاختلاف وقد ساعدتهم في ذلك ظهور علم أشكال الحياة القديمة paleontologie الذي بلور مفاهيم عديدة تخص أساليب اكتشاف الحيوانات المنقرضة وكذا تطور الكائنات الحية عبر التاريخ، وفي مقابل ذلك كان لاكتشاف الميكروسكوب خلال القرن الثامن عشرة دفعا قويا لعلم البيولوجيا إلى الأمام، ونتيجة ذلك قام الأقاليم الثلاث وهم عالم التشريح الايطالي مالبيجي Marcello Malpighi (1694-1628) والكيميائي روبر هوك (robert Hooke 1703-1635) وعالم الطبيعة سوامردام (jau Swammerdam 1680-1677م) بالتقصي والبحث الدقيق للحشرات والنباتات، كما استطاعوا الكشف عن مكونات الحيوان المنوي والتعرف على الخلايا الدموية البشرية، لكن هذا لم يمنع من تلكؤ البيولوجيا في تعاملها مع المادة الحية، إذ يشهد تاريخها على وجود جملة من الصعوبات والمعوقات التي اصدمت بها ورمتها في دائرة الميتافيزيقا، كيف لا وقد امتزج هذا العلم بالمجال الديني الذي يذعن القول بأن الله خلق الكائنات الحية على تلك الشاكلة ولا حاجة لنا بدراستها والتعمق في تحليلها، غير أن طموح العلماء وفضولهم العلمي أزاح الكثير من العوائق الاستمولوجية الملتصقة بطبيعة المادة الحية وخصوصيتها فأحدثوا طفرة هامة و تنمية واسعة على مستوى هذا العلم.

إذ كسّر العالم لامارك (jean Lamarck 1729-1744م) حاجز الميتافيزيقا وزج بعلم البيولوجيا إلى دائرة العلوم الوضعية، وعارض بشدة التصور الكلاسيكي المتعلق بالتصنيف الطبيعي للكائنات الحية الذي أعلن عنه لنيه سابقاً بحيث قسم الحيوانات إلى (ثدييات وطيور وبرمائيات وأسماك وحشرات وديدان ..) فجمع الفروع الأربعة الأولى فينوع واحد هو الفقريات، بينما أقحم بين النوعين

الأخيرين أنواعا أخرى هي اللاحشوية crustacé والشوكيات échinodermes وميز القشريات coelenté والعناكب arachnides من الحشرات (موي، 1981، صفحة 13).

فكرة السلسلة وفكرة التكيف مع البيئة هي إحدى التصورات الرئيسة التي نالت حظها من اهتمام لامارك، بحيث توجي إلى وجود سلم متصل للأحياء، يتصدر فيها الإنسان المقام الأعلى، ثم تليه بقية الحيوانات الأخرى، أما التحول ناتج عن انتقال الكائن الحي من طور إلى آخر بفعل تأثيره وتأقلمه مع الطبيعة، فمقارنة بسيطة بين السنجاب وثعلب البحر أو بين البجعة والنعام ينم عن وجود فوارق تعود في النهاية إلى عنصر التكيف يسوق لامارك في هذا السياق مثالا عن الزرافة التي أجبرتها البيئة المجردة إلى قضم أوراق الشجر، واستمرت هذه العادة عند فصائل الزراف التي رسخت فيها هذه الصفة، ثم انتقلت بفعل الوراثة إلى الأجيال اللاحقة، ومن جهة أخرى توصل لامارك بعد أبحاث مستفيضة حول فكرة التحول أن الوراثة آلية تنقل الصفات المكتسبة للكائن الحي تعلق بضمور أو زيادة في الأعضاء.

نظرية التطور:

من زاوية أخرى لمع العالم تشارلس داروين Charles Darwin (1809-1882م) من خلال كتابه النفيس (أصل الأنواع) *origine des espaces*، الذي قدّم فيه إنجازاته العلمية حول نظرية التطور *évolution* والارتقاء التي أعطت أول تصور موحد لفهم الحياة، الذي يسير وفق نمطية تسلسل الأنواع في الأرض. من كائنات منقرضة تختلف عنها (محمد الحفار، 1981 ص 27) والاختلاف ههنا راجع بالضرورة إلى مبدأ الانتخاب الطبيعي *la sélection naturelle*، فنحن حينما ندرس الكائنات الحية من ناحية علاقتها العضوية وتوزيعها الجغرافي وتعاقها الجيولوجي نصل إلى نتيجة مهمة مفادها هي أنها لم تخلق بشكل منفصل كل على حدى، وإنما انحدرت من أنواع أخرى من الكائنات (البقصي، 1993، صفحة 64) من هنا يبدو الاختلاف واضحا بين لامارك وداروين، ففي الوقت الذي ذهب فيه الأول إلى رصد الاسباب البيئية ازاء تغير الكائنات الحية من الناحية الفسيولوجية، جنح الثاني إلى القول أن التنوعات *variations* البسيطة التي تظهر بين بعض أفراد النوع الواحد تعاونهم على التكيف مع البيئة، وبالتالي البقاء للأصلح، وبكلمة موجزة يعتبر دارون أن كل أنواع الحياة الحاضرة هي عبارة عن فروع لشجرة ارتقائية عظيمة، فساقتها وفروعها الرئيسيان يتكونان من أنواع سالفة انقرضت، منذ أزمنة سحيقة هذا التفسير كان نتيجة لأبحاث عميقة قام بها داروين على بعض الحيوانات في شيلي فلاحظ تقاربا بينها رغم اختلاف مواطن عيشها، فربط بينها وبين الحفريات التي توجد في الأرض، فأقنعتة هذه الملاحظة بفكرة التطور، بالإضافة إلى تأثيره بجده الطبيب "ارازموز داروين" المتخصص في علم الاجنة فلاحظ بمعينه أن الجنين يتطور نمو من مرحلة إلى مرحلة لاحقة مختلفة عن الأولى من هنا تبادرت إلى ذهنه تساؤلات حول كيفية تطور الأنواع.

حين صدر كتاب "بحث حول عدد السكان" للعالم توماس مالتوس (1766-1834) الذي نشره سنة 1797م. كان باعثا حاسما لدى داروين، فهو يروي عن نفسه لما قرأ هذا الكتاب "سرعان ما ادركت أن الانتخاب يمثل حجر الزاوية في تمكين الانسان من انتاج الأنواع المفيدة من الحيوانات والنباتات... وبفضل ملاحظتي لعادات الحيوانات والنباتات من أجل فهم الصراع الدائم الحدوث من أجل البقاء، صدمتني حقيقة أنه في تلك الظروف تميل التغيرات الجيدة إلى الاستمرار، بينما تضمحل التغيرات السيئة، و ينتج عن ذلك ظهور سلالات جديدة" (بريزنسكي، 2010، صفحة 107)، لقد استخدم داروين لتفسير نظريته هذه مثال الزرافة على غرار لامارك، لكنه بين وجود فصيلة من الزراف ذات رقبة أطول من الأخرى لهذا كان اقدر من غيرها على قضم اوراق الشجر في زمن الجفاف مما ساعده على البقاء، في الوقت الذي انقرضت فيه أنواع أخرى من نفس الفصيلة، وعن طريق التزاوج وانتقال الصفات الوراثية استمرت الزراف طويلة الرقبة وانقرضت الأخرى طالبت كذلك اشتغال داروين على آلية الوراثة، التي عرض أعماله حولها سنة 1868م (Ridley، 2004، صفحة 64) في من كتابه "تغير الحيوانات والنباتات بفعل الاستئناس" فقد فيه نموذجا حول أكثر

انسجاما وتناغما مقارنة مع البيولوجيين الذين عاصروه، وهنا صقل مفهوم التكوين الشامل pangenesis المشتق من اليونانية pan للإشارة إلى نشاط كل خلية من خلايا الجسم في التكوين genesis بهدف التكاثر، والخلية في حد ذاتها تحمل في ثناياها جسيمات دقيقة تدعى البرييمات gemmules، تخزن في الخلايا التناسلية البويضة أو الحيوان المنوي، تنتقل إلى الجيل اللاحق، وبلور كذلك في مفهوم الوراثة المزيج blending inheritance معناه أن الذرية أو النسل الناتج عن اتحاد ذريتين هو محصلة من مزيج الأبوين، وقد يبدو مذهلا أن تشارلس داروين هو نفسه الذي طور هذه الفكرة، والتي تعني ضمنا على سبيل المثال أن أبناء امرأة طويلة القامة ورجل قصير القامة ينمون إلى طول متوسط وهذه تتعارض مع الفهم الأساسي للتطور عن طريق الانتخاب الطبيعي (غريبين ، 2012، صفحة 266).

إذن نستخلص من هذا العرض البسيط لنظرية داروين، أنها تتمفصل إلى ثلاث نقاط رئيسية: الصراع من أجل البقاء، البقاء للأصلح وآلية الوراثة، ولعل هذا التطور المذهل في علم البيولوجيا على يد داروين جعل الفيلسوف برتراند راسل يعلق في أحد نصوصه على هذا "لقد كان داروين بالنسبة إلى القرن التاسع عشر مثلما كان جاليليو ونيوتن بالنسبة إلى القرن السابع عشر" (البقصي، 1993، صفحة 65)، الملفت للنظر أن نظرية التطور الداروينية فتحت لأول مرة دون سابقها مجالا فسيحا لتساؤلات عميقة تمس بدرجة أساسية مسألة الأخلاق، والدين والفلسفة، لذلك أفرزت ردة عنيفة من طرف علما الدين وبعض العلماء، تحت مبرر مساسها بقواعد الدين والفكر الأخلاقي، ومن زاوية أخرى أدى ظهورها إلى إعطاء دفع قوي للاتجاه الآلي، إذ فسرت هذه النظرية تطور الأنواع الحية وتنوع صفاتها بمضي الزمن تفسيرا آليا صرفا، مهي ذلك أن مذهب الآلية لم يقتصر على الظواهر الجامدة كالحوادث الفيزيائية، بل شمل كذلك الظواهر الحيوية ، وقد أعلن على الانتصار الآلي المطلق في مجال البيولوجيا الفرنسي كلود برنارد في نص مشهور له "هناك بديهية تجريبية ينبغي التسليم بها، هي أن شروط وجود أية ظاهرة يمكن تحديدها بطريقة قاطعة، وأن هذا يسري على مجال الكائنات الحية مثلما يجري على الكائنات الجامدة" (زكريا، 1987 ، صفحة 146) علم الوراثة :

بعد مضي أربعين سنة على يد الراهب النمساوي جريجور يوهان مندل Gregor Johann Mendel (1822-1884) الذي اشتغل على دراسة نبات البازلاء ، ليتم نقائص نظرية داروين حول نمطية التطور و تفسير التغير الذي يطرأ على الكائنات الحية ، اختار مندل نبات البازلاء في تجاربه حول التهجين (هذا النوع من النباتات لأنه يتمتع بخصائص مميزة وهو نوع نقي وأصيل وقابل للتحليل الاحصائي) توصل إلى نتائج مبهرة، نشرها في دورية تصدر عن جمعية محلية في النمسا، التي يشهد التاريخ على أنها بقيت في طي النسيان إلى غاية سنة 1900 م .

إذن من باب الانصاف العلمي والموضوعية التاريخية، تبين أن المبادئ الأساسية لعلم الوراثة تأسست على يد مندل وهو تصريح صرح به كل من العالم الألماني كارل كورينز (1864-1933م) الذي عكف هو الآخر على البحث في الوراثة واصطدم باكتشافات مندل، والعالم أريك تشيرماك الذي كان طالبا في الجامعة واعترف كذلك بأبحاث مندل في ذات الموضوع ، لذلك تعرف الوراثة غالبا على أنها مقدرة الكائنات الحية على نقل الخصائص والصفات إلى نسلها وقد نشأت هذه المقدرة وتطورت خلال عملية التطور البيولوجي ويتوقف انتقال الخصائص الوراثية في حالة الحيوانات العليا على الخلايا الجنسية .

كما نجد لها تعريف آخر انتقال صفات الجنس والنوع بل والفرد من الأصل إلى الفرع وهي قريبة إذا انتقلت الصفات من الأب إلى الأم مباشرة وبعبارة إذا انتقال من الجد أعلى إلى الابن والصفات الوراثية عضوية أو فيزيولوجية أو سيكولوجية، فهو مصطلح من وضع لامارك للدلالة على علم الموجودات الحية بوجه عام، ومن حيث الموضوع هو علم النبات وعلم الحيوان ومن حيث المشكلات هو علم المورفولوجيا وعلم الفيسيولوجيا (وهبة ، 2007، صفحة 207)، بهذا المعنى تتكون وراثه الفرد أساسا من المورثات النوعية التي يتلقاها من الأبوين و تحتوي كل خلية على مئات من جزيئات دقيقة تسمى المورثات وهي المسئولة عن انتقال الصفات الوراثية

للوالدين والأجيال السابقة إلى الفرد وتتجمع المورثات في مناطق الكروموزومات أو الصبغيات في صورة أزواج من الخطوط المتوازية أحدهما يحمل الخصائص الوراثية للأب والآخر يحمل الخصائص الوراثية للأم و تحتوي كل خلية انسان على 46 كروموزم أي 23 زوج.

جاء تطور البيولوجيا متأخرا ويعود ذلك لعدم دقة طرق البحث العلمي في هذا المجال ولعدم وجود وحدة قياس الظواهر الحياتية وبالمستوى المنخفض لتطور العلوم الدقيقة، ومن زاوية أخرى أن هذه العلوم لم تكن مهياة للقيام بتحليل الخصائص وبنية المادة الحية وبفضل اكتشاف وحدة قياس الظاهرة البيولوجية والمعروف حاليا باسم المورثة أصبحت الوراثة إحدى المواد الدقيقة بين العلوم الطبيعية الحديثة، أهميته تتحدد في دراسة الخصائص الأساسية للكائنات الحية خاصة الوراثة، وتجدر الإشارة إلى أن معرفة الفيزياء والكيمياء والرياضيات ضرورية جدا لدراسة العالم العضوي كأهميتها في دراسة العالم اللاعضوي، ولهذا السبب فإن مفاهيم الفيزيكا الكلاسيكية ستظل دائما الأساس لأي علم مضبوط وموضوعي "غير أن استقراء تاريخ البيولوجيا يقودنا إلى تسجيل محطات بحثية مهمة حول تطور هذا الفرع العلمي، ولنا في نظرية مندل واضح عن هذا الموضوع.

لم يكن مندل مجرد بستاني ريفي في زي راهب وافاه الحظ، بل كان رجل علم متمرس بحيث قام بتطبيق خطوات المنهج التجريبي الخاصة بالعلوم الفيزيائية على دراسة الظواهر الحيوية، تم تعميده باسم يوهان ولقب بجريجور لما التحق بالرهبة عندما التحق عام 1851م بالجامعة في فيينا، استوعب جيدا علم الفيزياء التجريبية والاحصاء وكذا النظرية الذرية في الكيمياء، وفسولوجيا النبات، وبالتالي اجتمعت المعرفة العلمية للبستنة لديه والمعرفة النظرية لعلم الحياة، واهتم مندل بالتطور، كان في شبابه يلاحظ أباه يغرس ويهجن يلقح ويتساءل طيلة حياته عن كيفية تكون الأنواع، عندما حصل على موافقة بزراع بعض النباتات في حديقة الدير، شرع في بتتبع عمل الوراثة في نبات البازلاء لا أجل تحسين المردود بل من أجل متابعة الصفات عبر الأجيال، لم يستطيع العلماء ممن سبقوه استخلاص أي قانون، نظرا لعملهم على مجموعة نباتات تمتلك عددا كبيرا من الصفات المختلفة، أما مندل درس البازلاء الذي يمتلك سبعة صفات (شكل البذرة ولونها، لون الغلاف وشكل الفص، ولونه ووضع الزهور وطول الساق) ثم عقد تقابلا بين البذور الناعمة والبذور المجعدة (وفي هذا الإطار تركزت تجارب مندل على نبات البازلاء *pisum sativum* الذي يملك إزهارا ذات تلقح ذاتي، ودرس طريقة توريث سبعة صفات متباينة في النبات كما ذكرنا سابقا، وقد بلغ عدد النباتات التي استعملها هذا العالم نحو 28000 نبات بازلاء الهجونة الاحادية.

درس في البداية آلية توريث صفة شكل البذور، من جيل نباتي إلى آخر، فاجرى تهجينا بين الآباء parlants لنباتات سلالات نقية ذات بذور ملساء، ونباتات سلالة نقية ذات بذور مجعدة، فوجد أن بذور جميع نباتات الجيل الأول F1 كانت ملساء، بعدها زرع هذه البذور في العام التالي للحصول على نباتات الجيل الثاني F2-génération وعمد أن يكون تلقح ازهارها ذاتيا، فوجد ان النباتات الناتجة تتوزع على النسب التالية: 75 % ذات بذور ملساء و 25 % ذات بذور مجعدة، واستنتج مندل أن صفة الملساء هي صفة سائدة (dominant)، بينما المجعدة صفة متنحية (récessive) وأضيفت نتائج تتبعه لهذه الابحاث أن الصفة السائدة تظهر منفردة في الجيل الأول والمتنحية تظهر في الجيل الثاني بنسبة الربع، وبما أن الصفة المجعدة ظهرت من جديد عند بعض أفراد الجيل الثاني فهذا يعني أنها تتواجد عند أفراد الجيل الأول، لكنها مختفية خلف صفة الملساء، مما يمكننا أن القول أن صفة الملساء هي السائدة وعن الصفة المجعدة هي المتنحية .

قادت مشاهدات مندل ومعاينته عن قرب تطور سلالات نبات البازلاء إلى تأسيس قانونه الوراثي الأول الموسوم بمبادئ الانعزال الذي يتضمن :

- يتحكم في كل صفة عاملين وراثيين قابلين للانعزال أو الانفصال عن بعضهما .

- ينفصل هاذين العاملين عن بعضهما أثناء انتاج الأعراس، التي تمثل البويضات أو النطاف .
عرج
بعد ذلك الى صياغة القانون الثاني ويعنى بالتوزع المستقل الذي ينص على أن الصفات تنتقل دائما الى الاجيال التالية
بنسبة متساوية ، و استنتج أن اختفاء صفة من الصفات لا يعني أنها غائبة، بل هي مدسوسة في النبات .(اليوم ساعد هذا
التحليل المنديلي على ملاحظة توريث الامراض من الآباء الى الأولاد). (برينزسكي ، 2010 ، صفحة 112).

أما قانونه الثالث الذي أسسه من خلال انتقاله إلى دراسة الانتقال المتوازي لعدة صفات، مفاده يمكننا التنبؤ بنتائج النباتات ذات
الصفة المختلفة، لكن كلما اختلفت النباتات كلما أصبحت النتائج أكثر تعقيدا، لم يعلن مندل عن تصوراتهِ إلا عام 1866 م، وظلت
جل أعماله المنشورة في مجلة محلية شبه مغمورة، في إدراج النسيان زهاء ثلاثين سنة كاملة، حتى مضى ستة عشرة من وفاته تأكد
الخبراء في مجال البيولوجيا من صحة نظريته، لذلك وبناء على هذا الإعلان أمكننا القول بحق إنّه جدير بأن يكون مؤسسا لعلم قائم
بذاته هو علم الوراثة، ولكي نفهم نظرية مندل لا بد من القول مبدئيا أن الخلايا الجسمية تتضمن أزواجا من صبغيات، وكل زوج
صبغي يتألف من صبغي من الخلية الأنثوية وآخر من الخلية الذكرية، ترتب المورثات التي أشار إليها مندل في شكل عوامل تتموضع
على الصبغيات، والمورثة بهذا المعنى يمكن لها أن توجد على أنماط متعددة، لذلك تتغير الصفة الظاهرية الناتجة عن نشاط ذات
المورثة حسب صورتها، فإذا كان الأليلان- النسختين- متماثلان كما هو الشأن بالنسبة الى البذور المجعدة تدعى هنا المورثة متماثلة
homozygous وإذا كان الأليلان مختلفان كما هو في بعض البذور الملساء تدعى هنا المورثة متخالفة اللواقح heterozygous،
وبناء على التجارب التي أجراها مندل يمكن أن نستخلص النتائج التالية :

- يساهم كل من الأبوين بأحد العوامل لكل صفة وراثية لدى الأبناء .

- ينفصل هذان العاملان عن بعضهما البعض عند تشكل الأعراس .

- يساهم الأب و الأم بشكل متساو في تكوين مورثات الابناء .

- الصفات المكتسبة من البيئة لا يمكن أن تورث الى الأبناء .

- العوامل التي لا تعبر عن نفسها من خلال نمط ظاهري تمثل مورثة متنحية .

يشير النمط الظاهري الى المظهر الخارجي الذي تبدو عليه الصفات ،بينما يشير النمط الوراثي الى الهوية الوراثية للكائن الحي و التي
لا تبدو للعيان .

2.1- الثورة البيولوجية المعاصرة وتجاوز الأزمة:

إذا كان منتصف القرن الماضي وبداية القرن العشرين يسمى بعصر الفيزياء ،فإن الكثير من فلاسفة العلم والابستمولوجيين من
اعتبروا الفترة الراهنة تؤشر لعصر البيولوجيا، فرغم التلكؤ الذي أصاب هذا العلم في مسيرته نتيجة معوقات منهجية وقد تكون
مرتبطة بطبيعة المادة الحية في حد ذاتها، إلا أن الظروف الاقتصادية والاجتماعية كانت وراء تحرك لهذا العلم بشكل ملفت للنظر
وهذا لحاجة الكثير من الصناعات الحديثة إلى البيولوجيا بأدواتها الخاصة للمضي إلى التنمية الصناعية الحقة، فاستغلال البكتيريا
اليوم أصبح أكثر من ضروري في الممارسات الإنتاجية سيما في تحضير الكثير المستخلصات و الادوية كالأنسولين مثلا، كذلك
الاهتمام المتزايد بالصحة الإنسانية كان له الأثر البالغ في تقاطعات الطب مع البيولوجيا، هذا وقد انهر الفيزيائيون أنفسهم بمعية
الكيميائيين بهذا العلم فهجروا مجالات بحثهم وانضموا إلى مسيرة الثورة البيولوجية، إنّ بوادر الثورة البيولوجية كانت مع بدء

الرحلات العلمية بغية جمع أكبر عدد ممكن من المعلومات حول النباتات والحيوانات، مع حلول القرن التاسع عشر تمحورت الدراسة البيولوجية على وجه الخصوص حول بنية ووصف مظاهر الكائنات الحية واحصائها، وقد ساهم في هذا العمل كل من علماء الحيوان zoologists وعلماء botanists كما أشرنا في مبحث سابقا، أما الحدث الأهم هو أنّ هذا العلم عرف دينامية سريعة، فظهرة فكرة التطور والنمو ومن بعدها تأسست النظرية التطورية التي فصلت الكثير من التصورات الفلسفية عن الحقل العلمي كما غيّرت نظرة العلماء إلى الكائن الحي، ويمكن لنا أن نتلمس هذه التحولات فيما يلي :

إن بلوغ الفيزياء والكيمياء درجة سامية من التطور لا سيما في المجال التجريبي، دعا إلى ترسيخ فكرة أن الكائن الحي له خصوصية ينفرد بها في معادلة التطور الكوني، بالتالي الحدود الفاصلة بين المادة الحية والمادة الجامدة تعد نسبية . نمو البيولوجيا أثر كذلك على علوم أخرى، نذكر على سبيل الحصر الأنثروبولوجيا ، الأمر الذي قاد إلى ضرورة التسليم بوجود فروق جوهرية بين الإنسان والحيوان، هي في الحقيقة دراسة ترجع إلى العالم الألماني هاكيل haeckel (1834-1919) من خلال تحديده للقواعد الإحيائية الثلاث :

-إن الكائن الحي يولد ناقصا لا مكتملا، إلا أن التنشئة الثقافية تضفي عليه طابع التمام والكمال .

-افتقار الإنسان إلى وسائل الدفاع البيولوجية كتلك المتاحة لدى الحيوان مثل المخالب، الأسنان والسرعة، جعل منه كائنا راقيا يستند إلى دعم ثقافي .

-الإنسان لا يسلك سلوكات غريزية ، فإذا كانت الغريزة قد أتاحت للحيوان الاندماج مع محيطه ، فإن الإنسان مفتوح على العالم (كونزمان، 2001، الصفحات 189-190) .

الطفرات (les mutations) :

أشار العالم الهولندي هوغو دوفريس Hugo de vires (1848-1935م) عام 1902م من خلال تجاربه على نبات زهرة الربيع، إلى أن قوانين مندل لا يمكن الاستناد إليها لتفسير التغير المفاجئ لصفات في الأجيال اللاحقة لم تكن توجد عند الأبوين، كما أنّها لم تكن موجودة أصلا في سلالة هذا النبات، فالصفات الجديدة في نظره نتجت عن تغير مفاجئ وحاد في المورثات المسؤولة عن بعض الصفات الموجودة عند النبات، وهذا التغير من جهة أخرى قابل للتوريث من الآباء إلى الأبناء، من هنا جاءت التسمية الجديدة التي أصطلح عليها دوفريس الطفرة mutation، والكائنات التي تحدث على مستواها هذه التحولات تسمى بالكائنات الطافرة، وبالتالي كان هذا العالم أول من أوجد مصطلح الطفرة الذي أفرز فيما بعد مذهب الطفرة mutationnisme. بيّنت الدراسات اللاحقة التغيرات التي يمكن أن تحدث في نبات زهرة الربيع، تعود في الحقيقة إلى الطفرات بينما تعزى بقية التغيرات كنتيجة لتراكيب وراثية جديدة في المورثات، أكثر

من أن تعزى إلى تغيرات بنيوية في أي من المورثات، مما تقدم يعد اكتشاف دوفريس للطفرة مصدرا هاما لتفسير الكثير من التغيرات الوراثية، التي نشرها في كتاب "شمولية التكوين ضمن الخلوي intercellulaire pengenesis " لا لشيء إلا لملائمة أفكار داروين مع الصورة التي بدأت تظهر عن طريقة عمل الخلايا، وسمى العوامل الوراثية pengens التي اشتقها من مصطلح ابتكره داروين هو pangenesis، لكن دراسات حديثة أجراها العالم ويزمان تم اسقاط المقطع pan وأبقى على gène .

بداية من خمسينيات القرن التاسع عشرة وتزامنا مع التطور التقني والتكنولوجي، توضح لدى البيولوجيين أن الخلية هي الوحدة الأساس لتكوين الكائن الحي، فرأى العالم ماتياس شليدين (1804-1881م) أن النباتات هي مجموعة من الأنسجة تؤلفها الخلايا،

وسحب هذا المبدأ العالم تيودور شفان (1810-1882م) على زمرة الحيوانات، ليتكلم هو الآخر عن دور الخلية في تشكيل الجهاز البيولوجي لدى الحيوان، ومع مرور الزمن ساعدت هذه الرؤى العالم رودولف فيرشو على (1821-1902م) رسم خارطة طريق علمية جديدة للتطور في مجال البيولوجيا، إذ أشار في كتابه (die cellular-pathologie)، أن كل خلية مشتقة من خلية أخرى بفعل الانقسام الخلوي، بعد منتصف القرن التاسع عشر توجهت أنظار العلماء إلى الاهتمام بالخلية، باعتبارها نقطة الحياة ومنطقة تتم فيها معظم النشاطات الحيوية، أما مكوناتها فهي السيتوبلازم والنواة، على اعتبار أنهما الجزأين الوحيدين لكل خلية دقيقة، بعد أصبحت النواة الشغل الشاغل للعلماء، واللغز المحير لهم لكن نظريات انتقال الوراثة التي ظهرت في العصر الحديث كما أشرنا في بحث سابق، ونقصد على وجه الخصوص نظريتي داروين ولامارك قد تغيرتا في الفترة المعاصرة، فهذا وايزنر يقول في كتابه الموسوم بـ(محاولات حول الوراثة) "essais sur l'hérédité" إن ماهية الوراثة هي نقل جوهري نووي ذي بنية جزيئية نوعية، وحدها تحولات هذا الجوهر واهتزازاته، تكون مهينة لإحداث تحولات مستديمة في الكائنات الحي (جاكوب، صفحة 196) ففي تاريخ الوراثة تمكن العلماء من ضبط عنصران جوهريان على مستوى الوراثة هما النواة والصبغيات .

الكروموزومات حجر الزاوية لفهم الوراثة : لقد كان التطور التقني الحاصل في سبعينيات القرن التاسع عشر لا سيما بعد اكتشاف الميكروسكوب اللبنة الأولى لتشخيص مكونات الخلية، الأمر الذي جعل كل من هيرمان فول (1845-1892م) وأوسكار هيرتوينغ (1849-1922) يلاحظان عن قرب الحثيات التي تتم بها عملية الاخصاب لدى قنفذ البحر الذي بدء بالتحام خليتين ذكرية وأخرى أنثوية في خلية واحدة تحمل المعلومة الوراثية في النواة، فيما بعد وبوقت قصير كشف الألماني والتر فلمنغ (1843-1915م) أن النواة الموجودة في الخلية إنما تحمل في ثناياها بنية معقدة تشبه الخيط سماها بالكروموزوم، فالسؤال العالق الذي طرحته النظرية الداروينية حول تأثير عامل الوراثة، تابعه بدقة العالم أوغست وايزمان في مشواره العلمي ليؤكد أن الكروموزوم يحمل المعلومة الوراثية ويبين أن الوراثة تتحقق من خلال انتقال مادة ذات تكوين كيميائي من جيل إلى جيل (غريبين ، 2010، صفحة 169) كما بين الفارق الموجود بين الخلايا الجسدية والخلايا الجرثومية (الجنسية)، هذه الأخيرة لا يمكن لها أن تنتج سوى خلايا مشابهة لها، لكن الخلايا الجنسية تستطيع أن تنتج خلايا جديدة، لكن يجب أن تكون الوحدة التي تشكل الخلية الجنسية كافية في العدد و الترتيب و النوع بحيث يمكن لها ان تشكل كائنا جديدا.

هذا وقد مثلت الفترة المعاصرة كذلك مرحلة لإعادة ترميم قوانين مندل مع مطلع القرن العشرين علاوة على اكتشاف الكروموزومات، كآلية جديدة لفهم كيفية حدوث التطور على المستوى الجزيئي، فجاءت المحطة الثانية من تاريخ علم البيولوجيا لتميط اللثام عن قامة من قامات العلم التجريبي ألا وهو توما هنت مورجان، لم يقتنع موجان بوجود عوامل وراثية تنقل من جيل إلى جيل كما يزعم مندل، الأمر الذي دفعه إلى إجراء سلسلة من التجارب جعلته ينال جائزة نوبل سنة 1933م، ودلته على تنفيذ قوانين مندل التي رآها تنحصر على حالة خاصة من النباتات ولا تصدق على عالم الحياة برمته، اختار موجان في مقارنته التجريبية كائنا حيا يسمى ذبابة الفاكهة المسماة drosophile معناه عاشقة الندى، غير أن ميلها إلى الزيد المختمر يستهويها لتصيب الفاكهة بالعفن ، لاحظ مورجان أن الكروموزومات المفردة على العموم هي متماثلة من حيث النمط الظاهري لذلك يوجد توليفات محتملة يمكن أن تحدث في الفرد بحد ذاته xy.yy: xx ويتعين على الفرد أن يرث كروموزوم x من الأم ويمكن أن يرث إما x أو y من الأب، فإذا ورث x من الأب سيكون أنثى و إذا ورث y سيكون ذكر، أما المهم في أعمال مورجان هو تغير على مستوى لون عيون ذبابة الفاكهة، وسبب ذلك الجينة التي تحملها الكروموزوم (غريبين، 2012، صفحة 2012) مما دفع بموجان للمضي خطوة جبارة إلى الأمام ليؤكد أن الكروموزومات تحمل مجموعة من الجينات أشبه بحبات الخرز التي توجهت بنيل جائزة نوبل سنة 1933م ونشر مؤلف النفيس "نظرية الجينة"، توفي في كورونا ديل مار في كاليفورنيا سنة 1945م.

اكتشاف الحمض النووي :ADN.

إذا كانت نبوءات العلماء والخبراء مع مطلع منتصف القرن الماضي سارت باتجاه الفيزياء كعلم يفرض ذاته على العصر المعاصر، وكأنه عصر الفيزياء، فإن كل الشواهد اليوم تدعن بأن البشرية ستلج عصر البيولوجيا التي تبشر مآلاتها بأنها تنم عن ثورة حقيقية وما يتبعها من أزمت أصيحت تؤرق كاهل الإنسان المعاصر، ولعل تأثيرها على مواقفنا وآرائنا حول طبيعة الحياة، وكذا انعكاساتها على مستويات قيمة كالأخلاق والإتيقا يشهد على تبعاتها المباشرة "إن النمو الهائل في القدرة التكنولوجية جعل الحياة عملية أعقد بكثير مما اعتدنا أن نراها عليه من قبل ، وليس من مهمتنا هنا أن نقرر أن كان هذا خيرا أو شرا " (راسل، 1998، صفحة 192)

إنَّ الطفرة التي لحقت البيولوجيا كانت على وجه الخصوص في الزمن الذي ظهرت فيه الهندسة الوراثية، وبالموازاة مع بروز معوقات ابستمولوجية حالت دون إخضاع المادة الحية للمنهج التجريبي، هذا وقد راجت جملة من التصورات لا تصدق على دراسة المتعضيات " من بينها essentialisme التي تعني الأصولية determinisme التي تعني الحتمية و universalisme التي تعني العالمية، و reductinisme التي تعني الايحائية ، كل هذا عبء الطريق لثورة تكنولوجية وتقنية عارمة في مجال البيولوجيا، أدت إلى انتقال علم الوراثة génétique من دراسة مورفولوجيا الكروموزومات إلى رصد التركيبة الداخلية للجينوم، الأمر الذي جعل من هذا الفرع العلمي حقلا خصبا لبحاث خاصة تدعى "البيولوجيا الجزيئية أو بيولوجيا الجزيئات". (جان شال ، 2002، صفحة 36).

ففي عام 1953م توصل ثلة من العلماء أمثال افري every ماكلويد machaid، وماكارتى mecarty، وفرنسيس كريك francis crik إلى اكتشاف التركيب الجيني المعروف ARN ، تلتها بعد ذلك سنة 1955 م التي تمكن فيها العلماء المنظوين تحت لواء مجلس علم البيولوجيا، بعد عقد ندوة من تحليل مفاهيم تتعلق بعلم البيولوجيا، وأسفرت هذه الجلسة عن تصنيف هذا العلم إلى ثلاثة فروع أساسية هي: الشكل morphologie والأجنة embryologie والفيسيولوجيا physiologie ، كما لقي التقسيم الذي اقترحه العالم غايس ترحابا شديدا مفاده وجود معادلة تصاعدية لتقسيم البيولوجيا وهي: بيولوجيا جزيئية molecular biology وبيولوجيا خلوية cellular biology وبيولوجيا تطورية developmental biology وأخرى وراثية genetic وبيولوجيا الجماعات والبيئة (ماير ، 1990، صفحة 130)

لكن اكتشاف ADN(acid desoxy ribonucliaire) مع فجر القرن العشرين قلّص المسافة المنهجية لبلوغ البيولوجيا أشواطاً جبارة من مسارها، مما جعلها تتفرع الى تخصصات جزيئية دقيقة كالبيولوجيا الجزيئية (biologie moléculaire) والبيوتكنولوجيا (biotechnologie)، كل هذا فتح الطريق امام تطور الوراثة الجزيئية التي أظهرت بدقة فائقة عمل المورثات، هذه الأخيرة تعمل وفق سلسلة من التفاعلات بدء من استنساخ رسائل ADN الى مكونات أخرى ARN الرسول التي تنقل إلى السيتوبلازما، ثم ينقل ARN الناقل الاحماض الأمينية الى سلاسل البروتينات المتشكلة على الريبوزوم، كل هذه التطورات سارت جنبا إلى جنب مع ظهور التقنية التي أسهمت بشكل كبير في رصد الصبغيات ومحتوياتها الكيميائية، فهي تتكون من بروتينات وحمض نووي، وهذا الأخير بدوره يتكون من وحدات كيميائية تسمى النيوكليوتيدات nucléotide، بحيث تتكون كل واحدة منها من مركب سكري آخري يحتوي النيتروجين والثالث يحتوي لفوسفور، وهناك أربعة أنواع منها: السيتوزين cytozine رمزه c، الغوانين guanine رمزه g، الأدينين adénine رمزه a والثيمين thymine رمزه t، في سنة 1953 اكتشف العالم واطسون كريك أن الحمض النووي يتشكل من شريطين ملتفين مع بعضهما البعض حلزونيا، ويتقابلان باتباط القاعدين الأزوتيين A: مع T و C مع G .

في سنة 1994م تم الإعلان في فرنسا عن تشريع أخلاقي- بيولوجي، نتيجة التطور السريع الذي حدث على مستوى علم الوراثة، ففي عام 1968م تم عزل الجينة وفق تقنيات معينة، أتاحت بدورها لإمكانية إحداث تعديلات وراثية بشكل أكثر سلاسة وسهولة، وبالتالي التحكم في الكائن الحي، وجد العقل البيولوجي نفسه في مواجهة فكرة الفوضى لفهم عالم الأحياء كما هي ضرورية في علم الرياضيات وعلم الفيزياء،

في سنة 1970 م كتب العالم جاك مونود Jacques Monod كتابا نفيسا سمّاه الصدفة والضرورة le hasard et la nécessité، أشار فيه إلى خضوع الكائن الحي لمبدأ الصدفة والاحتمال، فالكائنات الحية المزودة بمشروع تحقق نظاما داخل الصدفة

2- الخلاصة:

في ظل التغيرات التي طرأت على بنية علم البيولوجيا، موضوعا ومنهجيا اتجهت العقلانية المعاصرة إلى ضرورة إسقاط العقل بمفهومه الكلاسيكي إلى مستوى آخر يتناقض مع المطلقية، مما جعل علماء هذا العصر يراجعون بصورة شاملة جل المبادئ، الأسس، المناهج وكل ما من شأنه أن كان أوليا وضروريا مطلقا، ولعل هذا ما يبرّر بزوغ فروع جديدة لهذا العلم على غرار البيوايثيقا، الفيزيولوجيا و البيوكيمياء.

إذن ذهنية الاستمولوجيين المعاصرين، تنظر إلى العقل البيولوجي كونه قادر على صنع الأيقونات، التصورات والقواعد، وهي معايير تتكون في المعرفة البيولوجية وينطبق عليها ما ينطبق على المعرفة العلمية المعاصرة من تحول، هذا وقد تجاوزت هذه الذهنية مسلمة إدراك الحقيقة من زاوية واحدة ورؤية وحيدة، مما يحيلنا إلى القول أن متغيرات البيولوجيا عبر التاريخ هو في واقع الأمر يؤشّر لخصوبة العقل الإنساني في حد ذاته الذي يمكن من خلق فضاء إبستي أصيل و مسابر لمختلف التطورات التي رافقت المعرف بصفة عامة، ومن زاوية أخرى هو دليل على رجاحة التجربة و مصداقيتها .

لذلك يمكننا في نهاية المطاف الاستنتاج أن البيولوجيا كغيرها من العلوم التجريبية، قطعت أشواطاً جبارة في مسارها التاريخ العريق، الممتد من الفترة اليونانية وصولاً إلى الفترة المعاصرة، و قد عرفت في ذات السياق جينالوجيا، تباطؤاً في تركيبها غير أنّها ما فتئت تتحول من حال إلى حال نتيجة تكييف ظواهرها مع أنماط جديدة من المناهج و طرائق عمل، توغّل من خلالها العلماء والفلاسفة في عمقها ومسائلها الشائكة كتلك المتعلقة بالبعد الأخلاقي الإيتيقي وكذا الفيزيولوجي، وهذا إن دل على شيء إنّما يدل على أن العقل البيولوجي هو في حد ذاته عقل خلاق.

- المراجع:

- أرنست ماير ، (1990). هذا هو علم البيولوجيا، ترجمة عفيفي محمد عفيفي، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب.
- أندريه لالاند، (2001). موسوعة لالاند الفلسفية ، ط 2. بيروت: منشورات عويدات .
- برتراند راسل، (1998). حكمة الغرب ج 2، الكويت: سلسلة عالم المعرفة المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب.
- بول موي ، (1981). المنطق وفلسفة العلوم، الكويت: مكتبة دار العروبة للنشر والتوزيع .
- بيتر كونزمان (2001). أطلس الفلسفة، ط 1. لبنان: المكتبة الشرقية .
- جورج سارتون، (1970). تاريخ العلم، ط 2. مصر: دار المعارف.
- سعيد محمد الحفار، (1981). البيولوجيا ومصير الإنسان، الكويت: المجلس الوطني لفنون والآداب والثقافة .
- سورينا جان شال، (2002). تاريخ الطب من فن المداواة الى فن التشخيص، الكويت: عالم المعرفة، مطابع السياسة .
- فرانسوا جاكوب، (1990) ، منطق الكائن الحي ، دط ، بيروت: دار الانماء العربي .
- فؤاد زكريا، (1987). التفكير العلمي، الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب.
- كلود برينزسكي، (2010). تاريخ العلوم اختراعات واكتشافات ، ط 1، القاهرة: مؤسسة هنداوي للتعليم والثقافة .
- مراد وهبة، (2007). المعجم الفلسفي، ط 5، القاهرة: دار قباء الحديثة للطباعة والنشر والتوزيع.
- ناهدة البقصي، (1993). الهندسة الوراثية والأخلاق، الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب.
- يمني طريف الخولي، (2000). فلسفة العلم في القرن التاسع العشرين، الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب.
- Claude Bernard. (1865), introduction à l'étude de la médecine expérimentale ,édition du group ebooks libres et gratuits.,
- François dagognet.(1975), pour une théorie générale des forms. Paris.librairie philosophique.

كيفية الاستشهاد بهذا المقال حسب أسلوب APA :

خالد مهدي (2023) التحول الاستمولوجي في علم البيولوجيا وتخومه الفلسفي والتنموي ، مجلة تطوير العلوم الاجتماعية، المجلد 16 (العدد 1)، الجزائر : جامعة زيان عاشور الجلفة، ص.ص 131-142.