**แผนการจัดการเรียนรู้**

***“STEM Genetic Inheritance Project”***

***(เปิดโลกพันธุกรรม)***



***Genetic Inheritance Project (เปิดโลกพันธุกรรม)***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 | | STEM Project |
| คำอธิบายกิจกรรมการเรียนรู้  การเรียนรู้ที่จะทำให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่องหรือเรียนรู้ได้ตลอดชีวิตคือ ต้องรู้สึกมีความสุขและสนุกกับการเรียนรู้ สิ่งหนึ่งที่สามารถทำได้ในขณะที่ผู้เรียนเรียนในโรงเรียนก็คือ การที่ให้ผู้เรียนไม่รู้สึกว่ากำลังเรียนอยู่หรือต้องเรียน จำเป็นต้องท่อง ต้องรู้ เพราะต้องเอาไปสอบ แต่ให้เห็นว่าเรื่องที่กำลังเรียนเป็นการเรียนรู้และเรื่องนั้นๆ เป็นส่วนหนึ่งของชีวิตของเขา การเชื่อมโยงจากห้องเรียนโยงไปสู่ชีวิตจริงเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญ หากทำได้แล้วนั้น ทุกสิ่งทุกอย่างที่กำลังเรียนรู้ก็จะอยู่ในความสนใจของผู้เรียนทั้งหมด เพราะมันเกี่ยวกับชีวิตของเขานั่นเอง อย่างกิจกรรมที่จะได้เรียนในเรื่องนี้ก็เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับตัวผู้เรียนเช่นกัน กระบวนการเรียนรู้นอกจากจะเน้นเนื้อหาที่ผู้เรียนจะต้องรู้แล้ว ยังจะชี้ให้เห็นความสำคัญของเรื่องนี้ กิจกรรมต่างๆ ก็จะเกี่ยวโยงกับชีวิตของผู้เรียนจริงๆ หากเป็นแบบนี้ การเรียนรู้จะเกิดได้ต่อเนื่อง และจะต่อยอดไปสู่เรื่องอื่นๆ ได้อีกด้วย | | |
| เวลาเรียนที่แนะนำ | 12 คาบเรียนโดยประมาณ | |
| ทักษะเฉพาะที่พึงมี | ทักษะทางคณิตศาสตร์เบื้องต้น  ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์  ทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม  ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ  ทักษะทางศิลปะ  การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา  การทำงานเป็นทีม | |
| เนื้อหาที่ใช้ในการประเมิน   * **วิชาวิทยาศาสตร์** * *การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม* * *ความผิดปกติและโรคทางพันธุกรรม* * *กระบวนการทางวิทยาศาสตร์* * **วิชาเทคโนโลยี** * *การออกแบบและเทคโนโลยี* * *การใช้เทคโนโลยีให้เหมาะสมกับงานอาชีพ* * *การใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้* * *การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการทำงาน* * *การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ออกแบบกระบวนการคิดและการทำงาน (เช่น การเขียนผังความคิด Mind Mapping การเขียนผังงาน Flowchart ผังคุมกำหนดงาน Gantt Chart เป็นต้น)* * *การออกแบบและจัดทำโปสเตอร์ Infographic (เช่น MS PowerPoint, Canva, Photoshop เป็นต้น)* * *การใช้งานแอพพลิเคชั่นสแกนใบหน้า (เช่น vonvon เป็นต้น)* * **วิชาวิศวกรรมศาสตร์** * *กฎของเมนเดล* * *วิวัฒนาการของมนุษย์* * *พันธุวิศวกรรม* * *การออกแบบเชิงวิศวกรรมอย่างง่าย* * *ระบุปัญหา* * *รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา* * *ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา* * *วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา* * *ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงผลงาน* * *นำเสนอผลงาน* * **วิชาคณิตศาสตร์** * *ความน่าจะเป็น* * *อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ* * *การนำเสนอข้อมูล* | | |

|  |
| --- |
| จุดประสงค์การเรียนรู้ |
| ***ด้านความรู้***   * อธิบายเกี่ยวกับสารพันธุกรรมในนิวเคลียสที่ควบคุมลักษณะและกระบวนการต่างๆ ของเซลล์ สารพันธุกรรมสามารถถ่ายทอดไปสู่ลูกหลาน และเข้าใจถึงประโยชน์ของความรู้ด้านพันธุกรรม * เข้าใจและอธิบายวิธีการและขั้นตอนที่ใช้ดำเนินการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ * เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง * เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา * เข้าใจถึงอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ และสามารถนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้หลากหลาย * เข้าใจเกี่ยวกับหน่วยวัดและการเปรียบเทียบหน่วยวัด * เข้าใจถึงการนำเสนอข้อมูลในรูปแผนภูมิรูปวงกลม เป็นการนำเสนอข้อมูลที่เป็นปริมาณให้ชัดเจน น่าสนใจ และสามารถเปรียบเทียบข้อมูลให้เห็นเป็นรูปธรรมดูง่ายขึ้น * เข้าใจถึงเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในออกแบบและการทำงานต่างๆ   ***ด้านทักษะ/กระบวนการ***   * ใช้ความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม * ใช้ความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม * ใช้ความรู้ ทักษะ และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม * ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม * ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง * เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ * มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาและสร้างสรรค์ผลงาน * ใช้เทคโนโลยีมาเป็นเครื่องมือแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม * มีทักษะในการทำงานเป็นทีม * มีทักษะการคิด   ***ด้านคุณลักษณะ***   * มีความรับผิดชอบ * มีความสนใจใฝ่เรียนรู้ * มีความรอบคอบ * มีระเบียบวินัย * มีการทำงานอย่างเป็นระบบ * ตระหนักในคุณค่าของวิชา STEM (วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์) * มีเจตคติที่ดีต่อวิชา STEM (วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์) | |
| เกณฑ์การประเมิน |
| * คุณภาพของแนวคิดจากการคิดสะท้อนกลับและการอภิปราย * กระบวนการคิดจากการถามคำถามและการให้เหตุผลในการตอบ * ความคิดเห็นร่วมและความคิดเห็นเดิมที่สะท้อนให้เห็นจากผลงานในห้องเรียน * การคิดวิเคราะห์โจทย์อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นเป็นตอน * การคิดสร้างสรรค์ผลงานจากการคิดคำถามและกิจกรรมการเรียนรู้ | |
| ความเชื่อมโยงต่อหลักสูตร |
| * ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอได้อย่างชัดเจน * ใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ไขปัญหา * ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม * ใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม * ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม * สามารถเรียนรู้และเข้าใจในการตั้งคำถาม รวมทั้งการสืบค้นทางกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ * สามารถกำหนดเรื่องที่สนใจศึกษาค้นคว้าและแนวทางการศึกษาที่ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ * สามารถตั้งสมมติฐานที่ดีในการตั้งคำถาม เพื่อการทดลองและตรวจสอบสมมุติฐาน * รู้จักตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง * เข้าใจการสร้างแบบจำลองหรือรูปแบบเพื่ออธิบายผลหรือแสดงผลการทดลอง * สามารถนำแนวคิดและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ * มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ * มีความสามารถในการอธิบาย ชี้แจง แปลความ ตีความ การประยุกต์ดัดแปลงและนำไปใช้ * มีมุมมองที่หลากหลาย * ให้ความสำคัญและใส่ใจในความรู้สึกของผู้อื่น * รู้จักตนเอง * มีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้ทักษะชีวิตและการใช้เทคโนโลยี | |
| ความเชื่อมโยงต่อวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกัน |
| * ศักยภาพการสร้างผลงาน และนำเสนอด้วยเทคโนโลยีหรือ Application * เชื่อมโยงกับการทำงานด้านศิลปะ การออกแบบและการคิดสร้างสรรค์ * เชื่อมโยงการอ่าน วิเคราะห์ ตีความ ด้วยศาสตร์ของวิชาภาษาไทย * เชื่อมโยงกับเรื่องวิวัฒนาของมนุษย์ * เชื่อมโยงกับเรื่องพันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ * เชื่อมโยงกับเรื่องนิติวิทยาศาสตร์ * เชื่อมโยงกับเรื่องความหลากหลายของเชื้อชาติ * ศักยภาพการใช้ภาษาในการนำเสนอผลงาน หรือการนำเสนอด้วยภาษาต่างประเทศ | |

|  |
| --- |
| **เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์อื่น ๆ** |
| * ตัวอย่างเกี่ยวกับ “กฎของเมนเดล” * <https://www.youtube.com/watch?v=dLX_fJhSlmQ> * <https://www.youtube.com/watch?v=C2z41JLXqCQ> * ตัวอย่างเกี่ยวกับ “ความสำคัญของการตรวจเลือดก่อนมีบุตร” * <https://www.thaihealth.or.th/Content/35071-ตรวจเลือดก่อนมีลูก%20หาธาลัสซีเมีย.html> * <https://www.pobpad.com/ตรวจ-dna-เรื่องสำคัญที่ควร> * ตัวอย่างเกี่ยวกับ “โปรแกรมหรือแอพพลิเคชั่น แสกนใบหน้าหาคนหน้าเหมือน” * <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.infinity_dev.celeb&hl=th> * <https://th.vonvon.me/quiz/448> * <https://th.vonvon.me/quiz/6998> * ตัวอย่างเกี่ยวกับ “กิจกรรมการเรียนรู การถายทอดลักษณะทางพันธุกรรม” * [ejournals.swu.ac.th/index.php/JSTEL/article/viewFile/4793/4599](http://ejournals.swu.ac.th/index.php/JSTEL/article/viewFile/4793/4599) | | |
| **เครื่องมือและอุปกรณ์การเรียนรู้** | |
| * เครื่องโปรเจคเตอร์/ TV * เครื่องคอมพิวเตอร์ และอินเทอร์เน็ต * สมาร์ทโฟน * ไวท์บอร์ด * ปากกาไวท์บอร์ด * กระดาษปรู๊ฟ * กระดาษ Post-it * ปากกาหมึกสี/สีชอล์ค/สีไม้ | | |

*ตารางนี้แสดงถึงกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอนอาจนำไปประยุกต์ใช้และประเมินผลได้ ซึ่งสามารถนำการจัดการเรียนรู้อื่นมามาประยุกต์ใช้ได้ด้วย และผู้สอนอาจหาวิธีปรับกระบวนการเรียนรู้ตามความเหมาะสมของกลุ่มผู้เรียนและสภาพแวดล้อมภายในโรงเรียน*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
| 1 | ชั่วโมงที่  1 - 2 | *Kick off* *(ตามหาคนหน้าเหมือน)*   * ผู้สอนถามชวนผู้เรียนคิดว่า *ในโลกใบนี้หรือในประเทศนี้จะมีคนหน้าเหมือนเราบ้างไหม ?* ให้ผู้เรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น จากนั้นผู้สอนแสดงภาพดาราหรือคนดังที่ผู้เรียนรู้จักและคุ้นเคยมาให้ผู้เรียนสังเกตว่ามีรูปร่างหน้าตาเป็นอย่างไร   รูปภาพที่เกี่ยวข้องผลการค้นหารูปภาพสำหรับ เบลล่ารูปภาพที่เกี่ยวข้องผลการค้นหารูปภาพสำหรับ มาริโอ   * ผู้สอนนำพาผู้เรียนเล่นเกม “ตามหาคนหน้าเหมือนคนในภาพ” (ใกล้เคียงมากที่สุด) โดยผู้สอนถามถึงประสบการณ์ของผู้เรียนว่า เราจะรู้หรือตรวจสอบได้อย่างไรว่า ใครหน้าเหมือนกว่ากัน จากนั้นผู้สอนและผู้เรียนอาจตั้งหัวข้อเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เช่น เพศ ความสูง ขนตา สีผิว สีผม ฯลฯ ให้ผู้เรียนตรวจสอบกันเองว่าใครมีรูปร่าง-หน้าตาใกล้เคียงบุคคลที่แสดงภาพไว้มากที่สุด * ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปว่าใครมีลักษณะใกล้เคียงบุคคลในภาพมากที่สุด สังเกตจากอะไรบ้าง * ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันวางแผนโครงงาน เปิดโลกพันธุกรรม (Genetic Inheritance) ตลอดระยะเวลาเรียนรู้ประมาณ 8 ชั่วโมง โดยให้ผู้เรียนช่วยกันคิด หาข้อมูล ดูหลักสูตรของระดับชั้น ว่า * *ต้องเรียนรู้เรื่องอะไรบ้าง ?* * *ต้องเรียนรู้วิชาอะไรบ้าง ?* * *ต้องมีพื้นฐานการเรียนรู้อะไรมาก่อนบ้าง ?* | * การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน * กระบวนการคิดจากการถามคำถามและการให้เหตุผลในการตอบ * การตอบคำถามอย่างมีเหตุผล/วิธีคิดในการได้มาซึ่งคำตอบ * ความกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างมีเหตุผล และเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น * คุณภาพของแนวคิดจากการคิดสะท้อนกลับและการอภิปราย |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
|  |  | * ผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันเขียนความคิดเห็นลงใน Mind Mapping เช่น * *หัวข้อความรู้ของระดับชั้นที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน* * *เรื่องที่จำเป็นต้องรู้ก่อนถึงจะทำโครงงานนี้ได้* * *Field trip ที่อยากไปเรียนรู้นอกสถานที่* * *วิทยากรที่อยากเชิญมาให้ความรู้หรือมาทำ Workshop ในโครงงาน* * *ผลงานที่อยากจะทำตอนท้ายโครงงาน*   จากนั้นนำ Mind Mapping โครงงานนี้แปะไว้ที่ผนังห้อง เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นบ่อยๆ ซึ่งเป็นการทบทวนหรือตรวจสอบตนเองและกลุ่มตลอดการเรียนรู้ในโครงงานนี้ |  |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
| 2 | ชั่วโมงที่  3 - 4 | ***วิชา เทคโนโลยี***  ***วิชา คณิตศาสตร์***   * ผู้สอนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องพื้นฐานที่จำเป็นต่อการทำโครงงาน ซึ่งอาจจะสอดแทรกหัวข้อความรู้ในขณะทำกิจกรรมต่างๆ ได้ เช่น * *ความน่าจะเป็น* * *อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ* * *การนำเสนอข้อมูล*   และบูรณาวิชาเทคโนโลยีด้วยการประยุกต์ใช้งานโปรมแกรมหรือแอพพลิเคชั่นแสกนใบหน้าเพื่อเปรียบเทียบความคล้ายคลึงและเชื้อชาติ  *กิจกรรม:* *ฉันเหมือนใคร*   * ผู้สอนให้ผู้เรียนลองใช้งานโปรแกรมหรือแอพพลิเคชั่นแสกนใบหน้าเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกับดาราคนไหน มีความเหมือนกับคนชาติใด * เมื่อผู้เรียนได้คำตอบของตนเองจากโปรแกรมหรือแอพพลิเคชั่นแล้ว ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากคำตอบนั้นว่า *ลักษณะใบหน้ามีความคล้ายคลึงกันอย่างไร ?* และ *อะไรที่เป็นตัวบ่งบอกเชื้อชาติของคนในแต่ละประเทศ โซน หรือทวีป ?* * ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปแนวทางการสังเกตลักษณะทางพันธุกรรม เช่น รูปใบหน้า จำนวนชั้นของหนังตา ขนตา สีตา สีผม สีผิว ลักยิ้ม ติ่งหู เส้นผม ความสูง ความถนัดมือ กรุ๊ปเลือด เป็นต้น * ผู้สอนให้ผู้เรียนค้นหาและบันทึกความเหมือนหรือความใกล้เคียงกันจากลักษณะทางพันธุกรรม โดยให้ผู้เรียนค้นหาความเหมือนของตนเองกับเพื่อนทุกคนในห้องเรียน ตามแนวทางการสังเกตลักษณะทางพันธุกรรมที่สรุปไว้ | * การใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมและสร้างสรรค์ * การคิด ออกแบบ และสร้างสรรค์ผลงาน * การทำงานอย่างเป็นขั้นเป็นตอน * กระบวนการคิดจากการถามคำถามและการให้เหตุผลในการตอบ * การตอบคำถามอย่างมีเหตุผล/วิธีคิดในการได้มาซึ่งคำตอบ * ความกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างมีเหตุผล และเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น * การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน * คุณภาพของแนวคิดจากการคิดสะท้อนกลับและการอภิปราย |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
|  |  | * เมื่อผู้เรียนค้นหาความเหมือนของตนเองกับเพื่อนทุกคนในห้องเรียนเสร็จแล้ว ให้จัดทำโปสเตอร์ Infographic โดยบ่งบอกว่าจากการสังเกตลักษณะทางพันธุกรรมภายนอกร่างกายของตนเองกับเพื่อนๆ นั้น ผู้เรียนมีความเหมือนในแต่ละส่วนที่สังเกตเป็นร้อยละเท่าไรเมื่อเทียบกับผู้เรียนทั้งหมด และมีความเหมือนกับเพื่อนคนไหนมากสุด * ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากผลงาน โดยให้ผู้เรียนแต่ละคนบอกว่าตนเองมีความเหมือนเพื่อนคนไหนมากสุด และขอตัวแทนคู่เหมือนให้เพื่อนๆ ได้ลองสังเกตและแสดงความคิดเห็นร่วมกัน จากนั้นให้ผู้เรียนนำผลงานไปแปะที่ผนังห้อง * ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และความประทับใจที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรม |  |
| 3 | ชั่วโมงที่  5 - 7 | ***วิชา วิทยาศาสตร์***   * ผู้สอนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องพื้นฐานที่จำเป็นต่อการทำโครงงาน ซึ่งอาจจะสอดแทรกหัวข้อความรู้ในขณะทำกิจกรรมต่างๆ ได้ เช่น * *การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม* * *ความผิดปกติและโรคทางพันธุกรรม* * *กระบวนการทางวิทยาศาสตร์*   *กิจกรรม:* *พันธุศาสตร์มังกรจําลอง*   * ผู้สอนให้ผู้เรียนดูภาพพ่อมังกร แม่มังกร และลูกมังกร แล้วถามชวนผู้เรียนคิดว่า “ลูกมังกรที่เกิดจากพ่อแม่เดียวกันจะมีหน้าตาเหมือนกันหรือไม่ เป็นเพศเดียวกันทั้งหมดหรือไม่ เป็นเพราะเหตุใด” จากนั้นให้ผู้เรียนแสดงความเห็นร่วมกัน * ผู้สอนให้ผู้เรียนเรียนรู้เกี่ยวกับ “บิดาแห่งพันธุศาสตร์ และกฎการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม” จากวีดิทัศน์สื่อการเรียนรู้ เมื่อรับชมวีดิทัศน์จบแล้ว ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับกฎของเมนเดลและศัพท์ทางพันธุกรรม เช่น ฟีโนไทป์ จีโนไทป์ แอลลีล พันธุ์แท้ ลักษณะเด่นและด้อย ฯลฯ แล้วบันทึกไว้บนกระดาน เพื่อเป็นการทบทวนองค์ความรู้และประยุกต์ใช้งานต่อไป * ผู้สอนให้ผู้เรียนสมมุติว่า เราเองเป็นมังกร จากนั้นผู้สอนอธิบายถึงลักษณะพันธุกรรมของมังกรเพื่อใช้ในการถอดรหัส “*พันธุศาสตร์มังกร*” ซึ่งจะบ่งบอกลักษณะลูกมังกรของตนเอง ดังนี้ | * การคิด ออกแบบ และสร้างสรรค์ผลงาน * การวางแผนและลงมือปฏิบัติงานตาม กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ * การทำงานอย่างเป็นขั้นเป็นตอน * การคิดวิเคราะห์และสรุปข้อมูลอย่างมีเหตุผล * ความกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างมีเหตุผลและเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น * กระบวนการคิดจากการถามคำถามและการให้เหตุผลในการตอบ * การตอบคำถามอย่างมีเหตุผล/วิธีคิดในการได้มาซึ่งคำตอบ * การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน * คุณภาพของแนวคิดจากการคิดสะท้อนกลับและการอภิปราย |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
|  |  | * ผู้สอนให้ผู้เรียนครึ่งหนึ่งเป็นมังกรเพศผู้ และอีกครึ่งหนึ่งเป็นเพศเมีย โดยกำหนดให้มังกรแต่ละตัวมีโครโมโซม 3 คู่ (2n=6) แบ่งเป็นโครโมโซมร่างกาย 4 แท่ง และโครโมโซมเพศ 2 แท่ง (เพศผู้คือ XY และเพศเมียคือ XX) * ให้ผู้เรียนแต่ละคนออกสุ่มหยิบไม้ไอศกรีม ให้ครบถ้วนตามจำนวนของโครโมโซมที่กำหนดไว้ จากนั้นให้แต่ละคนบันทึกสภาพของยีน (จีโนไทป์) และลักษณะที่แสดงออก (ฟีโนไทป์) ลงในกระดาษ และผู้สอนสุ่มถามผู้เรียนว่า *ใครมีลักษณะแบบนี้บ้าง ให้ยกมือขึ้นหรือแสดงออกท่าทาง* * ผู้สอนให้ผู้เรียนซึ่งเป็นมังกรเจริญวัยในแต่ละเพศ เริ่มบินหาคู่ โดยเพศผู้ให้กางปีกทำแขนเหยียดตรง เพศเมียให้กางปีกทำแขนงอเล็กน้อย ส่วนตัวที่ไม่มีปีกก็ให้เดินแบบปกติ เมื่อพบเพศตรงข้ามที่ต้องตาต้องใจให้พูดคุยสนทนาทำความรู้จักกัน * เมื่อได้คู่มังกรแล้ว ให้ผู้เรียนแต่ละคู่สุ่มเลือกไม้ไอศกรีมของตนเองมาคนละ 3 แท่ง โดยแต่ละแท่งให้มาจากโคมโมโซมคนละคู่กัน จากนั้นวางไม้ไอศกรีมที่เลือกแล้วลงข้างกัน และกำหนดให้ไม้ไอศกรีมมังกรเพศผู้เป็นโครโมโซมที่อยู่ในอสุจิ (n=3 โครโมโซมเพศอาจเป็น X หรือ Y) ไม้ไอศกรีมที่มาจากมังกรเพศเมียเป็นโครโมโซมที่อยู่ในไข่ (n=3 โครโมโซมเพศเป็น X) |  |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
|  |  | * ให้ผู้เรียนแต่ละคู่บันทึกจีโนไทป์และฟีโนไทป์ที่แสดงออกของเซลล์สืบพันธุ์ลงในตารางบันทึกผล และทำการปฏิสนธิเซลล์สืบพันธ์นั้น จากนั้นให้บันทึกจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของลูกมังกร พร้อมทั้งวาดรูประบายสีให้สวยงามตามลักษณะที่กำหนดไว้     harry potter à¸à¸³à¸à¸²à¸ à¸¡à¸±à¸à¸à¸£ à¹à¸®à¸£à¹à¸£à¸µà¹ à¸à¸­à¸à¹à¸à¸­à¸£à¹ à¹à¸®à¸à¸£à¸´à¹à¸à¸µà¹à¸¢à¸à¸ªà¸µà¸à¸³ (Hebridean Black) 10 à¸ªà¸²à¸¢à¸à¸±à¸à¸à¸¸à¹à¸¡à¸±à¸à¸à¸£à¹à¸à¸à¸³à¸à¸²à¸ - Harry Potter   * ให้ผู้เรียนแต่ละคู่สุ่มหยิบไม้ไอศกรีมอีกครั้ง เพื่อบ่งบอกลักษณะลูกมังกรอีกตัวหนึ่ง ดังนั้นมังกรแต่ละคู่จะมีลูก 2 ตัว จากนั้นให้ผู้เรียนแต่ละคู่นำเสนอลูกมังกรของตนเองว่ามีลักษณะอย่างไรบ้าง * ให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นว่า * *ลูกของแต่ละครอบครัวมังกรมีลักษณะเหมือนหรือต่างกันอย่างไร* * *ลูกทั้ง 2 ตัว มีลักษณะเหมือนหรือต่างกับพ่อแม่อย่างไร* * *ลูกทั้ง 2 ตัว มีลักษณะตรงกับที่พ่อแม่คาดหวังไว้หรือไม่* * ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และความประทับใจที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรม ซึ่งผู้สอนอาจสอดแทรกความรู้ที่สำคัญเกี่ยวกับเรื่องความผิดปกติ โรคทางพันธุกรรม และแนวทางการป้องกัน |  |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
| 4 | ชั่วโมงที่  8 - 12 | ***วิชา เทคโนโลยี***  ***วิชา วิศวกรรมศาสตร์***   * à¸£à¸¹à¸à¸ à¸²à¸à¸à¸µà¹à¹à¸à¸µà¹à¸¢à¸§à¸à¹à¸­à¸ผู้สอนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องพื้นฐานที่จำเป็นต่อการทำโครงงาน ซึ่งอาจจะสอดแทรกหัวข้อความรู้ในขณะทำกิจกรรมต่างๆ ได้ เช่น * *กฎของเมนเดล* * *วิวัฒนาการของมนุษย์* * *พันธุวิศวกรรม* * *การออกแบบเชิงวิศวกรรมอย่างง่าย*   *กิจกรรม/โครงงาน:* *เปิดโลกพันธุกรรม*   * ผู้สอนให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มทำงานตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยมีโจทย์ที่ท้าทายให้ผู้เรียนได้ร่วมกันคิด ออกแบบ วางแผน และสร้างสื่อการเรียนรู้ “เปิดโลกพันธุกรรม” ให้น้องๆ ระดับประถมศึกษาตอนปลายได้เข้าใจถึงเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์ผลงานได้ตามจินตนาการ เช่น ครอบครัวโดเรมอน สัตว์ในตำนาน เป็นต้น ซึ่งอาจจะทำออกมาในรูปแบบบอร์ดเกม การ์ดเกม จิ๊กซอว์ หนังสือทำมือ (Pop-up)ฯลฯ * ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดแล้วเขียนเป็น Mind Mapping จากนั้นนำแนวคิดที่ได้มาร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันทุกกลุ่ม โดยผู้สอนอาจจะมีหัวข้อนำพาความคิดผู้เรียน เช่น * ชื่อผลงาน * แนวคิด * ประโยชน์ * วิธีการใช้งาน * ฯลฯ * ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำแนวความคิดที่ได้ออกแบบไว้มาสร้างสรรค์ผลงานตามจินตนาการ ซึ่งขณะที่ผู้เรียนทำโครงงานผู้สอนสามารถสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ การทำงานร่วมกัน ช่วยอำนวยความสะดวกและสร้างบรรยากาศที่ดีต่อการเรียนรู้กับผู้เรียน | * การคิด ออกแบบ และสร้างสรรค์ผลงาน * การวางแผนและลงมือปฏิบัติงานตามกระบวนออกแบบเชิงวิศวกรรม * การใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมและสร้างสรรค์ * การทำงานอย่างเป็นขั้นเป็นตอน * กระบวนการคิดจากการถามคำถามและการให้เหตุผลในการตอบ * การตอบคำถามอย่างมีเหตุผล/วิธีคิดในการได้มาซึ่งคำตอบ * ความกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างมีเหตุผล และเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น * การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
|  |  | * เมื่อผู้เรียนสร้างผลงานแล้ว ผู้สอนอาจเชิญนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายมาทดลองใช้งานและให้สะท้อนผลลัพธ์การใช้งาน เช่น ความรู้ความเข้าใจ ความสนุกเพลิดเพลิน ฯลฯ กับกลุ่มผู้สร้างผลงานนั้นๆ และอาจให้ผู้เรียนพัฒนาผลงานได้ตามความเหมาะสม จากนั้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ผ่านการทำโครงงานและจัดทำโปสเตอร์เพื่อนำเสนอผลงาน |  |
|  |  | ***การนำเสนอผลงานและงานนิทรรศการผลลัพธ์การเรียนรู้ (Presentation & Exhibition)***   * ให้ผู้เรียนนำเสนอผลงานจากโครงงานของตนเอง ตามวิธีการที่ถนัดและเป็นธรรมชาติ เช่น การนำเสนองานด้วยโปรแกรมหรือแอปพลิเคชัน (MS PowerPoint, Canva, Prezi), การนำเสนองานด้วยโปสเตอร์ Infographic, การจัดการแสดง Role Play*,* รูปแบบ Game Show ผ่าน Mobile Application (Kahoot, Quizizz, Plickers, Socrative), หรือรูปแบบ TEDx Talks เป็นต้น และให้นำผลงานการเรียนรู้ของตนเองออกมาแสดงในงานนิทรรศการ โดยให้ผลงานผู้เรียนแต่ละคนหรือผลงานแต่ละกลุ่มทั้งหมดที่ได้ทำในโครงงานมาจัดแสดง พร้อมตกแต่งบูธให้สวยงาม ได้แก่ * *ฉันเหมือนใคร* * *พันธุศาสตร์มังกรจำลอง* * *สื่อการเรียนรู้ “เปิดโลกพันธุกรรม”* * *บันทึกการเรียนรู้ผ่านการทำกิจกรรม/โครงงาน*   ถ้าเป็นไปได้อาจเปิดโอกาสให้คนที่สนใจเข้าร่วมงาน เช่น คุณครูในโรงเรียน นักเรียนชั้นอื่นๆ เป็นต้น ได้เข้าร่วม ชื่นชมผลงาน พูดคุย ซักถาม และเข้าร่วมกิจกรรมที่บางกลุ่มอาจมีการเตรียมให้ร่วมสนุก และหากมีความพร้อมเรื่องสถานที่ เวลา และโอกาส ควรขยาย Scale ของงานนิทรรศการนี้ด้วยการเชิญบุคคลภายนอกให้มาร่วมงานด้วยจะเป็นประสบการณ์ที่ดีให้กับผู้เรียนได้ดีมากยิ่งขึ้น เช่น ผู้ปกครอง อาจารย์ผู้สอนและนักเรียนจากโรงเรียนอื่นๆ เป็นต้น | * การใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมและสร้างสรรค์ * ความกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างมีเหตุผลและเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น * การตอบคำถามอย่างมีเหตุผล/วิธีคิดในการได้มาซึ่งคำตอบ * คิดสร้างสรรค์ผลงานจากกิจกรรมการเรียนรู้ |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
|  |  | ***การสะท้อนคิดจากสิ่งที่ทำ (Reflection)***   * ให้ผู้เรียนได้สะท้อนความรู้ ความคิด และความรู้สึก ที่มีต่อการเรียนรู้แบบ STEM Project ว่า * สิ่งที่แตกต่างระหว่างการเรียนรู้ผ่านการทำโครงงานแบบนี้กับการเรียนแบบเดิมที่เคยเรียนมา * สิ่งที่ตัวเองได้เรียนรู้นอกจากเนื้อหาบทเรียน * สิ่งที่ตัวเองรู้สึกเปลี่ยนแปลงไป * สิ่งที่อยากจะบอกกับตัวเอง/ที่ค้นพบในตัวเอง * สิ่งที่อยากจะบอกเพื่อนร่วมทีม * สิ่งที่อยากจะนำไปต่อยอด/ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน * เรื่องอื่นๆ ที่อยากพูด * ให้ผู้เรียนลอง *ประเมินตนเองด้วยกราฟใยแมงมุม* ซึ่งหัวข้อประเมินอาจจะช่วยกันระดมความคิดว่าควรมีหัวข้อสำคัญอะไรบ้าง และช่วงคะแนนเป็นอย่างไร จากนั้นให้ผู้เรียนประเมินตนเอง พร้อมทั้งให้เหตุผลเพื่อที่จะพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง โดยอาจใช้คำถามว่า *ครั้งต่อไปเราจะทำอย่างไรให้ได้คะแนนสูงสุด ?* ลงในกระดาษ A4 ซึ่งผู้สอนและผู้เรียนอาจร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้ตามความสมัครใจ   รูปภาพที่เกี่ยวข้องRelated image | * คุณภาพของแนวคิดจากการคิดสะท้อนกลับและการอภิปราย * ความคิดเห็นร่วมและความคิดเห็นเดิมที่สะท้อนให้เห็นจากการเรียนรู้ในห้องโครงงาน * การฟังอย่างลึกซึ้ง (สติ) |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *ความคิดสร้างสรรค์*  *ระดมความคิดพร้อมวิธีแก้ปัญหา* | *ลำดับขั้นตอน*  ***(ลำดับขั้นก่อนหน้านี้)*** | ***การคิดอย่างมีวิจารณญาณ***  *ตั้งคำถามและประเมินความคิดและการแก้ปัญหา* | *ลำดับขั้นตอน*  ***(ลำดับขั้นก่อนหน้านี้)*** |
| ***จินตนาการ*** | * ใช้ความรู้สึก ใช้ความเห็นอกเห็นใจ   การสังเกต และอธิบายความเกี่ยวโยง  ของประสบการณ์ของตนและข้อมูลที่ได้   * สำรวจ ค้นหา ระดมความคิด | * 1, 2 * 2, 3, 4 | * เข้าใจบริบทและขอบเขตของปัญหาที่เกิดขึ้น * ทบทวนทฤษฎีทางเลือกความคิดเห็นและเปรียบเทียบเพื่อหามุมมองเกี่ยวกับปัญหา   ที่เกิดขึ้น | * 1, 2, 3 * 2, 3, 4 |
| ***สอบถาม*** | * เพื่อสร้างความสัมพันธ์ สร้างมุมมองเชิงบูรณาการ สร้างวินัย และอื่นๆ * ลองเล่นกับความผิดปกติ ความเสี่ยงความคิดที่แตกต่างจากกรอบโดยสิ้นเชิง | * 1, 2, 3 * 3, 4 | * ระบุจุดแข็งและจุดอ่อนของหลักฐานข้อโต้แย้ง คำอ้างและความเชื่อ * ความท้าทายของสมมติฐาน ตรวจสอบความ   ถูกต้อง วิเคราะห์ช่องว่างในการเรียนรู้ | * 3, 4 * 3, 4 |
| ***ลงมือทำ***  ***และแบ่งปัน*** | * นึกภาพ แสดงสิ่งที่คิด ผลิต คิดค้นผลิตภัณฑ์ใหม่ หาวิธีการแก้ปัญหาการทำงาน * ชื่นชมมุมมองความแปลกใหม่ทางการแก้ปัญหาหรือผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นได้ | * 3, 4 * 4 | * ประเมิน หาพื้นฐาน แสดงความคิดเห็น   มีผลิตผลเชิงตรรกะ มีเกณฑ์จริยธรรม  หรือสุนทรียศาสตร์ มีการหาเหตุผล   * ตระหนักถึงอคติทางมุมมองของตนเอง (ตามที่ได้รับจากผู้อื่น) ความไม่แน่นอน ข้อจำกัดของวิธีการแก้ปัญหา | * 4 * 3, 4 |

*เกณฑ์การให้คะแนนนี้ได้กล่าวถึงเพียงมิติเดียวในส่วนของการให้คะแนนทั่วไปตามที่อธิบายข้างต้น นับเป็นวิธีหนึ่งที่แสดงให้เห็นว่าครูผู้สอนสามารถอธิบายและให้คะแนนตามผลงานของผู้เรียน ขอแนะนำว่าครูผู้สอนควรกำหนดระดับของความสำเร็จในมิติอื่นๆ ของเกณฑ์การให้คะแนนด้วย*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***ระดับการคิด*** | ***ระดับ 1*** | ***ระดับ2*** | ***ระดับ3*** | ***ระดับ4*** |
| ***จินตนาการ***  *ความรู้สึก ความเอาใจใส่ การสังเกต*  *การอธิบายเพื่อเชื่อมโยงระหว่าง*  *ประสบการณ์เดิมและความรู้ใหม่*  *สำรวจ ค้นหา และสร้างความคิด*  ***(ขั้นตอนที่ 3, 4)*** | ผู้เรียนแสดงให้เห็นการให้  ความร่วมมือกับกิจกรรม  น้อย | ผู้เรียนแสดงให้เห็นการให้  ความร่วมมือกับกิจกรรม  ค่อนข้างน้อย | ผู้เรียนแสดงให้เห็นการให้  ความร่วมมือกับกิจกรรม  อย่างชัดเจน | ผู้เรียนแสดงให้เห็น  ความกระตือรือร้นและมีส่วนร่วม  ในกิจกรรมอย่างชัดเจน |
| ***ลงมือทำและแบ่งปัน***  *แสดงสิ่งที่คิด ผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่*  *หาวิธีการแก้ปัญหาการทำงาน*  *ชื่นชมมุมมองความแปลกใหม่ทางการแก้ปัญหาหรือผลกระทบ*  *ที่อาจเกิดขึ้นได้*  ***(ขั้นตอนที่ 2, 3, 4)*** | สิ่งที่คิดขึ้นใหม่และการอธิบายคำตอบของผู้เรียน ยังมีข้อจำกัดของการยกตัวอย่างประกอบเหตุและผลของการได้มาซึ่งคำตอบ | สิ่งที่คิดขึ้นใหม่และการอธิบายคำตอบของผู้เรียน มีการยกตัวอย่างประกอบเหตุและผลของการได้มาซึ่งคำตอบบ้าง แต่ยังเบี่ยงเบนไปจากความรู้เดิมเล็กน้อย | สิ่งที่คิดขึ้นใหม่และการอธิบายคำตอบของผู้เรียน มีการยกตัวอย่างประกอบเหตุและผลของการได้มาซึ่งคำตอบค่อนข้างชัดเจน มีการอ้างอิงจากศาสตร์อื่นบ้างมาอภิปรายเพิ่มเติม  แต่แนวคิดยังคล้ายกับที่เคยมีมาก่อนหน้านี้ แต่ปรับใหม่เป็นรูปแบบของตัวเอง | สิ่งที่คิดขึ้นใหม่และการอธิบายคำตอบของผู้เรียน มีการยกตัวอย่างประกอบเหตุและผลของการได้มาซึ่งคำตอบชัดเจน มีการอ้างอิงศาสตร์วิชาอื่นๆ มาเชื่อมโยงประกอบ มีเหตุผลที่น่าเชื่อถือ มีการอภิปรายแนวคิดเพิ่มเติมที่ต่างไปจากที่เคยมีมาแต่เดิมเป็นตัวของตัวเองชัดเจน |