



การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (STSE) ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



พิมพ์ขวัญ โคกครุฑ

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (STSE) ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ สิ่งแวดล้อม (STSE) ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4"

ของ พิมพ์ขวัญ โคกครุฑ

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลฉัตร กล่อมอิม)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(รองศาสตราจารย์ ดร.มนสิข สิริสมบุญ)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ จันทะคุณ)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอี่ยมพร หลินเจริญ)

อนุมัติ

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.กรรองกาญจน์ ชูทิพย์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (STSE) ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ผู้วิจัย	พิมพ์ขวัญ โคกครุฑ
ประธานที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.มนสิข สิริสมบูรณ์
กรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ กศ.ม. หลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2565
คำสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้, วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม, อินโฟกราฟิก, การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์, การตัดสินใจทางชีวจริยธรรม

บทคัดย่อ

การวิจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (STSE) ร่วมกับอินโฟกราฟิก 2) ศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้ โดยเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจเชิงชีวจริยธรรม ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจันทนบุรีศรีนครนิพนธ์ จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (STSE) ร่วมกับอินโฟกราฟิก แผนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม

ผลการวิจัย พบว่า 1. กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (STSE) ร่วมกับอินโฟกราฟิกมี 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นรู้ให้นักเรียนค้นหาข้อมูล 2) ขั้นให้อิสระในการค้นคว้าและสร้างข้อมูลเชิงภาพ 3) ขั้นอภิปรายและตัดสินใจร่วมกัน 4) ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้และสร้างข้อสรุปเชิงภาพ และ 5) ขั้นการประเมินผล โดยผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.91$, S.D. = 0.16) และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 73.94/74.47 และ 2. ผลการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า 1) ความสามารถในการให้เหตุผล

เชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 2) นักเรียนเกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม สิ่งแวดล้อมจากสถานการณ์จริง วิเคราะห์ความสัมพันธ์การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่อาจส่งผลกระทบต่อกันทั้งในแง่บวกและแง่ลบของสิ่งมีชีวิตในสังคมและสิ่งแวดล้อม เสนอแนวทางแก้ปัญหา อย่างมีเหตุมีผล และใช้กระบวนการในการตัดสินใจบนพื้นฐานทางหลักการชีวจริยธรรม



Title	A DEVELOPMENT OF LEARNING ACTIVITIES BY USING SCIENCE, TECHNOLOGY, SOCIETY AND ENVIRONMENT APPROACH WITH INFOGRAPHICS TO PROMOTE SCIENTIFIC REASONING ABILITY AND BIOETHICAL DECISION ABILITY FOR GRADE 10 STUDENTS
Author	Pimkhwan Kogkrut
Advisor	Associate Professor Monasit Sittisomboon, Ph.D.
Co-Advisor	Assistant Professor Angkana Onthanee, Ph.D.
Academic Paper	M.Ed. Thesis in Curriculum and Instruction, Naresuan University, 2022
Keywords	Activities, Science Technology Society and Environment learning, Infographics, Science, Bioethics

ABSTRACT

The research aims to: 1) construct and assess the efficiency of learning activities based on Science, Technology, Society, and Environment (STSE) approach with Infographics 2) study the results of using pre and post-learning activities outcomes has been comparing the ability to reason scientifically and the ability to make bioethical decisions with the sample group consisted of 30 Mathayomsuksa 4 students at Chansenengsuwananusorn School, Nakhon Sawan Province. The instruments were 4 lesson plans for using learning activities by using science, technology, society, and environment approach with infographics, and pre-test and post-test evaluation forms.

The results of the research were as follows: 1. Science, Technology, Society, and Environment learning with infographics activities had 5 steps were as follow; 1) arouse interest form situation reality 2) explore and create visual information 3) discuss and make decisions 4) apply and create infographic and 5) evaluation. The developed learning activities were appropriate at the highest level (= 4.91, S.D. = 0.16) and effectiveness equal 73.94/74.47 2. Scientific Reasoning ability

in the posttest was higher than that of the pretest with a statistical level of .01 Bioethical Decision ability in the posttest was higher than that of the pretest with a statistical level of .05 and students increased Scientific Reasoning ability and bioethical decision ability during Science, Technology, Society, and Environment learning with infographics activities by learning science, technology, society, and environment from the reality of the situation, analyze the relationship between science, development, and technology that may affect each other both positively and negatively to the surrounding environment and propose solutions *mutatis mutandis* using biological ethical decision-making processes.



ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ รองศาสตราจารย์ ดร.มนสิข สิทธิ สมบูรณ์ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี อาจารย์ที่ปรึกษา ร่วมที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาเป็นทีปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ ฉบับนี้

กราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ จันทะคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชำนาญ ปาณาวงศ์ อาจารย์ ดร.บวร คุณากรนุรักษ์ และนางสาวรัชณี รัตนบุรี ที่กรุณาให้ความ อนุเคราะห์ เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินนวัตกรรมและตรวจสอบเครื่องมือวิจัย จนทำให้งานวิจัยครั้งนี้ มีความสมบูรณ์ และกราบขอบพระคุณกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไข ข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ และทรงคุณค่า กราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนจันทนเศรษฐศาสตร์ ที่ได้ให้ความ อนุเคราะห์ อำนวยความสะดวก และดูแลช่วยเหลือตลอดการเก็บข้อมูลวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยดี

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ครอบครัวของผู้วิจัยที่ได้ให้กำลังใจ และให้ การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มี พระคุณทุก ๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงและพัฒนา คุณภาพการจัดการเรียนรู้และผู้ที่เกี่ยวข้อง

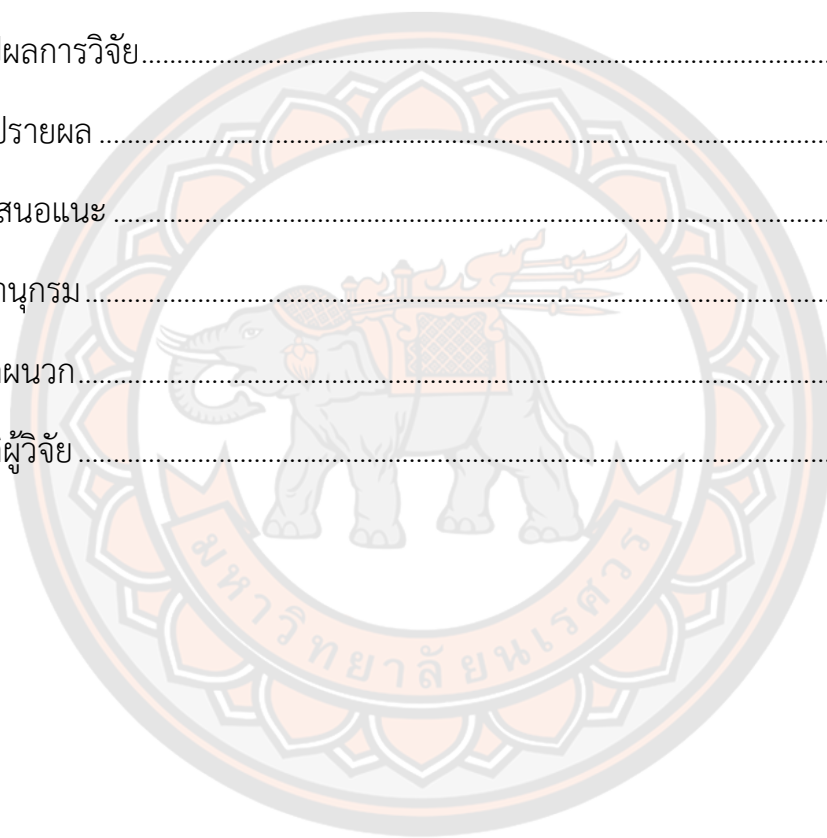
พิมพ์ขวัญ โศภิต

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
ประกาศคุณูปการ.....	ช
สารบัญ.....	ซ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฒ
บทที่ 1.....	1
บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	7
ขอบเขตการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	10
สมมุติฐานของการวิจัย.....	12
บทที่ 2.....	13
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	15
กิจกรรมการเรียนรู้.....	24
การประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้.....	27
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม 30	

อินโฟกราฟิก (Infographics)	38
กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับ อินโฟกราฟิก	44
การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	48
ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	54
ความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม	57
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	64
กรอบแนวคิดในการวิจัย	73
บทที่ 3	74
วิธีดำเนินการวิจัย	74
ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก ตามเกณฑ์ 75/75	74
ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	89
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	97
บทที่ 4	100
ผลการวิจัย	100
ตอนที่ 1 ผลการสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริม ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจ ทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย	101

ตอนที่ 2 ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	112
บทที่ 5.....	114
บทสรุป.....	114
สรุปผลการวิจัย.....	115
อภิปรายผล.....	117
ข้อเสนอแนะ.....	122
บรรณานุกรม.....	125
ภาคผนวก.....	132
ประวัติผู้วิจัย.....	227



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องเทคโนโลยีดีเอ็นเอ.....	19
ตาราง 2 แสดงโครงสร้างรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่ม สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนจันเสนเอ็งสุวรรณอนุสรณ์ ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2565 เวลา3 ชั่วโมง/สัปดาห์ เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน จำนวน 1.5 หน่วยกิต	22
ตาราง 3 แสดงการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม.....	36
ตาราง 4 แสดงรายละเอียดของพฤติกรรมตามองค์ประกอบของความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	55
ตาราง 5 แสดงผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยาหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาค เรียนที่ 1	76
ตาราง 6 แสดงรายละเอียดเนื้อหาในแต่ละแผนการจัดการจัดกิจกรรม	77
ตาราง 7 แสดงลักษณะของขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการส่งเสริม ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจ ริยธรรม	79
ตาราง 8 แสดงสถานการณ์ที่ใช้ในแต่ละเนื้อหา และรายละเอียดของเนื้อหา.....	81
ตาราง 9 แสดงจำนวนคะแนนเก็บในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	87
ตาราง 10 แสดงจำนวนคะแนนเก็บที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม	88

ตาราง 11 แสดงแบบแผนการทดลอง	89
ตาราง 12 แสดงโครงสร้างของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และ การตัดสินใจทางชีวจริยธรรม	91
ตาราง 13 แสดงสถานการณ์ในเนื้อหา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จำนวน 8 สถานการณ์	92
ตาราง 14 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์	92
ตาราง 15 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับการวัดความสามารถในการตัดสินใจทางชีว จริยธรรม	94
ตาราง 16 แสดงสถานการณ์ในเนื้อหา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จำนวน 4 สถานการณ์	96
ตาราง 17 แสดงผลการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริม ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีว จริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน.....	104
ตาราง 18 แสดงผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ตาม แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริม ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีว จริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน.....	106
ตาราง 19 แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษาและเวลา	110
ตาราง 20 แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริม ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีว จริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียนจำนวน 9 คน	111

ตาราง 21 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและ สิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	112
ตาราง 22 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมก่อนเรียน และหลังเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและ สิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	113
ตาราง 23 แสดงผลการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริม ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีว จริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำหรับผู้เชี่ยวชาญ.....	143
ตาราง 24 แสดงผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนประกอบการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการ ตัดสินใจทาง ชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำหรับ ผู้เชี่ยวชาญ.....	147
ตาราง 25 แสดงผลการพิจารณาความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ (ผู้เชี่ยวชาญ).....	170
ตาราง 26 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากจากผู้ตรวจจำนวน 2 คน	173
ตาราง 27 แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริม	

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียนจำนวน 9 คน.....	185
ตาราง 28 แสดงผลความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับ อินโฟกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน.....	187
ตาราง 29 แสดงผลความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม ก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับ อินโฟกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน.....	189



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม32	32
ภาพ 2 แสดงความสัมพันธ์ของ STSE32	32
ภาพ 3 อินโฟกราฟิกรูปแบบผสมผสาน.....40	40
ภาพ 4 อินโฟกราฟิกรูปแบบอธิบายข้อมูล.....40	40
ภาพ 5 อินโฟกราฟิกรูปแบบเปรียบเทียบข้อมูล41	41
ภาพ 6 อินโฟกราฟิกรูปแบบแจกแจงข้อมูล41	41
ภาพ 7 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมร่วมกับอินโฟกราฟิก46	46
ภาพ 8 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....73	73
ภาพ 9 อินโฟกราฟิกกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและ สิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก 102	102

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้มนุษย์มีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ สามารถคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆในชีวิตประจำวันอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งในปัจจุบันมีพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก การเรียนรู้ของผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงไป การเข้าถึงข้อมูลข่าวสารเป็นไปอย่างรวดเร็ว ทักษะที่จำเป็นเพื่อให้รู้เท่าทันสามารถปรับตัวและดำรงชีวิตได้อย่างปกติ ต้องอาศัยพื้นฐานการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (วนิดา ผาระนันต์ และประสาธน์ เนื่องเฉลิม, 2561, น. 174) การที่บุคคลมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จะช่วยให้สามารถวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของข้อมูลข่าวสารที่ได้รับ และตัดสินใจในกิจกรรมต่างๆ ที่พบในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม (จิระวรรณ เกษสิทธิ์, 2562, น.163) ฉะนั้นการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับมนุษย์

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นทักษะหรือความสามารถที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจและการดำเนินกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ (Kuhn, 1989) เนื่องจากความมีเหตุผลเป็นพฤติกรรมที่เอื้อให้มนุษย์ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2545, น. 13) เพราะว่าการที่นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอสามารถอธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล แสวงหาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น (ภพ เลหาไพบูลย์, 2557, น. 12) ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์คือความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่างข้อเท็จจริงและหลักฐานเชิงประจักษ์ ถ้าบุคคลใดมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์บุคคลนั้นจะสามารถเข้าใจสิ่งรอบตัวที่เกิดขึ้นได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล เนื่องจากมีความเข้าใจในความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์รอบตัว ดังนั้นความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จึงถือเป็นทักษะขั้นสูงและเมื่อนำไปบูรณาการกับทักษะอื่น ๆ จะช่วยทำให้บุคคลสามารถตัดสินใจด้วยเหตุผลได้อย่างถูกต้องบนพื้นฐานของขององค์ความรู้ และหลักฐานประจักษ์พยาน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และยังถูกกำหนดให้เป็นเป้าหมายในการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศอีกด้วย (วรัญญา จำปามูล, 2555) โดยการให้เหตุผลและการตัดสินใจเป็นทักษะทางปัญญาในระดับสูงที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์โดยทั้งสองความสามารถนั้นมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างเหตุผลและการตัดสินใจด้วยเหตุผล 3 ประการ โดยประการแรกความสามารถทั้งสองแบบนี้มีการผสมผสานกันในชีวิต

จริงอย่างซึ่งเห็นได้ชัดเจนในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ประการที่สองในการศึกษาหาความรู้ทั้งสองความสามารถจะนำไปสู่การลงข้อสรุปที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบได้และนำไปสู่การแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ และประการสุดท้ายทั้งสองมีบทบาทที่สำคัญในการเรียนรู้ซึ่งมีความสำคัญพึ่งพาอาศัยกันและกัน (Phillip N. Johnson-Laird, & Eldar Shafir, 1993, P.1) ซึ่งจะเห็นว่าการเรียนวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการตัดสินใจที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และหนึ่งสิ่งที่สำคัญนั้นคือการสอนให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการรับผิดชอบต่อสังคมซึ่งเป็นสิ่งที่ครูผู้สอนควรตระหนัก เนื่องจากสถานการณ์คุณธรรมของสังคมไทยในภาพรวมทุกวันนี้ที่พบว่าสถาบันครอบครัวและชุมชนโดยทั่วไปมีความอ่อนแอลงไปมาก สังคมไทยกำลังเผชิญกับสภาพปัญหาวิกฤตคุณธรรมในกลุ่มเยาวชน คือ ขาดความรับผิดชอบและความพอเพียง เห็นแก่ประโยชน์ส่วนตนมากกว่าส่วนรวม ขาดจิตสำนึกสาธารณะ ดังนั้นกระบวนการเรียนการสอนจึงต้องมีการปลูกฝังเรื่องการมีจิตสำนึกที่ดีต่อสังคมและเติบโตเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพของประเทศชาติ ด้วยเหตุนี้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงต้องส่งเสริมทั้งความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการปลูกฝังในเรื่องคุณธรรมจริยธรรม เพราะวาระระดับของจริยธรรมในตัวบุคคลที่มีอยู่อย่างแตกต่างกันนั้นจะทำให้แต่ละบุคคลมีการคิดและตัดสินใจที่แตกต่างกัน ผู้ที่มีจริยธรรมสูงย่อมมีการรอบในการคิด การตัดสินใจ การหาแนวทางแก้ปัญหา และการประมวลความคิดแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิงกับผู้ที่มีขาดจริยธรรม (อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์, 2555, น. 37) และส่งผลถึงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันไป

ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะทำให้เกิดเป็นนวัตกรรมของโลกสมัยใหม่ที่จะช่วยให้ประชากรโลกนับล้านล้านคนได้รับผลประโยชน์ ในขณะที่เดียวกันก็จะนำความเสี่ยงที่อาจจะเป็นอันตรายต่อมนุษย์ควบคู่มาด้วยจึงไม่แปลกเลยที่จะเกือบจะทุกครั้งที่มีการเผยแพร่นวัตกรรมหรือความก้าวหน้าใหม่ ๆ เกิดขึ้น และมักจะได้ยินคำถามจากประเด็นต่าง ๆ นานา มาให้ถูกคิดกันอยู่เสมอว่ามีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้หรือไม่ มีผลดีและผลเสียต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมอย่างไร เป็นต้น ดังนั้นการมีชีวจริยธรรมจะช่วยให้คนในสังคมทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องได้มีการวิเคราะห์และตัดสินใจอย่างรอบคอบในประเด็นคำถามต่าง ๆ ที่รัฐ องค์กรหรือชุมชนต้องเผชิญร่วมกัน ซึ่งประเด็นคำถามทางชีวจริยธรรมเหล่านี้เองที่ครูผู้สอนสามารถนำมาใช้สอนในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนได้มีทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ (Analytical thinking) การคิดวิพากษ์วิจารณ์ (Critical thinking) และการคิดแบบมีเหตุผล (Reasonable thinking) ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ (วนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์, 2556, น. 20-23) ซึ่งชีวจริยธรรมเป็นแนวทางการปฏิบัติของผู้ที่ศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ต้องปฏิบัติต่อสิ่งมีชีวิตด้วยกัน เนื่องจากบางสาขาของวิทยาศาสตร์ เช่น สาขาชีววิทยาจะต้องศึกษาในส่วนของสิ่งมีชีวิต การนำสิ่งมีชีวิตมาทดลอง จึงจำเป็นที่จะต้องมิชอบเขตของการนำสิ่งมีชีวิตเพื่อทำการทดลองหรือศึกษาสำหรับการเรียนการสอนจึงควรเสนอประเด็นคำถามทางชีวจริยธรรมเข้ามาใช้ เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกการ

คิดเชิงวิเคราะห์ การคิดวิพากษ์วิจารณ์ และการคิดแบบมีเหตุผลซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ (วนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์, 2556, น. 20-23) ทั้งยังเป็นเครื่องมือในการขับเคลื่อนที่ดีที่จะช่วยให้นักเรียนมีความสนใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เนื่องต้องนำประเด็นที่น่าสนใจทางชีววิทยามาให้นักเรียนอภิปรายเพื่อให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความรู้สึกนึกคิดของตนเอง คุณค่าของบุคคล สิทธิ และความรับผิดชอบกับประเด็นต่าง ๆ ทางชีววิทยาที่มีต่อสังคม ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น และการสอนที่นำเอากรณีศึกษาใช้ในการเรียนการสอนจะช่วยให้นักเรียนได้เกิดความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนกับการนำไปประยุกต์ใช้ในเหตุการณ์หรือประเด็นต่าง ๆ ทางสังคมที่พบได้ในชีวิตประจำวัน และยังช่วยเหลือส่งเสริมให้นักเรียนให้มีความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนสามารถนำไปใช้เป็นเหตุผลในการโต้แย้งเชิงจริยธรรมในสังคมได้

โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดและประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีอายุ 15 ปี จากการประเมินในปี 2018 พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์ 426 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยที่ OECD กำหนดไว้ คือ 489 คะแนน และที่สำคัญ คือ นักเรียนไทยไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เชื่อมโยงระหว่างการอธิบายและการใช้ประจักษ์เพื่อใช้เป็นเหตุผลในการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาและไม่สามารถแสดงออกถึงการใช้ ความคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลในระดับสูงได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์, 2560, น. 5) นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนไทยไม่คุ้นเคยกับข้อสอบคิดวิเคราะห์ที่มีการใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ นักเรียนไทยจึงยังด้อยด้านการคิด การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ การโต้แย้งที่จำเป็นสำหรับการมีส่วนร่วมในสังคมอนาคต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์, 2551, น. 2) และจากการศึกษาแนวโน้มโครงการจัดการศึกษา คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ (TIMSS) โดยมีจุดมุ่งหมายคือเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผลการประเมินในปี 2015 ด้านวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนไทยส่วนใหญ่มีระดับความสามารถทางการเรียนในระดับต่ำ และพบว่า ในการทำข้อสอบแบบเขียนตอบ นักเรียน ตอบคำถามได้ไม่ชัดเจน ตอบไม่ตรงคำถาม ตอบคำถามไม่ครบ ไม่สามารถเขียนคำอธิบายที่ต้องแสดงเหตุผลประกอบได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์, 2560, น. 33) ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้อ ควรเน้นให้นักเรียนได้พัฒนาในทักษะดังกล่าว จากข้อมูลข้างต้น จะเห็นได้ว่านักเรียนไทยทำข้อสอบที่ต้องใช้ความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ ยกเหตุผลประกอบหรือเขียนข้อความยาว ๆ ไม่ได้ เพราะการเรียนการสอนไม่ได้เน้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์ ดีความสถานการณ์ แก้ปัญหา และการเชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง ส่งผลให้คุณลักษณะด้านการคิดอยู่ในระดับที่ไม่น่าพอใจ (อินทร์นั ปัญญา 2556, น. 2) ดังนั้นการเรียนการสอนต้องเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะหรือความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถ

ในการตัดสินใจ นั่นคือ สอนให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการคิดแก้ปัญหา และต้องการให้นักเรียนนำ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง

การเรียนวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนเกี่ยวกับสิ่งรอบ ๆ ตัว ไม่ว่าจะเป็ชีวิตในสิ่งแวดล้อม ธรรมชาติของสาร พลังงานและระบบโลก เป็นต้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 4) จะเห็นว่าการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้จากสิ่งที่อยู่รอบตัว นั่นก็เพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงสิ่งต่าง ๆ รวมถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างมีเหตุผล สำหรับวิชาชีววิทยาเป็นการศึกษาทางธรรมชาติ และกระบวนการต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตอย่างมีเหตุผลทำให้มีความรู้ความเข้าใจในสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ที่เป็นส่วนหนึ่งของสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัวเราและตัวของมนุษย์ที่ร่วมระบบนิเวศเดียวกัน การศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตจะต้องเข้าใจคุณสมบัติหรือธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต และต้องคำนึงถึงหลักชีวจริยธรรมของบุคคลหรือสังคมที่มีต่อสิ่งมีชีวิตทั้งหมด และด้วยความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้สิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นได้จำนวนมากอย่างไม่เป็นธรรมชาติ จึงส่งผลทางบวกและลบต่อสิ่งมีชีวิตในสังคมและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการเรียนการสอนในรายวิชาชีววิทยา จึงต้องเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสิ่งมีชีวิตไปใช้ในการตัดสินใจอย่างมีชีวจริยธรรม ทั้งการตัดสินใจส่วนบุคคลและการแสดงมุมมองความคิดเห็นต่อสาธารณชนในสังคมที่ตนเองเป็นสมาชิกอยู่ (Dawson and Schibeci, 2003, Schibeci, 2000) ต้องเน้นให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงทฤษฎีความรู้กับสถานการณ์หรือเรื่องราวในชีวิตจริง และเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการวิเคราะห์แก้ไขปัญหา อย่างมีเหตุผลประกอบการตัดสินใจโดยอยู่หลักชีวจริยธรรม จากการศึกษาข้อมูลและงานวิจัยทางการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เป็นการจัดการเรียนการสอนที่นำเอาสถานการณ์ในชีวิตจริงที่เป็นเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ สังคม สิ่งแวดล้อม มากระตุ้นผู้เรียนในการที่จะพัฒนาและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกเชื่อมโยงตีความเรื่องราวต่าง ๆ ในมุมมองทางวิทยาศาสตร์ที่สัมพันธ์กับสังคมและสิ่งแวดล้อม วิเคราะห์ปัญหา และสามารถที่จะเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์นั้น ๆ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงทัศนคติต่อสิ่งแวดล้อมโดยยกตัวอย่างเหตุผลประกอบ ได้เลือกแนวคิดโดยมีการสรุปผลกระทบของปัญหาสิ่งแวดล้อมทั้งในแง่ชีววิทยาและผลกระทบต่อมนุษย์ในด้านเศรษฐกิจและสังคม ได้วิเคราะห์ปัญหาและเลือกแนวทางการการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการปลูกฝังค่านิยมเสริมสร้างจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อมให้แก่ผู้เรียน (วินัย วีระพัฒนานนท์, 2530, น.154) และยังพบอีกว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ถูกนำไปใช้ในรายวิชาชีววิทยาและงานวิจัยบางส่วนที่นำการจัดการเรียนรู้มาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอีกด้วย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำบริบทของปัญหาสิ่งแวดล้อมจากสังคมของนักเรียน ซึ่งเกิดจากผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน มาตัดสินใจรับผิดชอบเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าว (ลักษิกานาไช, 2560, น. 42) สอดคล้องกับ กัญญาประสิทธิ์ (2558, น. 5) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมเป็น รูปแบบหนึ่งที่สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจได้ ซึ่งมีการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ประเด็นที่เป็นข้อถกเถียงในสังคมและสามารถแก้ปัญหาเรื่องความไม่สอดคล้องของเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ยังเป็นการจัดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เข้ามามีส่วนร่วมในบทเรียน ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนได้ใช้และพัฒนาความรู้ในเนื้อหาวิชา การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ การตัดสินใจ การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลทางจริยธรรมได้ (Zeidler & Nichols, 2009, p. 50) เมื่อวิเคราะห์ดูพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม มีการนำเอาสถานการณ์มาใช้กระตุ้นให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ถึงประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสิ่งมีชีวิต ในรายวิชาชีววิทยา จึงต้องมีการเน้นพัฒนาส่งเสริมชีวจริยธรรมของผู้เรียนต่อในการนำความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปไปใช้ประกอบการตัดสินใจ ให้ความสำคัญกับเหตุผลในการตัดสินใจของผู้เรียนมากกว่าการมองแค่เพียงว่าเขาควรเลือกทางเลือกใด (Kohlberg, 1969, Levinson and Reiss, 2003, Saunders and Ren-nie, 2011) เพื่อผู้เรียนจะสามารถตัดสินใจเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์นั้นๆ ได้ ทั้งนี้หากพิจารณาเอกสารงานวิจัยในประเทศไทยที่ศึกษาเกี่ยวกับการตัดสินใจของนักเรียนต่อประเด็นชีวจริยธรรมในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสิ่งมีชีวิตยังมีน้อยมาก จึงทำให้ขาดข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมต่อบริบทและสภาพการณ์ปัจจุบันของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมชีวจริยธรรมให้กับนักเรียน (อรธรรมา คำนูนอน, 2561, น. 64) ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม แต่เนื่องด้วยการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยา เนื้อหาเรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในสิ่งมีชีวิตระดับเซลล์ ยากต่อการทำความเข้าใจด้วยการท่องจำการหรือบรรยายเพียงอย่างเดียว บางครั้งต้องอาศัยเครื่องมือในการทดลองขั้นสูง เพื่ออธิบายความรู้นั้นๆ ดังนั้นเนื้อหาในเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จึงเป็นเนื้อหาที่ยากต่อการที่จะสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่าด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยวิเคราะห์ได้ว่าถ้าจะนำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยาจะต้องมีการปรับหรือเพิ่มเติมขั้นตอนการจัดกิจกรรมเพื่อให้มีความเหมาะสมกับเนื้อหามากยิ่งขึ้น จากประเด็นดังกล่าว

ผู้วิจัยจึงเลือกที่จะนำเอาอินโฟกราฟิกเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในขั้นตอนที่ต้องการอธิบายหรือสรุปเนื้อหาที่มีความซับซ้อนเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิด ทฤษฎีหรือประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมได้ดียิ่งขึ้น และอินโฟกราฟิกสามารถช่วยให้ผู้เรียนมีการคิดวิเคราะห์ การรวบรวม การจำแนกข้อมูล และช่วยให้คิดมีเหตุผล ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงนำเอาอินโฟกราฟิกไปใช้ในขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เพื่อช่วยส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และการคิดมีเหตุผลให้แก่ผู้เรียน สอดคล้องกับจุฑามาส ทวีบุตร (2561, น. 106) กล่าวว่า การใช้ผังกราฟิกกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ แยกแยะเรื่องราว เหตุการณ์ หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกเป็น ส่วน ๆ หรือเป็นหมวดหมู่ว่าสิ่งเหล่านั้นประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร รวมทั้งหาความสัมพันธ์ของสิ่งเหล่านั้นว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร และเป็นอย่างไรอาศัยหลักการอย่างไร สอดคล้องกับ ประถมพร โคตา (อ้างอิงในจุฑามาส ทวีบุตร 2561, น. 102) ที่กล่าวว่ารูปแบบการสอนแบบผังกราฟิกเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ มีการสืบเสาะหาความรู้และหาความรู้เพิ่มเติมซึ่งนักเรียนเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดที่ละเอียดรอบคอบและคิดอย่างมีเหตุผลช่วยส่งเสริมความสามารถในการใช้เหตุผล

จากข้อมูลและเหตุผลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญ และต้องการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมของนักเรียน ดังนั้นจึงต้องการที่จะพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการนำเอาสถานการณ์หรือประเด็นทางชีวจริยธรรมมาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ประเด็นปัญหาดังกล่าว ฝึกเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับสถานการณ์จริง ฝึกคิดหาวิธีการแก้ปัญหาบนพื้นฐานของเหตุและผล และอินโฟกราฟิกจะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนได้เกิดความสามารถในการให้เหตุผลได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจากการที่ได้สร้างอินโฟกราฟิกด้วยตนเองจะช่วยส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การจัดการข้อมูล และความคิดเป็นเหตุเป็นผลของผู้เรียน และได้ประยุกต์ใช้องค์ความรู้ไปสู่สถานการณ์ที่คล้ายคลึง ซึ่งกิจกรรมลักษณะนี้จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและประเมินประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

2. เพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.1 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.2 เปรียบเทียบความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน

ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ มีขอบเขตตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา โดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน โดยกำหนดขอบเขตเป็น 3 ด้าน คือ ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล ขอบเขตด้านเนื้อหา และขอบเขตด้านตัวแปร ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

1. ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีคุณสมบัติดังนี้

1.1 เป็นอาจารย์ผู้สอนในระดับอุดมศึกษา สาขาหลักสูตรและการสอน สำเร็จการศึกษาในระดับดุขุภักดิ์บัณฑิต ด้านหลักสูตรและการสอน และมีประสบการณ์ด้านการสอนไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 1 คน

1.2 เป็นอาจารย์ผู้สอนในระดับอุดมศึกษา สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สำเร็จการศึกษาในระดับดุขุภักดิ์บัณฑิต ด้านชีววิทยา และมีประสบการณ์ด้านการสอนไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 1 คน

1.3 เป็นครูวิทยฐานะเชี่ยวชาญ หรือ ชำนาญการพิเศษทางการสอนวิทยาศาสตร์ และมีประสบการณ์ด้านการสอนไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 1 คน

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจันเสนเอ็งสุวรรณอนุสรณ์ อำเภอตากลี จังหวัด นครสวรรค์ เพื่อประเมินของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสังคม และ สิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก โดยมีขั้นตอนการประเมิน ดังนี้

2.1 การประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) นำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถใน การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม ที่ผ่านการ ตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและได้แก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 3 คน ได้แก่ นักเรียนที่มีลักษณะสูงจำนวน 1 คน นักเรียนที่มีคุณลักษณะปานกลางจำนวน 1 คน และ นักเรียนที่คุณลักษณะต่ำกว่าปานกลางจำนวน 1 คน เพื่อหาข้อจำกัดและพัฒนาความเหมาะสมใน ด้านต่างๆ คือ ด้านเนื้อหา ด้านเวลา และด้านสื่อการสอนที่ใช้

2.2 การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก (1:3) นำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถใน การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม ที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว มาทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน ได้แก่ นักเรียนที่มีลักษณะสูงจำนวน 3 คน นักเรียนที่มีคุณลักษณะปานกลางจำนวน 3 คน และ นักเรียนที่คุณลักษณะต่ำกว่าปานกลางจำนวน 3 คน เพื่อประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่นำมาใช้ คือ รายวิชาชีววิทยา ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน พุทธศักราช 2551

สาระชีววิทยา เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐาน ข้อมูล และแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความ หลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้ง นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สามารถแบ่งเนื้อหาออกเป็น พันธุวิศวกรรม การโคลนนิ่งโดยพ ลาสמידของแบคทีเรีย การโคลนนิ่งโดยเทคนิคพีซีอาร์ การวิเคราะห์ดีเอ็นเอ และจีโนม การ ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ความปลอดภัยของเทคโนโลยีทาง DNA และมุมมองทางสังคมและ ชีวจริยธรรม

ขอบเขตด้านตัวแปร

1. ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้
2. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ 75/75

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ สังคม ร่วมกับอินโฟกราฟิกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และ ความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา นครสวรรค์
2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจันทนเศรษฐศาสตร์ อําเภอดาคลี จังหวัดนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่นำมาใช้ คือ รายวิชาชีววิทยา ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน พุทธศักราช 2551

สาระชีววิทยา เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐาน ข้อมูล และ แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความ หลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้ง นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สามารถแบ่งเนื้อหาออกเป็น พันธุวิศวกรรม การโคลนนิ่งโดยพ ลาสמידของแบคทีเรีย การโคลนนิ่งโดยเทคนิคพีซีอาร์ การวิเคราะห์ดีเอ็นเอ และจีโนม การ ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ความปลอดภัยของเทคโนโลยีทาง DNA และมุมมองทางสังคมและ ชีวจริยธรรม

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ สิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก

ตัวแปรตาม

1. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
2. ความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก หมายถึง การปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ที่กำหนดไว้ โดยมีการนำสถานการณ์ในปัจจุบันที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตในสังคม และสิ่งแวดล้อมมากระตุ้นผู้เรียน เพื่อที่จะพัฒนาและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการตีความเรื่องราวต่างๆ เชื่อมโยงข้อมูลในสถานการณ์ ผ่านมุมมองทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สัมพันธ์กับสังคมและสิ่งแวดล้อม และสามารถที่จะเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์นั้นๆ ได้ฝึกกระบวนการในการตัดสินใจบนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผล โดยมีการคำนึงถึงหลักการทางชีวจริยธรรม นอกจากนี้ผู้เรียนยังมีการสร้างอินโฟกราฟิก เพื่อนำเสนอข้อมูล อธิบายเรื่องราวหรือสถานการณ์ในแง่มุมทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูลรวมถึงการเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น ๆ เพื่อนำมาสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ให้ออกมาเป็นภาพที่เข้าใจได้ง่าย สำหรับขั้นตอนการจัดกิจกรรมมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 รุกให้นักเรียนค้นหาข้อมูล เป็นขั้นแรกในการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ให้ผู้เรียนเกิดคำถาม ตั้งข้อสงสัย ระบุประเด็นปัญหา หรือสิ่งที่ต้องการที่จะหาคำตอบ โดยเริ่มต้นด้วยการนำข่าว บทความ ตัวอย่างการวิจัย กรณีตัวอย่าง สถานการณ์ หรือคลิปวิดีโอที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคม ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยมีสาเหตุจากการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้ผู้เรียนได้ศึกษา

ขั้นที่ 2 ให้อิสระในการค้นคว้าและสร้างข้อมูลเชิงภาพ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนมีการสืบค้นค้นคว้าข้อมูลตามความสนใจของผู้เรียน เพื่อตอบคำถาม ข้อสงสัย ในสิ่งที่ผู้เรียนอยากรู้จากการศึกษาในขั้นแรก อาทิ เช่น สาเหตุของปัญหา การระบุที่มาของปัญหา ผลกระทบที่เกิดขึ้นหรือแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยนำมาข้อมูลที่ได้มาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม สรุปข้อมูลและให้แต่ละกลุ่มนำเสนอข้อสรุปของกลุ่มตนเองโดยมีผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะ นักเรียนได้เชื่อมโยงข้อเท็จจริงกับหลักฐานเชิงประจักษ์

ขั้นที่ 3 อภิปรายและตัดสินใจร่วมกัน เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้วิเคราะห์องค์ความรู้ ความคิดเห็น หรือข้อสรุป แสดงข้อดีและข้อเสียของข้อมูลของแต่ละกลุ่ม จากนั้นนำข้อมูลมาสังเคราะห์และ

ตัดสินใจร่วมกันแล้วตั้งสมมติฐานถึงวิธีการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ข้อสรุปหรือแนวทางการปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่สุดโดยคำนึงถึงชีวจริยธรรม

ขั้นที่ 4 ประยุกต์ใช้ความรู้และสร้างข้อสรุปเชิงภาพ นำข้อสรุปที่ได้มาสร้างสรรค์อินโฟกราฟิกเพื่อนำไปเผยแพร่เพื่อเป็นประโยชน์ต่อไป ในการที่จะแก้ปัญหา ทางสังคมและสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ขั้นที่ 5 การประเมินผล เป็นขั้นที่นักเรียนได้นำเอาองค์ความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์อื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกัน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมของนักเรียน โดยผู้สอนเป็นผู้ทบทวนตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบ

2. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูล ตัวแปร สร้างคำอธิบายจากหลักฐาน ในสถานการณ์ทางชีววิทยาและเทคโนโลยี เพื่อนำมาสู่การลงข้อสรุปอย่างเป็นเหตุเป็นผล องค์ประกอบของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มี 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การระบุคำอธิบายหรือสมมติฐานที่เป็นไปได้ 2) การระบุและควบคุมตัวแปรในการทดลอง 3) การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน และ 4) การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ซึ่งสามารถประเมินได้จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 4 สถานการณ์ และมีชุดคำถามจากสถานการณ์นั้น ๆ และให้นักเรียนเขียนตอบและให้นักเรียนเขียนเหตุผลประกอบคำตอบของนักเรียนร่วมด้วย ซึ่งคำตอบของนักเรียนจะต้องแสดงพฤติกรรมบ่งชี้ขององค์ประกอบของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

3. ความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม หมายถึง การแสดงความคิดของบุคคล ในการระบุปัญหา การเสนอทางเลือกได้หลากหลาย และการเลือกทางเลือกได้อย่างเหมาะสม เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาโดยคำนึงถึงประเด็นทางชีวจริยธรรม ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 4 สถานการณ์ และมีชุดคำถามจากสถานการณ์นั้นๆ และให้นักเรียนเขียนตอบซึ่งคำตอบของนักเรียนจะต้องแสดงพฤติกรรมบ่งชี้ขององค์ประกอบของความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม

4. ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง คะแนนคุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้จากการให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินโดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งมีลักษณะแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

ตามแบบของลิเคอร์ท (Likert) โดยใช้เกณฑ์พิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ คือ มีค่าเฉลี่ยมากกว่าหรือเท่ากับ 3.51 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.00

5. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง ผลการตรวจสอบกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยนำไปทดลองใช้เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่ากิจกรรมนั้นมีประสิทธิภาพก่อนที่จะผลิตออกมาเป็นจำนวนมากเพื่อนำไปใช้สอนจริง โดยกำหนดเกณฑ์ประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ E_1/E_2 คือ 75/75

75 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนที่นักเรียนได้ทำใบงานที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก

75 ตัวที่สอง หมายถึง ร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนที่นักเรียนได้ทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก

สมมุติฐานของการวิจัย

1. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยได้เสนอตามลำดับ ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
 - 1.1 ความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.3 วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม
 - 1.4 สาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม
 - 1.5 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
 - 1.6 คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามผลการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)
 - 1.7 โครงสร้างรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. กิจกรรมการเรียนรู้
 - 2.1 ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้
 - 2.2 องค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้
 - 2.3 การประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
 - 3.1 ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
 - 3.2 ความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
 - 3.3 จุดมุ่งหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

3.4 แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ
สิ่งแวดล้อม

4. อินโฟกราฟิก (Infographics)

- 4.1 ความหมายของอินโฟกราฟิก
- 4.2 รูปแบบของอินโฟกราฟิก
- 4.3 องค์ประกอบของอินโฟกราฟิก
- 4.4 หลักการออกแบบอินโฟกราฟิก
- 4.5 ประโยชน์ของอินโฟกราฟิก

5. กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
ร่วมกับอินโฟกราฟิก

6. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

- 6.1 ความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- 6.2 ความหมายและประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- 6.3 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- 6.4 ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- 6.5 แนวทางการวัดความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

7. ความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม

- 7.1 ความหมายของชีวจริยธรรม
- 7.2 ความหมายของการตัดสินใจ
- 7.3 ขั้นตอนการตัดสินใจ
- 7.4 แนวทางการวัดการตัดสินใจ
- 7.5 ความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม
- 7.6 แนวทางการวัดความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 7.1 งานวิจัยในประเทศ
- 7.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

9. กรอบแนวคิดการวิจัย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้มีการกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ไว้เป็นเกณฑ์ที่บ่งชี้ถึงคุณภาพ ระดับความรู้ความสามารถที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ซึ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีรายละเอียดดังนี้

ความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 92)

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิถีดั้งเดิม ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-Based Society) ดังนั้นทุกคนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, น. 4-5)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้นโดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่

ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิดและวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคมและสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงานและการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทันและมีจริยธรรม

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, น. 127-128)

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมจัดทำขึ้นสำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่จำเป็นต้องเรียนเนื้อหาในสาระชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์และโลกดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญและเพียงพอสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อประกอบอาชีพในสาขาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน เช่น แพทย์ ทันตแพทย์สัตวแพทย์ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคนิคการแพทย์ วิศวกรรม สถาปัตยกรรม ฯลฯ โดยมีผลการเรียนรู้ที่ครอบคลุมด้านเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 รวมทั้งจิตวิทยาศาสตร์ ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมี วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมนี้ ได้มีการปรับปรุงเพื่อให้มีเนื้อหาที่ทัดเทียมกับนานาชาติ เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมนี้ถึงแม้ว่าสถานศึกษาสามารถจัดให้ผู้เรียนได้เรียนตามความเหมาะสมและตามจุดเน้นของสถานศึกษา แต่ในแนวทางปฏิบัติสถานศึกษาควรจัดให้ผู้เรียนได้เรียนทุกสาระ เพื่อให้มีความรู้เพียงพอในการนำไปใช้เพื่อการศึกษาต่อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อหาของวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ที่สถานศึกษามักมองข้ามความสำคัญของการเรียนสาระนี้ ซึ่งเป็นการบูรณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ทั้งฟิสิกส์ เคมีและชีววิทยา รวมทั้งศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อมาช่วยในการอธิบายและเข้าใจปรากฏการณ์ ต่าง ๆ ในธรรมชาติ ทั้งการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก การเปลี่ยนแปลงภายในโลกและการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ ซึ่งกระบวนการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดดังกล่าวล้วนส่งผลซึ่งกันและกัน รวมทั้งสิ่งมีชีวิตด้วยและที่สำคัญคือ ความรู้ในวิชานี้สามารถนำไปใช้ในการศึกษาต่อเพื่อประกอบอาชีพในหลาย ๆ ด้าน เช่น อาชีพที่เกี่ยวกับวัสดุศาสตร์ การเดินเรือ การบิน การเกษตร การศึกษาประวัติศาสตร์ วิศวกร อุตสาหกรรมน้ำมัน เหมือง นักธรณีวิทยา นักอุตุนิยมวิทยา นักดาราศาสตร์ นักบินอวกาศ ดังนั้นพื้นฐานความรู้ทางวิชาโลกดาราศาสตร์และอวกาศ จะช่วยเปิดโอกาสทางด้านอาชีพที่หลากหลายให้กับผู้เรียน เพราะในอนาคตข้างหน้า นอกจากมนุษย์จะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับโลกที่ตัวเองอาศัยอยู่แล้ว ยังต้องพัฒนาตนเองเพื่อศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่อยู่นอกโลกเพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นกลับมาพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น

สาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, น. 129-131)

1. สาระชีววิทยา

1.1 เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์และการหายใจระดับเซลล์

1.2 เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับ

วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.3 เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.4 เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ รวมทั้งการหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอโมนกับการรักษาดุลยภาพและพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.5 เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์และแนวทางการแก้ไขปัญหา

2. สารเคมี

2.1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมี และสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์ และพอลิเมอร์รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี สารละลายในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้ารวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.3 เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

3. สารฟิสิกส์

3.1 เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรงแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุงานและกฎการอนุรักษ์พลังงาน กล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้งรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3.2 เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3.3 เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทน เป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3.4 เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสารสภาพยืดหยุ่นของวัสดุและมอดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพุงและหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิว และแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติและสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส อุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยาการณโฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่น และอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอวาลส์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. สาระโลกดาราศาสตร์และอวกาศ

4.1 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัยและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม การศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณี แผนที่และการนำไปใช้ประโยชน์

4.2 เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมรวมทั้งการพยากรณ์อากาศ

4.3 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิดและวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซี ดาวฤกษ์และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์จากการศึกษาตำแหน่งดาวบนทรงกลมฟ้าและปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, น. 142)

ตาราง 1 แสดงผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องเทคโนโลยีดีเอ็นเอ

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
1. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตตัด	- การใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในการสร้างดีเอ็นเอ
แปรพันธุกรรม โดยใช้ดีเอ็นเอรีคอม	รีคอมบิแนนท์สามารถนำไปใช้ในการสร้าง สิ่งมีชีวิตตัด

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
บีแนนท์	แปรพันธุกรรม โดยนำยีนที่ต้องการ มาตัดต่อใส่ในสิ่งมีชีวิต ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นมีสมบัติ ตามต้องการ
2. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปรายการนำ เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้าน สิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์การแพทย์ การเกษตร และอุตสาหกรรม และข้อควรคำนึง ถึงด้านชีวจริยธรรม	- เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สามารถนำไปประยุกต์ ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น สิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตร และอุตสาหกรรม โดยการ ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอต้องคำนึงถึงความปลอดภัย ทางชีวภาพ ชีวจริยธรรม และผลกระทบต่อสังคม

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) (หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนจันทน์เสนเอ็งสุวรรณอนุสรณ์)

สืบค้น วิเคราะห์ สังเคราะห์ พันธุศาสตร์ และวิวัฒนาการ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การศึกษาพันธุศาสตร์ ของเมนเดล กฎของความน่าจะเป็น กฎแห่งการแยกและกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ การผสมเพื่อทดสอบ ลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล ศึกษาเกี่ยวกับยีนและโครโมโซม การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม การค้นพบสารพันธุกรรม โครโมโซม องค์ประกอบทางเคมีของ DNA RNA โครงสร้างของ DNA สมบัติของสารพันธุกรรม มิวเทชัน ศึกษา

เกี่ยวกับพันธุศาสตร์ และเทคโนโลยีทาง DNA พันธุวิศวกรรม การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA ความปลอดภัยของเทคโนโลยีทาง DNA และมุมมองทางสังคมและชีวจริยธรรม ศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการ หลักฐานที่บ่งบอกถึงวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต พันธุศาสตร์ประชากร ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล กำเนิดของสปีชีส์ และวิวัฒนาการของมนุษย์

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการสืบเสาะหาความรู้ สังเกต จำแนก ระบุ การแก้ปัญหาที่หลากหลาย การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่ดี

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และสรุปผลการทดลอง ของเมนเดล
2. อธิบาย และสรุปกฎแห่งการแยก และกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ และนำกฎของเมนเดลนี้ ไปอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและใช้ในการคำนวณโอกาสในการเกิดฟีโนไทป์และจีโนไทป์แบบต่าง ๆ ของรุ่น F1 และ F2
3. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล
4. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และเปรียบเทียบลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่องและลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง
5. อธิบายการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม และยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ
6. สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA และสรุปการจำลอง DNA
7. อธิบาย และระบุขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์ โปรตีน
8. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรม แอลลีล โปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม และเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล
9. สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดมิวเทชันระดับยีนและระดับโครโมโซม สาเหตุการเกิดมิวเทชัน รวมทั้งยกตัวอย่างโรคและกลุ่มอาการที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน
10. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์
11. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปรายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตรและอุตสาหกรรม และข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม
12. สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
13. อธิบาย และเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของฌอง ลามาร์ก และทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาลส์ ดาร์วิน
14. ระบุสาระสำคัญ และอธิบายเงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล ในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ ของแอลลีลและจีโนไทป์ของประชากร โดยใช้หลักของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก
15. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต

รวมทั้งหมด 15 ผลการเรียนรู้

โครงสร้างรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 2 แสดงโครงสร้างรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนจันทนเศรษฐ์สุวรรณอนุสรณ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 เวลา 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน จำนวน 1.5 หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1.	การถ่ายทอด ลักษณะทาง พันธุกรรม	1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และสรุปผลการทดลอง ของเมนเดล 2. อธิบาย และสรุปกฎแห่งการแยก และกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ และนำกฎของเมนเดลนี้ ไปอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 3. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 4. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และเปรียบเทียบลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่อง	10	5
		สอบเก็บคะแนน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1	1	5
2.	ยีน และโครโมโซม	5. อธิบายการถ่ายทอยีนบนโครโมโซม และยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ 6. สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA และสรุปการจำลอง DNA 7. อธิบาย และระบุขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของ DNA และ RNA	17	10

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
		สอบกลางภาค	2	20
		8. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรม แอลลีล โพรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม และเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล		
		9. สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดมิวเทชัน ระดับยีนและระดับโครโมโซม สาเหตุการเกิดมิวเทชัน		
		สอบเก็บคะแนน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2	1	5
		สอบเก็บคะแนนก่อนเรียน	1	-
3.	เทคโนโลยีทาง ดีเอ็นเอ	10. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์	12	10
		11. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปรายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์		
		สอบเก็บคะแนน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3	1	5
4.	วิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิต	12. สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	12	5
		13. อธิบาย และเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของมอง ลามาร์ก และชาลส์ ดาร์วิน		
		14. ระบุสาระสำคัญ และอธิบายเงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล		
		15. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต		
		สอบเก็บคะแนน หน่วยการเรียนรู้ที่ 4	1	5
		สอบปลายภาค	2	30

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
รวมทั้งหมด			60	100

จากตารางโครงสร้างรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกทำการวิจัยในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จำนวน 13 ชั่วโมง เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม

กิจกรรมการเรียนรู้

ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้รายละเอียดไว้ดังนี้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2545, น. 20) ได้ให้ความหมายของคำว่า กิจกรรมการเรียนรู้ คือ สภาพการเรียนรู้ที่กำหนดขึ้นเพื่อนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมายหรือจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ควรเหมาะสม สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาและทักษะของครูมีอาชีพในการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิผล

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2553, น. 26) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง กิจกรรมต่าง ๆ ที่ใช้ในการสอนเพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจ เข้าใจ เกิดการเรียนรู้และมีพัฒนาการการเปลี่ยนแปลงตามเป้าหมายของหลักสูตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ (2553, น. 57) ได้ให้ความหมายกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การปฏิบัติต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ และการเรียนรู้ของผู้เรียนบรรลุตามจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ที่กำหนด

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553, น. 72) ได้ให้ความหมายกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง กาบปฏิบัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการเรียนการสอน เพื่อให้การสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ และการเรียนรู้ของผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การสอนที่กำหนดไว้

จากความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้ข้างต้นที่กล่าวมา สามารถสรุปได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การปฏิบัติกิจกรรมต่างๆที่กำหนดไว้อย่างเป็นขั้นตอนที่เป็นการส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

องค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้

สิริวรรณ สุวรรณอาภา (2544, น. 166-170) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้ แบ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการกำหนดกิจกรรมที่มีเป้าหมายสำคัญ เพื่อช่วยกระตุ้นหรือเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียนนั้นๆ อย่างแท้จริง หากเกิดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน ไม่ได้ช่วยกระตุ้น หรือเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ก็จะทำให้ขาดจากการรับรู้ที่ดี ไม่มีการจำและคิด เพื่อตอบสนองอย่างใดอย่างหนึ่ง ผลสุดท้ายก็จะไม่เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ต้องการ การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียนจำเป็นต้องช่วยกระตุ้นหรือเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียน และ ต้องให้สัมพันธ์สอดคล้องกับกิจกรรมในขั้นสอนด้วย ดังนี้

1.1 การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อทบทวนพื้นฐานความรู้เพิ่มเติมให้ สัมพันธ์กับการสอนเนื้อหาใหม่หรือแนวความคิดใหม่หรือหลักการใหม่ ซึ่งจะเป็นการช่วยให้ผู้เรียน เกิดการระลึกได้ และเกิดความต่อเนื่องในการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนต่อไป

1.2 การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อวางแผนการเรียนการสอนร่วมกันระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ซึ่งจะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการกำหนดงานที่จะปฏิบัติว่า จะต้องทำอะไร อย่างไร เมื่อไร

1.3 การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อแจ้งจุดประสงค์ของบทเรียนให้ผู้เรียนทราบโดยตรงหรือโดยทางอ้อมก็ได้ ซึ่งจะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้ทราบว่าเมื่อเรียนจบบทเรียนแล้วจะเกิดการเรียนรู้อะไรต่อตนเองบ้าง ข้อควรคำนึงในการกำหนดกิจกรรม ในการพิจารณา กำหนดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน ควรจะคำนึงถึงสิ่ง ต่อไปนี้

1.3.1 ต้องเป็นกิจกรรมที่นำไปสู่การกำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในขั้นสอนอย่างต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน

1.3.2 ต้องกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับลำดับขั้นการสอน ซึ่งโดยทั่วไป ใช้เวลาไม่เกินร้อยละ 20 ของเวลาเรียนทั้งหมด ซึ่งอาจยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสม

1.3.3 ต้องกำหนดสิ่งที่จะช่วยกระตุ้น หรือเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ตื่นเต้น สนุกสนาน เพลิดเพลิน หรือสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน

1.3.4 ต้องกำหนดกิจกรรมที่เป็นไปได้และเหมาะสมกับความสามารถและความถนัดของผู้สอนเอง ก็จะช่วยให้การสอนเกิดความสำเร็จได้มากขึ้น

2. ขั้นสอน เป็นการกำหนดกิจกรรมที่มีลักษณะสำคัญ 2 ขั้นตอน คือ

2.1 กิจกรรมแกนหลักเป็นการกำหนดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ปลายทางของการสอนในครั้งนั้นๆ ซึ่งถือว่าเป็นการกำหนดกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนเกิด การเรียนรู้อย่างแท้จริง จึงมีความสำคัญมากที่สุดต่อการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ของบทเรียน เรื่องนั้น ๆ ใน

การกำหนดกิจกรรมแกนหลักให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ปลายทางของการสอน แต่ละครั้ง มีแนวทางปฏิบัติ ดังนี้

2.1.1 ต้องพิจารณาจุดประสงค์ปลายทางของการสอนในครั้งนั้นว่า มีพฤติกรรมตรงกับการเรียนรู้ชนิดใด จะพิจารณาเฉพาะคำกริยาของจุดประสงค์ปลายทางอย่าง เดียวไม่ได้ จำเป็นต้องพิจารณาข้อความที่เป็นพฤติกรรมของวัตถุประสงค์ปลายทางเป็นสำคัญ จึงตัดสินใจได้ว่า จุดประสงค์ปลายทางของการสอนครั้งนั้น ๆ ตรงกับการเรียนชนิดใด

2.1.2 ต้องเลือกหรือกำหนดกิจกรรมแกนหลักตามชนิดการเรียนรู้นั้น ให้บรรลุผลตรงตามจุดประสงค์ปลายทาง

2.2 กิจกรรมทดสอบ เป็นการกำหนดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ ความคิด การแก้ปัญหา ทักษะทางกายและเจตคติ ให้การตอบปัญหาหรือแสดงพฤติกรรมต่าง ๆ เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับกิจกรรมแกนหลักหรือไม่ หากผู้เรียน ยังไม่เกิดการเรียนรู้ ก็ควรให้คำแนะนำเพิ่มเติมหรือสอนใหม่โดยไม่ให้ผู้เรียนเสียกำลังใจ จนสามารถเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ต้องการ

3. ขั้นสรุป เป็นการกำหนดกิจกรรมที่มีลักษณะสำคัญ 2 ขั้นตอน คือ

3.1 กิจกรรมสรุปทบทวน เป็นการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เรียบเรียงความรู้ ความคิด และทักษะทางกายแล้วสรุปเป็นแนวความคิดหรือมโนภาพหรือหลักการหรือข้อความสรุปบางอย่าง หรือลำดับขั้นตอนของการปฏิบัติงาน ผู้สอนควรจะตระหนักถึงการกำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้แสดงออกร่วมกันโดยการอภิปรายหรือเขียนตอบก็ได้ ตามความเหมาะสม แต่มีใช้ผู้สอนเป็นผู้สรุปเสียเอง ครูควรจะเป็นเพียงผู้ช่วยแนะแนวทางบางประการเท่านั้น หรืออาจช่วยรวบรวมข้อสรุปเขียนไว้บนกระดานบ้างก็ได้ เพื่อเป็นการเน้นให้ชัดเจนอีกครั้งหนึ่ง หลังจากผู้เรียนช่วยกันสรุปทบทวนแล้วก็ต้องจดจำข้อสรุปนั้น ๆ ต่อไป แต่อาจจำได้ไม่นานหรือลืมได้ง่าย ดังนั้นผู้สอนควรหาวิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนจำได้นาน

3.2 กิจกรรมฝึกทักษะ เป็นการกำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เพิ่มเติมทักษะทางสมองหรือทางกายให้มีความชำนาญเพิ่มขึ้นสูง เช่น ทำแบบฝึกหัด ศึกษาค้นคว้าทำรายงานทำรายงานทำกิจกรรมเสริมหลักสูตร ทำกิจกรรมจากใบงาน ปฏิบัติตามโครงการ เพื่อเสริมทักษะการเรียนรู้ เป็นต้น

จากการศึกษาองค์ประกอบการเรียนรู้ข้างต้นนั้น สรุปได้ว่า องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนสำคัญ ดังนี้ 1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นตอนที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นชวนขวยในเรื่องที่จะเรียน และทบทวนความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ ซึ่งต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ให้สอดคล้องกับกิจกรรมขั้นสอน 2. ขั้นสอน เป็นการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ต้องสอดคล้องสัมพันธ์กับจุดประสงค์ และหลังจากการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ต้องมีการทบทวน

ตรวจสอบความรู้ที่เรียน 3. ขั้นสรุป เป็นการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ ทักษะ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันมาสรุปเป็นแนวคิดหลักการ เพื่อนำเสนอเผยแพร่แก่ผู้อื่น

การประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

ความหมายของการประเมินประสิทธิภาพ

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2523, น. 494) ได้ให้ความหมายของเกณฑ์และการหา ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ว่า หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เป็นระดับ ที่ผู้ผลิตกิจกรรมการเรียนรู้จะพึงพอใจ หากแผนการจัดชุดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพถึง ระดับนั้นแล้ว กิจกรรมการเรียนรู้นั้นก็มีความคุ้มค่าต่อการลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2545, น. 459) ได้ให้ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพว่าตรงกับภาษาอังกฤษที่ว่า “Developmental Testing” (การตรวจสอบพัฒนาเพื่อให้งานดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ) หมายถึง การนำชุดการสอนไปทดลองใช้ (Try out) เพื่อปรับปรุงแล้วก็นำไปทดลองสอนจริง (Trail run) นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข เสร็จแล้วจึงผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

รัตนะ บัวสนธ์ (2562, น. 9) ได้ให้ความหมายของการประเมินประสิทธิภาพว่าหมายถึง การนำนวัตกรรมการเรียนการสอนไปทดลองใช้กับกลุ่มผู้เรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ทั้งนี้ในการทดลองนำร่องสำหรับตรวจสอบคุณภาพนวัตกรรมการเรียนการสอนควรมี การทดลองสามลักษณะต่อเนื่องกันคือ 1) การทดลองนำร่องแบบ 1:1 2) การทดลองนำร่องแบบ 3:3 3) การทดลองนำร่องกับกลุ่มขนาดเล็ก การทดลองนำร่อง 3 ลักษณะมีจุดมุ่งหมายและวิธีดำเนินการ ที่ต่างกันไป

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรม ต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพกระบวนการ) E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง คือประเมิน ต่อเนื่องประกอบด้วยพฤติกรรมหลายๆพฤติกรรม (Process) ของผู้เรียน ที่สังเกตได้จากการประกอบ กิจกรรมกลุ่มและรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้ประเมิน พฤติกรรมผลลัพธ์ คือ ประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียนโดยพิจารณาจากการสอนหลังเรียน

ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะ เปลี่ยนพฤติกรรมที่น่าพอใจ โดยกำหนดให้ร้อยละของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการ ประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมด ต่อร้อยละของผลการสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด คือ E_1/E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ปกติ เนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้ 80/80,85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะจะตั้งไว้ 75/75 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2545, น. 494-495)

ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2545, น. 496-497) ได้เสนอขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพการเรียนรู้ได้ดังนี้

1. ขั้นหาประสิทธิภาพ 1:1 (แบบเดี่ยว) เป็นการทดลองกับผู้เรียนครั้งละ 1 คน โดยทดลอง 3 ครั้งกับเด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเดี่ยวนี้จะได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานมาก

2. ขั้นหาประสิทธิภาพ 1:10 (แบบกลุ่ม) เป็นการทดลองกับผู้เรียน 6-10 คน (คณะผู้เรียนที่เก่ง ปานกลาง และอ่อน) คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงในคราวนี้คะแนนผู้เรียนจะเพิ่มขึ้น

3. ขั้นหาประสิทธิภาพ 1:100 (ภาคสนาม) เป็นการทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น 30-40 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุงผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

หลังการทดลองคำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงแก้ไข ผลลัพธ์ที่ได้ควรจะใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ต่ำกว่าเกณฑ์ได้ไม่เกิน 2.5%

รัตนะ บัวสนธ์ (2552, น. 50-51) การประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้มีลำดับขั้นตอนการประเมิน ดังนี้

1. การประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) หมายถึง การนำนวัตกรรมไปทดลองใช้กับบุคคลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมาย โดยที่บุคคลดังกล่าวนี้จะคัดเลือกมาจากกลุ่มผู้ที่มีคุณลักษณะเป็นตัวแทนกลุ่มเป้าหมาย 3 คน ได้แก่ ผู้ที่มีคุณลักษณะสูง ปานกลาง และต่ำกว่า ปานกลาง การทดลองใช้นวัตกรรมที่เรียกว่าการประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่งมีวัตถุประสงค์สำคัญ เพื่อตรวจสอบว่ากิจกรรมดังกล่าวนี้มีความเกี่ยวข้องข้องสร้างแรงจูงใจให้แก่บุคคลที่มีลักษณะเป็นตัวแทนของกลุ่มเป้าหมายเพียงไร คำสั่ง คำชี้แจง และรายละเอียดที่มีอยู่ในกิจกรรมการเรียนรู้ นั้น บุคคลเหล่านี้มีความรู้และความเข้าใจหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงกิจกรรมให้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป การประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งนั้นจึงมุ่งไปที่การค้นหาข้อจำกัดที่ได้จากคำแนะนำบอกเล่าของบุคคลที่มีลักษณะเป็นตัวแทนของคุณลักษณะกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เป็นสำคัญ เพื่อที่จะนำคำแนะนำที่ได้นี้ มาปรับปรุงนวัตกรรมตามที่กล่าวนั่นเอง

2. การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก หมายถึง นำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขจากการประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งมาทดลองใช้กับกลุ่มบุคคลที่มีคุณลักษณะคล้ายกับกลุ่มเป้าหมายที่มีจำนวนมากขึ้น เช่น อาจจะใช้การประเมินแบบหนึ่งต่อสาม (1:3) หรือ แบบหนึ่งต่อสี่ (1:4) ก็ได้ ซึ่งหมายถึง ต้องใช้กลุ่มบุคคลจำนวน 9 คน แบ่งเป็น มีคุณลักษณะสูงกว่าปานกลาง 3 คน ปานกลาง 3 คน ต่ำกว่าปานกลาง 3 คน ในกรณีการประเมินแบบหนึ่งต่อสาม แต่ถ้าเป็นแบบหนึ่งต่อสี่ก็ต้องใช้กลุ่มบุคคล จำนวนทั้งสิ้น 12 คน การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็กนี้จะมีการวิเคราะห์หาค่าบงบอกดัชนีหรือเกณฑ์ประสิทธิภาพ ของกิจกรรม

ที่เรียกว่าค่า E_1/E_2 โดยที่เกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของกิจกรรมการเรียนรู้เท่าที่นิยม ใช้จะมีอยู่สามเกณฑ์ได้แก่ 75/75 หรือ 80/80 และ 90/90 การจะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ กิจกรรม การเรียนรู้ เกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่งจากสามเกณฑ์นี้ มีหลักการพิจารณาวัตถกรรมการศึกษานั้นๆ มุ่งแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาความสามารถของผู้เรียนที่มีลักษณะซับซ้อนหรือมีเนื้อหาค่อนข้างยาก ก็จะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75 แต่ถ้ามีเนื้อหาสาระไม่ยากนัก มุ่งแก้ไขปัญหาหรือพัฒนา ความสามารถของผู้เรียนที่มีลักษณะปานกลางจะนิยมใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 มากที่สุด ในทำนองเดียวกัน ถ้าเป็นนวัตกรรมการที่มีเนื้อหาสาระมุ่งปฏิบัติหรือพัฒนาจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านทักษะปฏิบัติ จะใช้เกณฑ์ 90/90

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ คือ การตรวจสอบประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดความมั่นใจก่อนที่จะผลิตออกมาเป็นจำนวนมากเพื่อนำไปใช้สอนจริง โดยมีกระบวนการตรวจสอบประสิทธิภาพ คือ การนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำมาใช้ทดลองสอนจริงอีกครั้ง ซึ่งในการประเมินประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้ต้องมีการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพให้กับกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยกำหนดให้ร้อยละของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมด ต่อร้อยละของผลการสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด คือ E_1/E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ปกติ เนื้อหาที่เป็นความรู้ ความจำมักจะตั้งไว้ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะจะตั้งไว้ 75/75 เมื่อกำหนดเกณฑ์เรียบร้อยแล้ว จากนั้นก็เข้าสู่กระบวนการประเมินประสิทธิภาพ โดยแบ่งออกเป็น 2 แบบ ดังนี้ 1. การประเมินประสิทธิภาพแบบ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2545, น. 496-497) จะมี 3 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นหาประสิทธิภาพ 1:1 (แบบเดี่ยว) เป็นการทดลองกับผู้เรียนครั้งละ 1 คน โดยทดลอง 3 ครั้งกับเด็กอ่อน ปานกลางและเด็กเก่ง 2) ขั้นหาประสิทธิภาพ 1:10 (แบบกลุ่ม) เป็นการทดลองกับผู้เรียน 6-10 คน (ละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลางและอ่อน) คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นและ 3) ขั้นหาประสิทธิภาพ 1:100 (ภาคสนาม) เป็นการทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น 30-40 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุงผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หลังการทดลอง คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงแก้ไข ผลลัพธ์ที่ได้ควรจะ ใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ต่ำกว่าเกณฑ์ได้ไม่เกิน 2.5% และ 2. การประเมินประสิทธิภาพแบบ รัตนะ บัวสนธ์ (2552, น. 50-51) จะมี 2 ขั้นตอน คือ 1) การประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) คือ การนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับบุคคลที่มีลักษณะเป็นตัวแทนของกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งคัดเลือกมาจากผู้ที่มีคุณลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมาย 3 คน ได้แก่ ผู้ที่มีคุณลักษณะสูง ปานกลางและต่ำกว่าปานกลาง อย่างละ 1 คน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาข้อจำกัดของกิจกรรมการเรียนรู้แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความเหมาะสม 2) การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก คือ การนำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขจากการประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งมา

ทดลองใช้กับกลุ่มบุคคลที่มีคุณลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมายที่มีจำนวนมากขึ้น เช่น อาจจะใช้การประเมินแบบหนึ่งต่อสาม (1:3) หรือแบบหนึ่งต่อสี่ (1:4) ก็ได้ เพื่อวิเคราะห์หาค่าบ่งบอกดัชนีตามเกณฑ์ประสิทธิภาพของกิจกรรม (E_1/E_2)

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ใช้การประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามระดับ บัณฑิต เพราะจะเน้นไปที่นวัตกรรมการศึกษาด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับงานของผู้วิจัย แต่การประเมินประสิทธิภาพตามแนวของซัยยงค์ พรหมวงศ์ จะเน้นไปที่นวัตกรรมด้านสื่อการเรียนการสอน โดยผู้วิจัยใช้เกณฑ์ในการประเมินสิทธิภาพของนวัตกรรมกำหนดไว้ที่เกณฑ์ 75/75 เนื่องจากเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาที่ต้องใช้กระบวนการคิดขั้นสูง เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา และทักษะที่สอดคล้องกับการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมเป็นแนวคิดที่มีพื้นฐานมาจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม (STS) แต่ให้ความสำคัญเกี่ยวกับผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น เป้าหมายหลักของการจัดการศึกษาตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม คือ ช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันเพื่อประโยชน์ต่อคนในสังคม และส่งเสริมให้เกิดจิตสำนึกต่อสิ่งแวดล้อม

ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

Predretti and Frobes (อ้างอิงในปรัชญา จันตา, 2556, น. 10) ให้ความหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมว่า คือ กระบวนการที่พยายามนำไปสู่ความเข้าใจของความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม โดยมีเป้าหมายหลักของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดนี้ คือ การช่วยให้นักเรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันของพวกเขาและกระตุ้นความเป็นพลเมืองของสังคม

สุวรรณ อัมพรคนัย (2554, น. 12) ได้ให้ความหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมหมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางที่บูรณาการทั้งวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มิติทางสังคมและสิ่งแวดล้อมเข้าด้วยกัน เป็นการหยิบยกบริบทปัญหาสิ่งแวดล้อมจากสังคมของผู้เรียน ซึ่ง

เกิดจากผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน มาตัดสินใจรับผิดชอบเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าว

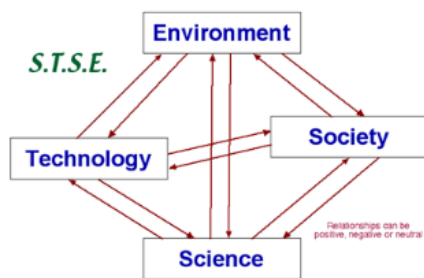
สิริรัตน์ เทียงดี (2555, น. 8) ได้ให้ความหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม คือ การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนได้บูรณาการระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมให้มีความสอดคล้องเชื่อมโยงสัมพันธ์กันในสถานการณ์จริง เพื่อให้ตระหนักและเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ที่จะนำความรู้ ทักษะ กระบวนการไปประยุกต์ใช้ และตัดสินใจแก้ปัญหาในชีวิตจริงในสังคม

ปรัชญา จันตา (2556, น. 10) ได้ให้ความหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมว่า การจัดการเรียนรู้อิงตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นประเด็นที่เกิดขึ้นจริงในด้านสิ่งแวดล้อมที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจและตระหนักถึงการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน

จากความหมายข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่นำเอาสถานการณ์จริงซึ่งเป็นสถานการณ์ที่มีเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อม วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม มาให้นักเรียนได้ศึกษาถึงประโยชน์และโทษของความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ส่งผลต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์และเชื่อมโยงระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปยังเรื่องราวที่เกิดขึ้นจริง การวิเคราะห์ถึงปัญหาที่แท้จริงและนำมาสู่การหาแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างตรงประเด็น

ความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

เบนเซ่ (Bencze, 2008) ได้กล่าวว่า STSE เป็นตัวต่อที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) สังคม (Society) และสิ่งแวดล้อม (Environment) ซึ่งในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ STSE นั้น Bencze จะเน้นให้นักเรียนหาความสัมพันธ์เชิงบวกหรือเชิงลบของปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นและเขียนความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม แสดงดังภาพ 1 ดังนี้



ภาพ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

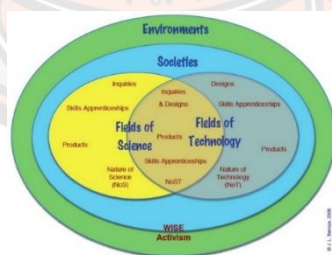
ที่มา: John Lawrence Bencze, 2008

ซึ่งมีความสัมพันธ์ 2 ลักษณะ คือ

1. ด้านบวก ด้านลบ เป็นกลาง
2. ความตระหนัก (วางแผน) หรือจิตใต้สำนึก (ไม่ได้วางแผน)

เพื่อการตัดสินใจของแต่ละองค์ประกอบ สิ่งที่เกี่ยวข้องคือ การศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (NoST) ซึ่งสามารถเขียนความสัมพันธ์ของ STSE และ NoST อย่างง่าย ๆ ได้ดังนี้

NoST = สังคมและสิ่งแวดล้อม → วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 STSE = วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี → สังคมและสิ่งแวดล้อม



ภาพ 2 แสดงความสัมพันธ์ของ STSE

ที่มา: John Lawrence Bencze, 2008

จากความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสามารถเกิดได้จากการสืบเสาะหาความรู้ การออกแบบ

สร้างสรรค์ การฝึกทักษะต่าง ๆ ตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้ได้นวัตกรรม ซึ่ง
ผลจากการพัฒนาทั้งด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งผลต่อบริบททางสังคมและสิ่งแวดล้อมทั้ง
ทางบวกและทางลบ

จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ สิ่งแวดล้อม

จุดมุ่งหมายพื้นฐานของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม คือ
ต้องการ ให้นักเรียนเข้าใจการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในบริบททางวัฒนธรรม
สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ การเมือง และสังคมของนักเรียน (Solomon and Aikenhead, 1994;
Bingle and Gaskell, 1994; Pedretti, 1997, 2005 อ้างอิงใน ปรัชญา จันตา, 2556, น. 11)

นอกจากนี้ การจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ
สิ่งแวดล้อม มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาทักษะและทัศนคติเกี่ยวกับ (Aikenhead, 1994; Pedretti,
1996; Alsop and Hicks, 2001 อ้างอิงใน ปรัชญา จันตา, 2556, น. 11)

1. ความรับผิดชอบต่อสังคม
2. ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการตัดสินใจ
3. ความสามารถในการตัดสินใจทางคุณธรรมและจริยธรรมเกี่ยวกับประเด็น ที่เกิดขึ้นจาก
ผลกระทบของวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน
4. ความรู้ ทักษะ และความมั่นใจ ต่อการแสดงความคิดเห็น และการแสดง ความ
รับผิดชอบในประเด็นที่เกิดขึ้นจริงของโลกในทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้นจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ
สิ่งแวดล้อม คือ การเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยต้อง
ตระหนักถึงความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมที่เป็นผลมาจากการพัฒนาวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี

แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ สิ่งแวดล้อม

ได้นักการศึกษาหลายคนได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

แคริน (Carin, 1997) ได้เสนอแนวทางจัดการเรียนรู้โดยเน้นการแก้ปัญหาทาง
สิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ชั้น (Carin,
1997 อ้างอิงใน กุลธิดา ชนาภิมุข, 2562) ได้แก่

ชั้นที่ 1 ชั้นสืบค้น นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นปัญหาทางสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจ
มาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นใกล้ตัวผู้เรียน จากข่าวหรือประสบการณ์ที่เคยได้รับพร้อมทั้งเสนอความคิด
เรื่องที่น่าสนใจและตั้งคำถามจากที่นักเรียนนำเสนอมา

ขั้นที่ 2 ขั้นการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบหรือตอบคำถามในประเด็นที่กำลังศึกษา

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างสรรค์ นักเรียนจะนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้า เก็บรวบรวม จากนั้นนำมาวิเคราะห์ ตีความ และนำเสนอผลงานในรูปแบบต่าง ๆ

ขั้นที่ 4 ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ให้นักเรียนออกมาแนะนำเสนอผลการ ค้นคว้าให้กับเพื่อนนักเรียน โดยสามารถนำเสนอในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น การบรรยาย การเขียนรายงาน การจัดนิทรรศการ วิดีทัศน์ เป็นต้น รวมทั้งมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนนักเรียน

ขั้นที่ 5 ขั้นนำไปปฏิบัติจริง โดยให้นักเรียนนำผลจากการศึกษาไปแก้ไขปัญหามูลสถานการณ์จริง โดยครูผู้สอนและนักเรียนอาจต้องมีการจัดประชุม เพื่อชี้แจงปัญหาและข้อค้นพบ

ริชาร์ดสัน และเบลดส (Richardson and Blades, 2000 อ้างอิงใน มณีรัตน์ แทนพรมมา, 2558, น. 23) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับ บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมว่า บทบาทของผู้สอนที่สอนแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม แตกต่างไปจากผู้สอนที่สอนตามปกติ ผู้สอนต้องมีความรู้ เกี่ยวกับกระบวนการทางจิตวิทยาและผู้สอนควรมีขั้นตอนการจัดการสอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 รุกให้นักเรียนค้นหาข้อมูล เริ่มต้นบทเรียนด้วยการเลือกสถานการณ์ที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม เช่น การปลูกชาในประเทศเคนยา การกสิกรรมในแอ่งอะเมซอน โดยแบ่งนักเรียนทำงานกลุ่มเพื่อสืบค้นผลกระทบที่เกิดขึ้น โดยการเขียนแผนผังแสดงวิธีการค้นคว้าข้อมูล

ขั้นที่ 2 ให้อิสระในการค้นคว้า การซักถามและการอภิปราย เปิดโอกาสให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลโดยใช้กระบวนการสำรวจตรวจสอบให้นักเรียนเลือกสำรวจข้อมูลตามความสนใจ นักเรียนใช้การสืบค้นทางอินเทอร์เน็ต ในการค้นคว้าข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์งานวิจัยทางการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการปกครอง สังคม เศรษฐกิจ เพื่อเตรียมการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 3 อภิปรายผลร่วมกับนักเรียน นักเรียนแสดงข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น แสดงทั้งผลดีและผลเสียของข้อมูลที่มีผลต่อชีวิตประจำวัน โดยการนำเสนอโดยใช้พาวเวอร์พอยต์ วิดีทัศน์

ขั้นที่ 4 กระตุ้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้ไปลงมือปฏิบัติจริง นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ เช่น การเขียนบทความ การจัดทำเว็บไซต์ การจัดสัมมนา

ขั้นที่ 5 การประเมินผล การประเมินทำได้โดยการประเมินจากการเขียนบทความ แผนผังความคิด การแสดง บทบาทสมมติ

จอห์น ลอว์เวนซ์ เบนซ์เซ่ (John Lawrence Bencze, 2008 อ้างอิงใน ลักชิกานา นาไซ, 2560, น. 47) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อม ตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การแสดงความคิด ผู้สอนให้นักเรียนสำรวจรายการที่ต้องการศึกษาค้นคว้า อาจจะต้องตั้งคำถามนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์หลาย ๆ อย่าง จากนั้นให้นักเรียนระดมความคิด และอภิปรายถึงประโยชน์และโทษของแต่ละสิ่ง

ขั้นที่ 2 การศึกษาความคิด ครูใช้วิธีการหลาย ๆ กรณี ได้แก่ กิจกรรมที่ทำให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับกรณีศึกษา ให้นักเรียนศึกษากรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับรายการที่นักเรียนสนใจ

ขั้นที่ 3 การตัดสินใจความคิด นักเรียนตัดสินใจผลของกรณีศึกษา โดยอาจใช้การโต้เถียงที่ การแสดง บทบาทสมมติเพื่ออธิบายความคิดเห็นที่ได้จากการศึกษา

ยुरुค และคณะ (Yoruk, et al., 2009 อ้างอิงใน ลักชีกา นาไซ, 2560, น. 48) ได้เสนอขั้นตอน การจัดการสอนตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ การนำเข้าสู่บทเรียน เกิดจากความสงสัยหรือความสนใจของตัวนักเรียนเอง เป็นการเชื่อมโยงความรู้เดิมแล้วกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม

ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นคว้า การให้นักเรียนค้นคว้าข้อมูลที่เกิดจากความสงสัยหรือความสนใจ และ รวบรวมข้อมูล

ขั้นที่ 3 การอธิบาย นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ แปลผลสรุปและอภิปราย พร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่าง ๆ

ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ ครูจัดสถานการณ์สิ่งแวดล้อมเพื่อให้นักเรียนมีความรู้มากขึ้นและขยาย กรอบความคิดเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่การดูแลสิ่งแวดล้อม

ขั้นที่ 5 การประเมิน ครูตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้ จากการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ

โรซารีโอ (Rosario, 2009) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมทั้งหมด 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการสร้าง ความสนใจ ครูและนักเรียนร่วมกันหาประเด็นปัญหา ที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม หรือปัญหาที่อยู่ในชีวิตประจำวัน ซึ่งอยู่ในรูปแบบรูปภาพ ข่าว หรือรายงาน

ขั้นที่ 2 ขั้นการกระตุ้นผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนตระหนักและสร้างแรงจูงใจ นักเรียนถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในการค้นหาคำตอบ โดยให้นักเรียนเป็นผู้ตั้งคำถามเกี่ยวกับ สถานการณ์และสาเหตุของปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นการระดมความคิด ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับคำถามที่ได้ โดยที่ครูจะเป็นเพียงผู้ชี้แนะ

ขั้นที่ 4 ขั้นการสืบค้นและค้นคว้า นักเรียนจะทำการค้นคว้าข้อมูลที่ได้จากขั้นระดมความคิด

ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอ นักเรียนนำเสนอข้อมูลที่ได้สืบค้น

ขั้นที่ 6 ขั้นวิเคราะห์และประเมินค่า ในขั้นนี้ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบ ความรู้
นักเรียน และแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 7 ขั้นการนำไปปฏิบัติจริง โดยนักเรียนจะนำผลจากการศึกษาไปปฏิบัติในสถานการณ์จริง
เลาว์ (Lau, 2013) ได้มีการกำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ โดยมีการนำประเด็นทางสังคม หรือสถานการณ์ ที่เกี่ยวข้อง
กับแนวคิด

ขั้นที่ 2 ขั้นการค้นคว้า ให้นักเรียนร่วมกันสืบค้นข้อมูลที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นการระดมความคิด นักเรียนร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และหา
แนวทางในการแก้ปัญหาที่อยู่บนหลักการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นตัดสินใจ นักเรียนตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมของห้องเรียน

ตาราง 3 แสดงการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	ขั้นนำ		ขั้นสอน			ขั้นสรุป				
	ขั้นการสร้างความสนใจ	ขั้นการแก้ปัญหา	ขั้นการกระตุ้นผู้เรียน	ขั้นการระดมความคิด	ขั้นการสืบค้นและค้นคว้า	ขั้นนำเสนอ	การตัดสินใจความคิด	ขั้นวิเคราะห์และประเมิน	ขั้นการนำไปปฏิบัติจริง	ขั้นประเมินผล
Carin	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Richardson and Blades	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
John Lawrence Bencze	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Yoruk, et al	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Rosario 7	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Lau	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
ความถี่	5	1	1	1	6	4	2	4	3	2

จากแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความสัมพันธ์ตามหลักองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนตาม คือ 1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน โดยมีการนำประเด็นปัญหา หรือ สถานการณ์จริงที่เกิดขึ้น ที่ส่งผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจเป็นผลมากจากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระตุ้นความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนการเรียนรู้ 2. ขั้นสอน ผู้เรียนมีการสืบเสาะหาความรู้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างอิสระ มีการระดมความคิด ร่วมกันอภิปราย เพื่อหาคำตอบของคำถามที่ผู้เรียนสนใจ เกี่ยวกับประเด็นปัญหาหรือสถานการณ์ 3. ขั้นสรุป ผู้เรียนมีการตัดสินใจร่วมกันเลือกแนวทางการแก้ปัญหาและลงมือปฏิบัติจริงตามความเหมาะสมของสถานการณ์นั้น ๆ และจากตารางที่ 3 พบว่าขั้นตอนที่มีความถี่สอดคล้องกันมากที่สุดและมีคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป ได้เป็น 5 ขั้น คือ 1) ขั้นการสร้างความสนใจ 2) ขั้นการสืบค้นและค้นคว้า 3) ขั้นนำเสนอ 4) ขั้นวิเคราะห์และประเมิน และ 5) ขั้นการนำไปปฏิบัติจริง

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้พิจารณาเลือกจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดของ Richardson and Blades (2000) เป็นหลักเนื่องจากมีความละเอียดชัดเจนในแต่ละขั้นการเรียนรู้ เหมาะสมต่อการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนได้ทำการศึกษาสถานการณ์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม และสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมในด้านวิทยาศาสตร์และสังคมที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์เพื่อนำมาเสนอให้เห็นถึงผลกระทบและความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อม วิทยาศาสตร์และสังคมโดยอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และผู้วิจัยได้เพิ่มรายละเอียดในขั้นตอนที่ 3 คือ ขั้นอภิปรายผลร่วมกับนักเรียนโดยเพิ่มการตัดสินใจ ซึ่งเป็นขั้นที่ 3 ของเลาว์ (2013) จะได้เป็นขั้นอภิปรายและตัดสินใจร่วมกันเนื่องจากในขั้นที่ 3 นักเรียนมีอภิปรายร่วมกันแต่ไม่มีการตัดสินใจทางความคิดก่อนนำไปประยุกต์ใช้ผู้วิจัยจึงได้เลือกเพิ่มรายละเอียดการตัดสินใจนี้เข้าไปเพื่อส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมของนักเรียนก่อนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในขั้นต่อไป ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม จะแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 รุกให้นักเรียนค้นหาข้อมูล เป็นขั้นแรกในการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ให้ผู้เรียนเกิดคำถาม ตั้งข้อสงสัย ต้องการที่จะหาคำตอบ โดยเริ่มต้นด้วยการนำ ข่าว บทความ ตัวอย่างการวิจัย กรณีตัวอย่าง หรือคลิปวิดีโอที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคม ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยมีสาเหตุจากการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้ผู้เรียนได้ศึกษา

ขั้นที่ 2 ให้อิสระในการค้นคว้า เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนมีการสืบค้น ค้นคว้าข้อมูลตามความสนใจของผู้เรียน เพื่อตอบคำถาม ข้อสงสัย ในสิ่งที่ผู้เรียนอยากรู้ จากการศึกษาในขั้นแรก อาทิ เช่น สาเหตุของปัญหา การระบุที่มาของปัญหา ผลกระทบที่เกิดขึ้น หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยนำมาข้อมูลที่ได้ออกมาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน โดยมีผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะ

ขั้นที่ 3 อภิปรายและตัดสินใจร่วมกัน เป็นการนำข้อมูลจากการสืบค้นและค้นคว้ามาวิเคราะห์ สังเคราะห์ แสดงข้อดีและข้อเสียของข้อมูล แล้วตั้งสมมติฐาน ถึงวิธีการแก้ปัญหา มีการแปลผลอย่างมีเหตุและผล โดยอาศัยความรู้เดิมของผู้เรียน ในการตัดสินใจร่วมกัน เพื่อสรุปข้อมูลองค์ความรู้ หลักการ ทฤษฎีต่าง ๆ ที่ได้จากการศึกษาปัญหาเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

ขั้นที่ 4 ประยุกต์ใช้ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้หรือข้อสรุปที่ได้มาประยุกต์ใช้โดยการจัดทำสื่อ อาทิ เช่น การจัดทำโครงการ การรณรงค์ เพื่อเผยแพร่ข้อค้นพบของผู้เรียน ในการที่จะแก้ปัญหา ทางสังคมและสิ่งแวดล้อม ที่เกิดจากพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ขั้นที่ 5 การประเมินผล เป็นขั้นที่ผู้เรียนตรวจสอบและประเมินผล จากการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ นำเสนอผลที่ได้จากการลงมือปฏิบัติจริง โดยผู้สอนเป็นผู้ทบทวน ตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ของผู้เรียน อาจได้จากการทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบหรือแบบประเมินความพึงพอใจ

อินโฟกราฟิก (Infographics)

ความหมายของอินโฟกราฟิก

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของอินโฟกราฟิกไว้ดังนี้

จงรัก เทศนา (ม.ป.ป., น. 1) ได้กล่าวถึงอินโฟกราฟิก (Infographics) ว่าหมายถึง การนำข้อมูลหรือความรู้มาสรุปเป็นสารสนเทศในลักษณะของข้อมูลและกราฟที่อาจเป็นลายเส้น สัญลักษณ์ กราฟ แผนภูมิ ไดอะแกรม แผนที่ ฯลฯ ที่ออกแบบเป็นภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหวดูแล้วเข้าใจง่ายในเวลารวดเร็ว และชัดเจน สามารถสื่อให้ผู้ชมเข้าใจความหมายของข้อมูลทั้งหมดได้โดยไม่ต้องมีผู้นำเสนอมาช่วยขยายความเข้าใจอีก

สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน (ม.ป.ป., น. 4) ได้กล่าวถึงอินโฟกราฟิก ว่าหมายถึง การนำเสนอข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ โดยใช้ภาพกราฟิกเป็นเครื่องมือ ซึ่งอินโฟกราฟิกนี้มักจะต้องประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ คือ “ข้อมูล” (ตัวหนังสือ) และ “ภาพกราฟิก”

จุน ชากูราตะ (2558, น. 9) ได้กล่าวถึงอินโฟกราฟิก ว่าหมายถึง “การแปลงข้อมูลให้เป็นภาพ” เพื่อให้เข้าใจง่าย และสื่อสารกับผู้คนด้วยสิ่งที่จับต้องได้ การที่จะอ่านบทความที่มีความยาวหลายหน้า กราฟหรือข้อมูลมหาศาลคงต้องใช้เวลาานาน ที่สำคัญบางคนอาจจะไม่สนใจข้อมูลเหล่านั้นเลยก็ได้ เพราะการตีความของคนทีอ่านแต่ละคนไม่เหมือนกัน การดูข้อมูลที่หลากหลายแบบผ่านๆนั้น ถ้าใช้ภาพเข้ามาช่วยก็จะทำให้ปะติดปะต่อเนื้อหา ได้ชัดเจนขึ้น การสร้างสรรค์วิธีนำเสนอข้อมูลใหม่ๆ แบบนี้คือความสนุกอย่างหนึ่งของอินโฟกราฟิก

Boon (อ้างอิงใน ปวันรัตน์ ศรีพรหม, 2562, น. 52) ได้กล่าวถึงอินโฟกราฟิก (Infographic) ว่าหมายถึง การนำเสนอข้อมูล ความรู้ในปริมาณมาก ๆ ในหมวดเรื่องเดียวกันให้ออกมาเป็นรูปภาพลายเส้น กราฟที่เข้าใจง่าย เช่น ผังเส้นทางรถไฟใต้ดินลอนดอน กราฟสถิติแบบต่าง ๆ โดยเฉพาะ

หนังสือพิมพ์ ต่างประเทศนิยมเล่าเรื่องด้วยภาพประกอบ (Information Design) เข้าใจว่าปัจจุบันเกิดคำเรียกเฉพาะ “Infographic” มีการใช้ภาพบวกกับเทคนิคหลากหลายประเภทมากขึ้น ช่วยในการนำเสนอข้อมูลที่ซับซ้อนและมีการเผยแพร่แจกจ่ายทางอินเทอร์เน็ต ค้นหาและพบเห็นได้ง่ายขึ้นจนกลายเป็นที่นิยม มีหลายสำนักทำออกมาได้สวยงาม น่าสนใจและสรุปข้อมูลได้ดีเข้าใจง่าย

จากความหมายของอินโฟกราฟิกข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า อินโฟกราฟิก หมายถึง การนำข้อมูลมาสรุปเป็นภาพกราฟิกที่น่าสนใจ และสื่อความหมายที่เข้าใจง่าย

รูปแบบของอินโฟกราฟิก

สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน (ม.ป.ป., น. 8-12) ได้อธิบายถึงรูปแบบของ อินโฟกราฟิกไว้ดังนี้

แบบโวลูม เหมาะกับการเปรียบเทียบปริมาณหรือตัวเลข มักจะมีการใช้ “กราฟ” “แผนภาพต้นไม้” “Typography” ร่วมด้วย

แบบความสัมพันธ์ เหมาะกับการอธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ถ้าเป็นเรื่องของลำดับขั้นที่ไม่เท่ากันก็จะใช้แบบ “พีระมิด” “โดนต์” หรือ “ต้นไม้” แบบรวมข้อมูลก็อาจจะใช้แบบ “Venn” หรือถ้าเป็นการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ ก็จะใช้แบบ “Network”

แบบไทม์ไลน์เหมาะกับการสรุปเรื่องราวที่เกิดขึ้นตามลำดับเวลา นอกจากจะมีการใช้ไทม์ไลน์แล้ว บางครั้งก็นำ “ตารางแบบชาร์ต” หรือ “แผนภาพแบบวงจร” เข้ามาใช้ด้วยเช่นกัน

แบบผสมผสานรูปแบบผสมผสานนี้เหมาะกับการอธิบายเนื้อหาหลาย ๆ แง่มุม Infographic อธิบายข้อมูล เป็นอินโฟกราฟิกที่เน้นนำเสนอข้อมูลสำคัญแค่ส่วนเดียวหรือย่อหน้าเดียว นอกนั้นเป็นภาพกราฟิกที่นำมาประกอบ

Infographic แจกแจงข้อมูล เป็นอินโฟกราฟิกที่เน้นนำเสนอข้อมูลโดยแบ่งแยกย่อยออกเป็นส่วน ๆ หรือข้อ ๆ อินโฟกราฟิกแบบนี้พบเจอได้มากที่สุดก็ว่าได้

Infographic เปรียบเทียบข้อมูล เป็นอินโฟกราฟิกที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล 2 ชุด หรือมากกว่าเพื่อให้เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน

Infographic แสดงสถิติหรือผลสำรวจ เป็นอินโฟกราฟิกที่แสดงสถิติหรือผลสำรวจอย่างใดอย่างหนึ่ง มักมีตัวเลขแสดงจำนวนหรือเปอร์เซ็นต์เป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย

Infographic แสดงลำดับขั้นตอนของข้อมูล เป็นอินโฟกราฟิกที่ใช้แสดงข้อมูลที่เป็นลำดับหรือเป็นขั้นตอนต่อเนื่องกัน ส่วนใหญ่แล้วมีการใส่ตัวเลข 1, 2, 3, ... กำกับด้วย

Infographic แสดงความเชื่อมโยงข้อมูล เป็นอินโฟกราฟิกที่ใช้แสดงข้อมูล ซึ่งเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกัน แต่ไม่ได้มีลักษณะเป็นลำดับขั้นตอน อินโฟกราฟิกแบบนี้มักมีเส้น ลูกศร หรือสัญลักษณ์แสดงความเชื่อมโยงกัน

Infographic แสดงข้อมูลตามลำดับเวลา เป็นอินโฟกราฟิกที่แสดงข้อมูลตามลำดับวันเวลา หรือไทม์ไลน์ ส่วนใหญ่มักใช้แสดงพัฒนาการของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยมักมีตัวเลขแสดงลำดับเวลากำกับอยู่ เช่น ปี ค.ศ. เป็นต้น

Infographic แสดงข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ เป็นอินโฟกราฟิกที่แสดงข้อมูลอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยอิงกับสภาพภูมิศาสตร์หรือพื้นที่ต่าง ๆ อินโฟกราฟิกแบบนี้จะมีกราฟิกแผนที่หรือกราฟิกที่เกี่ยวข้องกับภูมิศาสตร์

Infographic แบบผสมผสาน เป็นอินโฟกราฟิกที่ผสมผสานอินโฟกราฟิกหลายรูปแบบเข้าด้วยกัน เช่น อธิบายข้อมูลด้วย แสดงสถิติต่าง ๆ ด้วยและให้ข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ด้วย เป็นต้น

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการเลือกรูปแบบของอินโฟกราฟิกของนักเรียนมีรายละเอียด ดังนี้

1. อินโฟกราฟิกแบบผสมผสาน



ภาพ 3 อินโฟกราฟิกแบบผสมผสาน

ที่มา: สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน (ม.ป.ป., น. 5)

2. อินโฟกราฟิกแบบอธิบายข้อมูล



ภาพ 4 อินโฟกราฟิกแบบอธิบายข้อมูล

ที่มา: สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน (ม.ป.ป., น. 5)

3. อินโฟกราฟิกแบบเปรียบเทียบข้อมูล



ภาพ 5 อินโฟกราฟิกรูปแบบเปรียบเทียบข้อมูล

ที่มา: สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน (ม.ป.ป., น. 5)

4. อินโฟกราฟิกแบบแจกแจงข้อมูล



ภาพ 6 อินโฟกราฟิกรูปแบบแจกแจงข้อมูล

ที่มา: สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน (ม.ป.ป., น. 5)

รูปแบบของอินโฟกราฟิกทั้ง 4 รูปแบบนี้ เป็นรูปแบบที่เหมาะสมที่นักเรียนจะนำไปใช้ในการสร้างอินโฟกราฟิกเนื่องจากค่อนข้างครอบคลุมและเข้ากับเนื้อหา โดยนักเรียนสามารถเลือกรูปแบบอินโฟกราฟิกเปรียบเทียบข้อมูลเมื่อต้องการอธิบายถึงข้อมูลที่มีลักษณะบางอย่างที่เหมือนหรือต่างกัน อินโฟกราฟิกรูปแบบนี้จะช่วยให้เห็นถึงความแตกต่างได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น ถ้าต้องการอธิบายถึงองค์ประกอบของสิ่งใดก็สามารถใช้อินโฟกราฟิกแบบอธิบายข้อมูล และสามารถสร้างอินโฟกราฟิกโดยใช้หลายรูปแบบผสมกันได้ตามความเหมาะสมของข้อมูล

องค์ประกอบของอินโฟกราฟิก

สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน (ม.ป.ป., น. 5) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของอินโฟกราฟิกว่าประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ

1. ข้อมูล (ตัวอักษร)

ข้อมูลเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งของอินโฟกราฟิก แม้อินโฟกราฟิกจะเน้นนำเสนอข้อมูลด้วยภาพกราฟิก แต่ก็ไม่ได้หมายความว่า จะมีแค่กราฟิกอย่างเดียวต้องมีข้อมูลที่เป็นตัวหนังสือประกอบด้วย หากมีแค่ภาพกราฟิกเพียงอย่างเดียวก็มักจะไม่นับว่าเป็นอินโฟกราฟิก

2. ภาพกราฟิก

ภาพกราฟิกเป็นองค์ประกอบที่จะขาดไม่ได้ในอินโฟกราฟิก การนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตัวหนังสือล้วน ๆ ไม่สามารถเรียกว่าอินโฟกราฟิกได้ ภาพกราฟิกที่นำมาใช้มีอยู่หลากหลายรูปแบบ เช่น รูปทรงเรขาคณิต ภาพไอคอน ภาพการ์ตูน ชาร์ตหรือไดอะแกรม ภาพถ่าย ฯลฯ

ทิชพร นามวงศ์ (2560, น. 20) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของอินโฟกราฟิกว่าประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ

1. เนื้อหา ซึ่งเป็นข้อมูล ข่าวสาร ข้อเท็จจริง ที่ใช้ในการบอกเล่าเนื้อหา ต้องมีความกระชับ ถูกต้อง ชัดเจน เข้าใจง่าย
2. ภาพหรือสัญลักษณ์ เป็นภาพหรือสัญลักษณ์ที่ออกแบบจากการแปลงข้อมูล โดยนำภาพเหล่านั้นมาใช้แทนข้อมูลบางส่วนในการสื่อสาร ซึ่งจะต้องมีความถูกต้อง และความเหมาะสมในการเลือกใช้

จากการองค์ประกอบของอินโฟกราฟิกข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบของอินโฟกราฟิกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1. ข้อมูล ส่วนที่เป็นเนื้อหา รายละเอียดที่ต้องการสื่อสาร ซึ่งจะต้องมีความกระชับ ชัดเจน เข้าใจง่าย 2. ภาพกราฟิก เป็นภาพที่ออกแบบจากการแปลงข้อมูล

การออกแบบอินโฟกราฟิก

การออกแบบอินโฟกราฟิกมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

จงรัก เทศนา (ม.ป.ป., น. 1-2) ได้กล่าวถึงการออกแบบอินโฟกราฟิกว่าเป็นการนำข้อมูลที่เข้าใจยากหรือข้อมูลที่เป็นตัวหนังสือจำนวนมากมานำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ อย่างสร้างสรรค์ ให้สามารถเล่าเรื่องได้ด้วยตัวเอง มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ หัวข้อที่น่าสนใจ ภาพและเสียง ซึ่งจะต้องรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ให้เพียงพอแล้วนำมาสรุป วิเคราะห์ เรียบเรียง แสดงออกมาเป็นภาพจึงจะดึงดูดความสนใจได้ดี ช่วยลดเวลาในการอธิบายเพิ่มเติม กราฟิกที่ใช้อาจเป็นภาพ ลายเส้น สัญลักษณ์ กราฟ แผนภูมิ ไดอะแกรม ตาราง แผนที่ ฯลฯ จัดทำให้มีความสวยงาม น่าสนใจ เข้าใจง่าย สามารถจดจำ ได้นาน ทำให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยหลักการออกแบบอินโฟกราฟิก (Infographics) แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

1. ด้านข้อมูล ข้อมูลที่จะนำเสนอต้องมีความหมาย มีความน่าสนใจ เรื่องราวเปิดเผยเป็นจริง มีความถูกต้อง

2. ด้านการออกแบบ การออกแบบต้องมีรูปแบบ แบบแผน โครงสร้าง หน้าตาการทำงาน และความสวยงาม โดยออกแบบให้เข้าใจง่าย ใช้งานง่ายและใช้ได้จริง

สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน (ม.ป.ป., น. 24) ได้กล่าวถึงหลักสำคัญในการออกแบบ Infographic ว่ามีดังนี้

1. ออกแบบอินโฟกราฟิกให้เหมาะกับกลุ่มเป้าหมาย เช่น ถ้าจะออกแบบอินโฟกราฟิกให้เด็ก ๆ ดูก็น่าเลือกใช้ตัวการ์ตูนที่มีสีสันสดใสเป็นส่วนประกอบ เป็นต้น

2. ออกแบบอินโฟกราฟิกให้เหมาะกับการแสดงผล ก่อนออกแบบอินโฟกราฟิกต้องรู้ว่าจะนำไปแสดงผลที่ไหนอย่างไร เช่น แสดงผลผ่านเว็บไซต์ ผ่านแอปในสมาร์ทโฟน จากนั้นก็ออกแบบอินโฟกราฟิกให้เหมาะสม

3. ออกแบบให้ง่าย ทั้งดูง่าย อ่านง่าย เข้าใจง่าย พยายามลดความซับซ้อนต่าง ๆ ลงอะไรที่ไม่จำเป็นหรือไม่ได้ช่วยให้อินโฟกราฟิกดูน่าสนใจขึ้นก็ควรตัดทิ้งไป

4. สร้างความสมดุลระหว่างตัวหนังสือกับภาพกราฟิก คือ ควรมีส่วนที่เป็นตัวหนังสือและส่วนที่เป็น ภาพกราฟิกในปริมาณพอเหมาะพอดีกัน ไม่ใช่เต็มไปด้วยตัวหนังสือหรือมีแต่ภาพโดยแทบไม่มีตัวหนังสือเลย

5. หัวเรื่องต้องน่าสนใจ โดดเด่น ข้อความที่คนส่วนใหญ่จะอ่านก่อนในอินโฟกราฟิก คือ หัวเรื่องหรือ ชื่อของอินโฟกราฟิกนั้น ๆ เราจึงต้องตั้งชื่อให้ดึงดูดความสนใจและออกแบบหัวเรื่องให้มีขนาดใหญ่โดดเด่นเป็นพิเศษ

6. โฟกัสไปที่ประเด็นเดียว อินโฟกราฟิกที่ดีต้องพูดถึงเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพียงเรื่องเดียว ถ้าจะพูดถึงหลายเรื่องก็ให้แยกออกมาเป็นหลาย ๆ อินโฟกราฟิก ไม่ใช่พูดรวมหลาย ๆ เรื่องในอินโฟกราฟิกเดียวกัน

7. พื้นที่ว่างก็สำคัญ อินโฟกราฟิกที่ไม่อ่านที่สุดคือ อินโฟกราฟิกที่เต็มไปด้วยอ็อบเจกต์ต่าง ๆ มากมายจนแน่นไปหมด ควรปล่อยให้พื้นที่ว่างในอินโฟกราฟิกด้วย จะเป็นพื้นที่ว่างสีขาวหรือสีใดก็ได้แล้วแต่ความเหมาะสม

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การออกแบบอินโฟกราฟิกแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ด้านข้อมูล และด้านการออกแบบ สำหรับด้านข้อมูลต้องเป็นข้อมูลที่ถูกต้อง เชื่อถือได้ และมีความน่าสนใจ ส่วนด้านการออกแบบต้องคำนึงหลายอย่าง เช่น กลุ่มเป้าหมาย ความเหมาะสมกับการแสดงผล ความสมดุลระหว่างภาพกราฟิกกับตัวหนังสือ หัวเรื่องต้องโดดเด่นและดึงดูดความสนใจ ซึ่งในอินโฟกราฟิกอันหนึ่งควรจะมีโฟกัสแค่ประเด็นเดียว แล้วควรมีพื้นที่ว่างไว้บ้าง ห้ามแน่นจนเกินไป ควรออกแบบมาให้ ให้เข้าใจง่าย ใช้งานง่ายและใช้ได้จริง

กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับ อินโฟกราฟิก

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิกขึ้น เพื่อมาส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. วิเคราะห์สภาพปัญหา จากการศึกษาผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา รายวิชา วิทยาศาสตร์ ตามโครงการ TIMSS ปี 2011 และ 2015 ของประเทศไทย พบว่าเด็กไทยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับ 1 หรือระดับต่ำ และมีนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับ ก้าวหน้าอยู่เพียงเล็กน้อย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015, 2558, น. 18) แสดงถึงแนวโน้มของเด็กไทยที่มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายให้เหตุผลกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้ค่อนข้างต่ำทั้งยังส่งผลต่อความสามารถในการตัดสินใจเลือกหรือปฏิบัติด้วย และด้วยความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีมักจะต้องเกี่ยวข้องกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ดังนั้น การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องเน้นทักษะ กระบวนการ การเชื่อมโยงวิทยาศาสตร์ และควบคู่กับการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีชีวจริยธรรม เนื่องจากบางสาขาของวิชาวิทยาศาสตร์ต้องเข้าไปเกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม

2. หาแนวทางการแก้ปัญหา จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้เลือกใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มาส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่นำเอาเรื่องราว เหตุการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กับสิ่งแวดล้อม หรือวิทยาศาสตร์ที่อาจส่งผลกับสิ่งมีชีวิตมาใช้ในการเรียนการสอน และเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีขั้นตอนที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกวิเคราะห์ เชื่อมโยง หาข้อมูลและเหตุผลทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการพยากรณ์ การตัดสินใจ ลงข้อสรุปหรือเสนอแนวทางแก้ปัญหาให้กับสถานการณ์นั้น ๆ จะแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 รุกให้นักเรียนค้นหาข้อมูล เป็นขั้นแรกในการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนให้ผู้เรียนเกิดคำถาม ตั้งข้อสงสัย ต้องการที่จะหาคำตอบ โดยเริ่มต้นด้วยการนำ ข่าว บทความ ตัวอย่างการวิจัย กรณีตัวอย่าง หรือคลิปวิดีโอที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคม ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยมีสาเหตุจากการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้ผู้เรียนได้ศึกษา

ขั้นที่ 2 ให้อิสระในการค้นคว้า เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนมีการสืบค้น ค้นคว้าข้อมูลตามความสนใจของผู้เรียน เพื่อตอบคำถาม ข้อสงสัย ในสิ่งที่ผู้เรียนอยากรู้ จากการศึกษาในขั้นแรก อาทิ เช่น

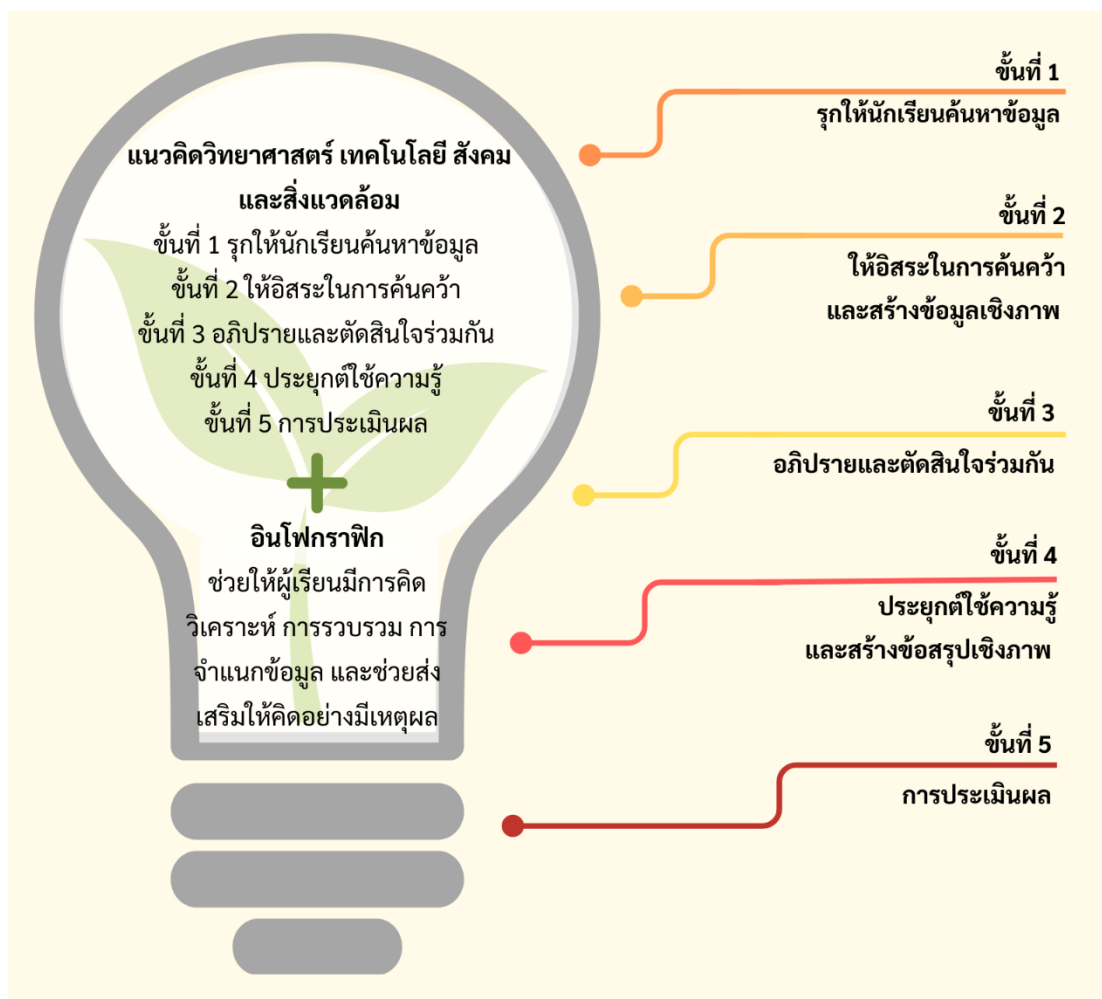
สาเหตุของปัญหา การระบุที่มาของปัญหา ผลกระทบที่เกิดขึ้น หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยนำมาข้อมูลที่ได้มาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน โดยมีผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะ

ขั้นที่ 3 อภิปรายและตัดสินใจร่วมกัน เป็นการนำข้อมูลจากการสืบค้นและค้นคว้ามาวิเคราะห์ สังเคราะห์ แสดงข้อดีและข้อเสียของข้อมูล แล้วตั้งสมมติฐาน ถึงวิธีการแก้ปัญหา มีการแปลผลอย่างมีเหตุและผล โดยอาศัยความรู้เดิมของผู้เรียน ในการตัดสินใจร่วมกัน เพื่อสรุปข้อมูลองค์ความรู้ หลักการ ทฤษฎีต่าง ๆ ที่ได้จากการศึกษาปัญหาเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

ขั้นที่ 4 ประยุกต์ใช้ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้หรือข้อสรุปที่ได้มาประยุกต์ใช้โดยการจัดทำสื่อ อาทิ เช่น การจัดทำโครงการ การรณรงค์ เพื่อเผยแพร่ข้อค้นพบของผู้เรียน ในการที่จะแก้ปัญหา ทางสังคมและสิ่งแวดล้อม ที่เกิดจากพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ขั้นที่ 5 การประเมินผล เป็นขั้นที่ผู้เรียนตรวจสอบและประเมินผล จากการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ นำเสนอผลที่ได้จากการลงมือปฏิบัติจริง โดยผู้สอนเป็นผู้ทบทวน ตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ของผู้เรียน อาจได้จากการทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบหรือแบบประเมินความพึงพอใจ

และผู้วิจัยได้นำเอาอินโฟกราฟิกสอดแทรกไปในบางขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากต้องการให้ผู้เรียนได้สร้างอินโฟกราฟิกด้วยตนเองเพื่อเป็นการส่งเสริมทักษะในการจำแนกข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและช่วยให้ผู้เรียนคิดได้อย่างมีเหตุผลมากขึ้น เนื่องจากต้องเข้าใจเนื้อหา รวมไปถึงการออกแบบให้นำเสนอข้อมูลให้ง่ายต่อการเข้าใจมากที่สุด และการที่ได้ลงมือสร้างเองจะช่วยให้จดจำและเกิดความเข้าใจในข้อมูลเพิ่มขึ้นด้วยและช่วยส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ดังนั้นขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมร่วมกับอินโฟกราฟิกจึงมีรายละเอียดและลักษณะดังนี้



ภาพ 7 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมร่วมกับอินโฟกราฟิก

ชั้นที่ 1 รุกให้นักเรียนค้นหาข้อมูล เป็นขั้นแรกในการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ให้ผู้เรียนเกิดคำถาม ตั้งข้อสงสัย ระบุประเด็นปัญหา หรือสิ่งที่ต้องการที่จะหาคำตอบ โดยเริ่มต้นด้วยการนำ ข่าว บทความ ตัวอย่างการวิจัย กรณีตัวอย่าง สถานการณ์ หรือคลิปวิดีโอที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคม ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยมีสาเหตุจากการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้ผู้เรียนได้ศึกษา

ชั้นที่ 2 ให้อิสระในการค้นคว้าและสร้างข้อมูลเชิงภาพ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนมีการสืบค้น ค้นคว้าข้อมูลตามความสนใจของผู้เรียน เพื่อตอบคำถาม ข้อสงสัย ในสิ่งที่ผู้เรียนอยากรู้จากการศึกษา ในขั้นแรก อาทิ เช่น สาเหตุของปัญหา การระบุที่มาของปัญหา ผลกระทบที่เกิดขึ้นหรือแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยนำมาข้อมูลที่ได้มาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเห็นภายในกลุ่ม สรุปข้อมูลและให้แต่ละ

กลุ่มนำเสนอข้อสรุปของกลุ่มตนเอง โดยมีผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะให้นักเรียนได้เชื่อมโยงข้อเท็จจริงกับหลักฐานเชิงประจักษ์

ขั้นที่ 3 อภิปรายและตัดสินใจร่วมกัน เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้วิเคราะห์หาคำตอบ ความคิดเห็นหรือข้อสรุป แสดงข้อดีและข้อเสียของข้อมูลของแต่ละกลุ่ม จากนั้นนำข้อมูลมาสังเคราะห์และตัดสินใจร่วมกันแล้วตั้งสมมติฐานถึงวิธีการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ข้อสรุปหรือแนวทางการปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่สุด โดยคำนึงถึงชีวจริยธรรม

ขั้นที่ 4 ประยุกต์ใช้ความรู้และสร้างข้อสรุปเชิงภาพ นำข้อสรุปที่ได้มาสร้างสรรค์อินโฟกราฟิกเพื่อนำไปเผยแพร่เพื่อเป็นประโยชน์ต่อไป ในการที่จะแก้ปัญหา ทางสังคมและสิ่งแวดล้อม ที่เกิดจากพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ขั้นที่ 5 การประเมินผล เป็นขั้นที่นักเรียนตรวจสอบและประเมินผลจากการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ โดยผู้สอนเป็นผู้ทบทวนตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ของผู้เรียนจากการทำใบงาน

สำหรับงานวิจัยการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เนื้อหาที่ใช้ทำวิจัยเป็นเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ซึ่งสามารถแบ่งเนื้อหาออกออกเป็น 4 เรื่อง ได้แก่ 1) เรื่องพันธุวิศวกรรม 2) เรื่องการโคลนนิ่ง 3) เรื่องพอลิเมอไรเซชัน และ 4) เรื่องเจลอิเล็กโทรริซิส

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เป็นการจัดการกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมและพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมควบคู่กันไป โดยการนำเอาสถานการณ์ในชีวิตจริงที่เป็นเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ สังคม สิ่งแวดล้อม มากระตุ้นผู้เรียนในการที่จะพัฒนาและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกเชื่อมโยง ติความเรื่องราวต่าง ๆ ในมุมมองทางวิทยาศาสตร์ที่สัมพันธ์กับสังคมและสิ่งแวดล้อม วิเคราะห์ปัญหา และสามารถที่จะเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์นั้น ๆ ได้ อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์กับสิ่งแวดล้อมที่อาจส่งผลกระทบต่อกันทั้งในแง่บวกและแง่ลบ และได้ฝึกกระบวนการในการตัดสินใจโดยอยู่พื้นฐานของความเป็นเหตุและผล โดยนักเรียนจะได้วิเคราะห์ถึงสถานการณ์และสร้างออกมาเป็นอินโฟกราฟิกเพื่อนำมาใช้ในการอธิบายเรื่องราวหรือสถานการณ์ซึ่งมาจากการวิเคราะห์ของตนเอง โดยในกระบวนการสร้างอินโฟกราฟิกจะช่วยพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นอันเนื่องมาจากผู้สร้างอินโฟกราฟิกจะต้องรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์ทั้งสถานการณ์รวมถึงการเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น ๆ เพื่อนำมาสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ใน

สถานการณ์ต่าง ๆ ให้ออกมาเป็นภาพที่เข้าใจได้ง่าย อีกทั้งยังส่งผลให้ตัวผู้สื่อสารและผู้รับสามารถจดจำข้อมูลหรือความรู้ได้ยาวนาน เกิดความเข้าใจและสนใจในวิทยาศาสตร์มากขึ้น

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จากนักการศึกษา และนักวิชาการ พบว่ามีการกล่าวถึงความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

ความมีเหตุผลเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกซึ่งความมีคุณสมบัติของการเป็นนักวิทยาศาสตร์ อันเป็นลักษณะที่เอื้อให้นักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ค้นคว้าหาความรู้ใหม่และหาวิธีการแก้ไข (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2548, น. 13) โดยความมีเหตุผลถือเป็นคุณลักษณะที่โดดเด่นของนักวิทยาศาสตร์ อันนำไปสู่การแสดงออกหรือมีพฤติกรรมแบบนักวิทยาศาสตร์ รวมทั้งกำหนดแนวทางพฤติกรรมแบบนักวิทยาศาสตร์ (Hanley, 1997, pp. 33-35) เพราะนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ สามารถอธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล แสวงหาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น (ภพ เลหาไพบูลย์, 2557, น. 12) ดังตัวอย่างเป้าหมายของการศึกษาที่กล่าวว่าวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญกับความมีเหตุผล อาทิ มาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกา ที่เน้นความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะการเน้นให้เห็นว่าการให้เหตุผลเป็นคุณลักษณะที่เอื้อต่อความสำเร็จของการทำงานแบบวิทยาศาสตร์ ดังใจความตอนหนึ่งที่ปรากฏในเอกสารของสภาการวิจัยแห่งชาติ (National Research Council: NRC) ซึ่งระบุว่า “วิทยาศาสตร์ คือ เป้าหมายหรือความพยายามของมนุษย์และการทำงานจริงแบบวิทยาศาสตร์ตามคุณภาพของมนุษย์ ได้แก่ ความมีเหตุผล ความเข้าใจลึกซึ้ง พลัง ทักษะ ความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติ” (NRC, 1996, p.170) ขณะที่หลักสูตรการศึกษาของประเทศไทยก็ได้สะท้อนให้เห็นว่ามีเป้าหมาย เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีคุณลักษณะการให้เหตุผล อาทิ การกำหนดตัวชี้วัดของมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งปรากฏในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คือ สาระที่ 8 มาตรฐาน ว 8.1 ตัวชี้วัดช่วงชั้น ม.4-6 ข้อที่ 11 ระบุว่า “บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้หลักฐานอ้างอิงหรือค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม ซึ่งทำทนายให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวังอันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่” (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 131) รวมถึงการกำหนดคุณภาพของนักเรียนเมื่อจบการศึกษาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เช่น คุณภาพของนักเรียนเมื่อจบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประการหนึ่งระบุว่า “แสดง

ความเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและมีเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม” (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 9)

นอกจากนี้นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ยังได้ให้มุมมองของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการคิดอย่างมีเหตุผลเพื่อสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ โดยเชื่อมโยงระหว่างข้อเท็จจริงและหลักฐานเชิงประจักษ์และยังเป็นการสร้างสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เป็สาเหตุและสิ่งที่ก่อให้เกิดผลลัพท์ของปรากฏการณ์รวมถึงนำไปใช้ในกระบวนการการทดสอบสมมติฐาน การพยากรณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นและการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์อย่างมีเหตุผล เพื่อใช้ในการสร้างหลักการทางวิทยาศาสตร์และใช้ในทุกระดับของการแสวงหาข้อสรุปองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเป็นสิ่งสำคัญต่อการนำมาใช้ในชีวิตประจำวันโดยกล่าวถึงประโยชน์ของการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

ในชีวิตประจำวันการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของบุคคลเป็นการคิดเชื่อมโยงระหว่างหลักการโดยทั่วไปกับความเป็นรูปธรรมและยังถูกนำมาใช้ในกระบวนการค้นพบ องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ ซึ่งลักษณะกิจกรรมของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จะต้องให้โอกาสนักเรียนได้มีการสร้างสมมติฐานจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง และให้เหตุผลเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและการปฏิบัติการทดลอง จนกระทั่งได้มาซึ่งข้อมูลการพยากรณ์ ลักษณะ กิจกรรมนี้จะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจและสามารถประเมินข้อมูลข่าวสารอย่างมีวิจารณ์ญาณ

อีกทั้งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ยังมีส่วนช่วยส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณจนสามารถนำไปสู่การเป็นบุคคลผู้มีความรู้วิทยาศาสตร์ (Giere, 1991, pp. 1-49) จากการศึกษาและนักวิชาการได้กล่าวถึงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้างต้นแสดงให้เห็นว่าความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะที่สำคัญทำให้นักเรียนสามารถตัดสินใจอย่างมีเหตุผลบนพื้นฐานขององค์ความรู้ และหลักฐานประจักษ์พยาน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และยังถูกกำหนดให้เป็นเป้าหมายในการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศอีกด้วย

ความหมายและประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหมายและประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งประเด็นที่ศึกษาได้ 2 ประเด็น ได้แก่ 1) ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และ 2) ประเภทของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งแต่ละประเด็นมีรายละเอียด ดังนี้

1. ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับความหมายและองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จากนักการศึกษาและนักวิชาการพบว่ามีการให้ความหมายแตกต่างกัน ดังนี้

เมเยอร์ (Mayer, 2003) กล่าวว่า "การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการทดสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบและเป็นการสร้างสมมติฐานของบุคคลโดยผ่านการปฏิบัติการทดลองเพื่อที่จะทดสอบความเป็นไปได้ของสมมติฐานและสร้างสมมติฐานใหม่เมื่อสมมติฐานเดิมถูกปฏิเสธ"

ฮิวมัน และเออร์บาช (Howson and Urbach, 2006) กล่าวว่า "การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการสำรวจตรวจสอบทฤษฎีหรือสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์โดยผ่านการปฏิบัติการทดลอง เพื่อให้ได้ผลลัพธ์หรือข้อเท็จจริงที่มีเหตุผลและมีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ มายืนยันความเป็นไปได้ของทฤษฎีหรือสมมติฐานนั้น"

ลอว์สัน (Lawson, 2009) กล่าวว่า "การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดของมนุษย์ที่ใช้แสวงหาคำรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มจากการสำรวจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ การพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น การรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์จนกระทั่งสามารถลงข้อสรุปขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้"

มอชแมน (Moshman, 2011) กล่าวว่า "การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ การคิดอย่างมีเหตุผลอันนำไปสู่ข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการอนุมาน การทดสอบ สมมติฐาน การพยากรณ์ การสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์อย่างมีเหตุผลและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและหลักฐานเชิงประจักษ์จนนำไปสู่ความเข้าใจในทฤษฎีและหลักการทางวิทยาศาสตร์"

จันท์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542) กล่าวว่า "การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการหนึ่งที่ได้แนวคิดซึ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเริ่มต้นศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบ นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้วิธีการคิดหาเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้แนวทางในการค้นคว้าทดลอง ซึ่งการคิดหาเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ปรากฏอยู่กับสิ่งที่มนุษย์ต้องการจะรู้หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าเป็นการสรุปความรู้ใหม่จากสิ่งที่รู้โดยใช้เหตุ ใช้ผล ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่มี"

จากความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ว่าการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning Ability) หมายถึง การคิดอย่างมีเหตุผลบนพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาใช้อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติโดยเริ่มจากการสำรวจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ การพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น การรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ จนกระทั่งสามารถลงข้อสรุปขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

2. ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีนักวิชาการ นักการศึกษาและนักปรัชญาได้แบ่งประเภทไว้แตกต่างกัน ดังนี้

ริบสและวารซี (Rips and Varzi, 2008) ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 2 แบบ ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction of Deductive Reasoning) คือ วิธีคิดให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับการตั้งสมมติฐานหรือข้อสันนิษฐาน ซึ่งเป็นข้อเสนอที่นำมาใช้ชั่วคราวเพื่อติดตามผล พิสูจน์จนกระทั่งได้ข้อสรุปและให้ความรู้สึกที่ว่า การอ้างเหตุผลที่ถ้าข้ออ้างจริงเป็นไปไม่ได้ที่ข้อสรุปจะเป็นเท็จ

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction of Inductive Reasoning) คือ วิธีการคิดให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่ได้รับการยอมรับจากหลักฐานหรือประโยคอ้าง ถ้าการอ้างเหตุผลที่ข้ออ้างเป็นจริงมีความน่าจะเป็นสูงที่ข้อสรุปจะเป็นจริง

ลอว์สัน (Lawson, 2009, pp. 338-341) ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 4 แบบ ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน (Abduction or Abductive Reasoning) เป็นการสร้างสมมติฐานจากกิจกรรมที่สร้างสรรค์และเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เนื่องจากการสังเกตปัญหา (puzzling observation) นั้นจะกลายเป็นการอธิบายการสังเกตและเป็นองค์ความรู้ที่ได้รับ การขัดเกลา (declarative knowledge)

2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย (Retroduction or Retroductive Reasoning) เป็นการนำสมมติฐานมาทำการทดสอบข้อกล่าวอ้าง ซึ่งสมมติฐานเป็นการคาดคะเนเงื่อนไขของปรากฏการณ์เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงจากหลักฐานที่สามารถยืนยันได้ กล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ เป็นลักษณะในการประเมินค่าการอธิบายทางเลือกที่เกิดขึ้น

3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) เป็นการสร้างการทดสอบที่มีความน่าเชื่อถือขึ้น โดยอาศัยการพยากรณ์อนาคตเพื่อให้ได้ผลที่เกิดขึ้นเป็นไปตามสมมติฐาน

4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) เป็นการสร้างข้อสรุปหรือลงข้อสรุป

ฮัสแมน และทิดแมน (Hausman and Tidman, 2010) ได้แบ่ง ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 2 แบบ ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) คือ การอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปเป็นจริงเพราะการยอมรับข้ออ้าง (ว่าเป็นจริง) ซึ่งหมายความว่า ถ้าข้ออ้าง (premises) ของการอ้างเหตุผลเป็นจริงแล้วข้อสรุป (conclusion) ก็จำเป็นต้องจริงด้วย (จะเป็นเท็จไม่ได้) หรืออาจกล่าวสั้น ๆ ว่าการอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปเป็นจริงตามเงื่อนไขของข้ออ้าง

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) คือ การอ้างเหตุผลที่ข้ออ้างจริงทุกข้อแต่ข้ออ้างสนับสนุนข้อสรุปเพียงบางส่วน ดังนั้นข้อสรุปจึงยังมีโอกาสที่จะเป็นเท็จได้หรือกล่าวได้ว่าถ้าข้ออ้างทุกข้อเป็นจริง ข้อสรุปจะมีโอกาสเป็นจริงสูง

จากการศึกษาประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีนักวิชาการ นักการศึกษา ภายในประเทศได้แบ่งประเภทไว้แตกต่างกัน ดังนี้

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542) ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ไว้ 3 แบบ ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) เป็นกระบวนการคิดเชื่อมโยงจากความรู้ทั่วไปไปสู่เรื่องที่เฉพาะเจาะจง นั่นก็คือการใช้แนวคิด หลักการ ทฤษฎี และกฎอธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือหาข้อสรุปซึ่งเป็นเรื่องเฉพาะหน่วยคำอธิบายหรือข้อสรุปที่ได้รับคือ ความรู้ใหม่ที่ได้จากเหตุผลเชื่อมโยงความรู้ที่ปรากฏ

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) เป็นกระบวนการคิดเชื่อมโยงเพื่อหาข้อสรุปที่เป็นหลักการทั่วไปจากความจริงที่รวบรวมได้จากการสังเกตโดยตรง นั่นก็คือการสรุปอ้างอิงจากเหตุการณ์เฉพาะหน่วยเพื่อให้ได้หลักการทั่วไป

3. การให้เหตุผลแบบอุปนัย-นิรนัยหรือวิธีการนิรนัย-อุปนัย (Inductive Deductive Method) เป็นกระบวนการคิดที่เริ่มจากการสังเกตแล้วสรุปความรู้จากการสังเกต นั่นก็คือ การคิดหรือการให้เหตุผลแบบอุปนัยแล้วตั้งสมมติฐานตามข้อสรุปที่อุปนัยได้และทำการทดสอบ สมมติฐานโดยการรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อพิจารณาว่าข้อมูลที่ศึกษาได้จะสนับสนุนสมมติฐานหรือไม่ อีกนัยหนึ่งคือ ถ้าสมมติฐานเป็นจริงเราจะพบอะไร เป็นการลงความเห็นโดยพิจารณาจากหลักการทั่วไปสู่เรื่องเฉพาะเจาะจงซึ่งก็คือการให้เหตุผลเชิงนิรนัย

กิริติ บุญเจือ (2550) ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 2 แบบ ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) คือ การแสดงออกของการอ้างเหตุผลอย่างตรง ๆ ที่ต้องมีองค์ประกอบเป็น 3 ประโยคตรรกวิทยาที่จะมีมากหรือน้อยกว่านี้ไม่ได้เพราะการอ้างเหตุผลครั้งหนึ่ง ๆ โน้มโน้ตนั้นจะต้องมีการตัดสินอยู่ก่อน 2 ครั้ง ซึ่งในการตัดสินใจทั้งสองครั้งนี้จะต้องมีโน้ตนั้นเดียวกันอยู่ส่วนหนึ่ง นั่นหมายความว่า การตัดสินเดิม 2 ครั้งนั้นจะมีโน้ตอยู่ 3 หน่วย ไม่มากนักน้อยกว่านั้น ครั้นตัดสินครั้งที่ 3 ก็เอาโน้ตอีก 2 หน่วยที่เหลือมาตัดสิน ไม่ได้มีโน้ตใหม่เพิ่มขึ้นโดยที่สองประโยคแรกที่มาจากการตัดสินใจ 2 ครั้งดั้งเดิมเรียกว่า ประโยคข้างส่วนประโยคที่สามมาจากการตัดสินสุดท้าย เรียกว่า ประโยคสรุป

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) คือ การพิสูจน์โดยอ้างประสบการณ์เฉพาะหน่วยสนับสนุนข้อความทั่วไปที่เรายังไม่แน่ใจ เช่น เราเคยเห็นต้นมะพร้าวมาจำนวนมากแล้ว ปรากฏว่าไม่แตกกิ่งก้านเหมือนต้นไม้อื่น ๆ เราก็อनुमानเป็นกฎทั่วไปว่า “ต้นมะพร้าวทุกต้นไม่แตกกิ่งก้าน”

สมภาร พรหมทา (2551) ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 2 แบบ ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) เป็นฐานทางความคิดของวิชาวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการทดลอง ซึ่งก็คือ การรวบรวมข้อมูลที่แสดง

ว่าสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นอย่างนั้นอย่างนั้นแล้วก็สรุปเป็นกฎว่าถ้าพบกรณีอย่างนี้อีกผลก็จะปรากฏเช่นที่เคยทดลองหรือรวบรวมมา เช่น การรวบรวมข้อมูลว่าคนดื่มเหล้าเป็นประจำจะเป็นโรคตับแข็งมากกว่าคนที่ไม่ดื่ม

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) เป็นการใช้ความคิดโดยไม่พิจารณาข้อเท็จจริงในโลก เป็นการค่อย ๆ คิดขยายออกไปทีละน้อยจากสิ่งที่มั่นใจอยู่แล้ว จึงเหมาะกับการวินิจฉัยสถานการณ์บางสถานการณ์ที่ไม่มีข้อมูลให้เราได้รับรู้เห็น เช่น เช้านี้เพื่อนโทรศัพท์มาคุยแล้วบอกว่าสุนัขที่บ้านออกลูก เราสามารถรู้ทันทีว่าสุนัขตัวนั้นจะต้องเป็นเจ้าสั้มลิ้มไม่ใช่เจ้าสั้มจุกเพราะทั้งสองตัวนี้ ตัวแรกเป็นตัวเมีย ตัวที่สองเป็นตัวผู้

โสรัจจ์ หงศ์ลดารมภ์ (2553) แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 2 แบบ ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) คือ การอ้างอิงเหตุผลที่ข้อสรุปอยู่ภายในขอบเขตของข้ออ้าง ซึ่งเมื่อเป็นเช่นนี้จึงเห็นได้ชัดว่า การอ้างเหตุผลแบบนิรนัยเท่านั้นที่ทำให้เชื่อมั่นได้เต็มที่ว่า ข้อสรุปเป็นจริงถ้าข้ออ้างเป็นจริง เช่น ทุก ๆ วันที่ฝนตกวันนั้นไม่ต้องรดน้ำต้นไม้เนื่องจากวันนี้ฝนตกจึงไม่ต้องรดน้ำต้นไม้

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction of Inductive Reasoning) คือ การอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปเป็นการสรุปที่เกินเลยจากข้ออ้าง เช่น มาลีสังเกตุมาหลายวันแล้วว่าวันใดที่มดขึ้นคร้ว วันนั้นฝนจะตก วันนี้อมาลีเห็นมดขึ้นคร้วเธอจึงสรุปว่าวันนี้ฝนก็จะตกเหมือนกัน

จากการศึกษาประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีนักวิชาการ นักการศึกษาได้แบ่งประเภทไว้แตกต่างกัน ซึ่งโดยส่วนมากนั้นจะแบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภทด้วยกัน คือ การให้เหตุผลแบบนิรนัยและการให้เหตุผลแบบอุปนัย แต่อย่างไรก็ตาม พบว่ามีการแบ่งประเภทของการให้เหตุผลออกเป็น 4 ประเภท โดย Lawson

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงรวบรวมและวิเคราะห์ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนใจไว้ 4 ประเภทตามแนวคิดของ Lawson (2009) ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน (Abduction or Abductive Reasoning) เป็นการคิดให้เหตุผลจากการสังเกตปัญหา หลักฐาน และผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นรวมถึงสร้างสมมติฐานจากข้อมูลที่มีอยู่เดิมและข้อมูลที่ได้จากการสังเกต

2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย (Retroduction or Retroductive Reasoning) เป็นการคิดให้เหตุผลโดยใช้การประเมินคำอธิบายทางเลือกที่เกิดขึ้นหรือการทดสอบสมมติฐาน และอธิบายการสังเกตที่ชวนสงสัยในตอนแรก

3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) เป็นการคิดให้เหตุผลจากการนำหลักการใหญ่ไปจำแนกเป็นหลักการย่อย ๆ โดยใช้การสร้างคำพยากรณ์ ที่เกี่ยวข้อง

กับการสังเกตการณ์ในอนาคตที่จะเกิดขึ้น และสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับการทดสอบและการวางแผนที่ทำให้น่าเชื่อถือขึ้น

4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) เป็นการคิดให้เหตุผลจากการนำรายละเอียดย่อย ๆ ไปสู่การสรุปหลักการโดยทั่วไป โดยการใช้การเปรียบเทียบระหว่างผลลัพธ์จากการคาดหวัง (คำพยากรณ์) กับผลลัพธ์จากการสังเกตจนนำไปสู่การลงข้อสรุปของสถานการณ์นั้น

จากประเภทของการให้เหตุผลสามารถสรุปได้ว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 4 ประเภท ได้แก่ การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน การให้เหตุผลแบบอธิบาย การให้เหตุผลแบบนิรนัย และการให้เหตุผลแบบอุปนัย เนื่องจากการให้เหตุผลทั้ง 4 ประเภทเป็นสิ่งที่สำคัญของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มจากการใช้การให้เหตุผลแบบสมมติฐานในการสร้างคำอธิบายที่เป็นไปได้ในการสำรวจตรวจสอบปัญหา การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า การใช้เหตุผลแบบอธิบาย และการให้เหตุผลแบบนิรนัยในการวางแผนการสำรวจตรวจสอบการคาดคะเน เพื่อรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ และการใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยในการอธิบายข้อสรุป โดยการใช้เหตุผลเชิงประจักษ์

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ความสามารถ (Ability) เปรียบเสมือนคุณภาพที่เป็นจริงของการดำเนินงานบางอย่าง เฉพาะบุคคลที่ผ่านกระบวนการฝึกฝน ขัดเกลาเพิ่มเติมความสามารถนั้นก็จะเพิ่มพูนเป็นทักษะที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ และเมื่อเกิดการฝึกฝนทักษะนั้นจนเชี่ยวชาญและชำนาญก็จะเป็นความสามารถที่มั่นคงและยั่งยืนต่อไป (Mackenzie, 2001)

ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

Giere (1991) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถของบุคคลที่ในการคิดเชื่อมโยงระหว่างหลักการโดยทั่วไปกับความเป็นรูปธรรม และยังถูกนำมาใช้กระบวนการค้นพบองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ๆ ซึ่งลักษณะกิจกรรมของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จะต้องให้โอกาสนักเรียนได้มีการสร้างสมมติฐานจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง และให้เหตุผลเกี่ยวกับการสังเกต และการปฏิบัติการทดลอง จนกระทั่งได้มาซึ่งข้อมูลพยากรณ์ ลักษณะกิจกรรมนี้จะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจและสามารถประเมินข้อมูลข่าวสารอย่างมีวิจารณญาณจนสามารถนำไปสู่การเป็นบุคคลที่มีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

ลอว์สัน (Lawson, 1982) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific reasoning ability) ว่าเป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษา ค้นคว้าหรือการทดลอง เพื่อค้นหาความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เป็นความสามารถในการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา สร้างสมมติฐานทดสอบสมมติฐานที่มีโดยระบุและควบคุมตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับ

การทดสอบได้ แล้วจึงนำข้อมูลมาประเมินผลเพื่อสร้างข้อสรุปหรือคำอธิบายที่สมเหตุสมผลซึ่งความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นได้เมื่อบุคคลนั้นประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบ คือ

1. การระบุคำอธิบายหรือสมมติฐานที่เป็นไปได้ (Probabilistic thinking) หมายถึงการที่บุคคลสามารถทำนายคาดคะเนคำตอบของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้โดยอาศัยหลักความน่าจะเป็นในการเก็บรวบรวมข้อมูลและตีความ

2. การระบุและควบคุมตัวแปรในการทดลอง (Control of variables) หมายถึง การที่บุคคลสามารถออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน รวมทั้งสามารถระบุและควบคุมตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้

3. การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน (Proportional thinking) คือการที่บุคคลใช้ระบบความคิดในการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างหลักฐานและข้อสรุป

4. การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Correlation thinking) หมายถึงการที่บุคคลสามารถอธิบายได้ว่าตัวแปรที่มีมากกว่า 2 ตัวขึ้นไปนั้น ตัวแปรใดบ้างที่มีความสัมพันธ์หรือไม่มีความสัมพันธ์กัน และรูปแบบความสัมพันธ์นั้นเป็นอย่างไร

จากความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถหรือทักษะที่ใช้ในการเชื่อมโยงหลักฐานสถานการณ์ ข้อมูลเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีเพื่อนำมาสู่การลงข้อสรุปอย่างเป็นเหตุเป็นผล องค์ประกอบของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มี 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การระบุคำอธิบายหรือสมมติฐานที่เป็นไปได้ 2) การระบุและควบคุมตัวแปรในการทดลอง 3) การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน และ 4) การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

ซึ่งผู้วิจัยได้สังเคราะห์ลักษณะพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยยึดตามองค์ประกอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของลอว์สัน (Lawson, 1982) มีลักษณะรายละเอียดดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงรายละเอียดของพฤติกรรมตามองค์ประกอบของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	ลักษณะพฤติกรรม
การระบุคำอธิบายหรือสมมติฐานที่เป็นไปได้ (Probabilistic thinking)	- การวิเคราะห์ ตีความ การให้เหตุผลโดยการสร้างสมมติฐานซึ่งได้จากหลักฐานเชิงประจักษ์และการ

องค์ประกอบ	ลักษณะพฤติกรรม
	พยากรณ์ผลของปรากฏการณ์จากการตั้งสมมติฐาน
การระบุและควบคุมตัวแปรในการทดลอง (Control of variables)	- กำหนดตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นและการควบคุมตัวแปร
การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน (Proportional thinking)	- การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยาน
การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Correlation thinking)	- การให้เหตุผลโดยการกำหนดความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างตัวแปร

แนวทางในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากโครงการ TIMSS (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2558) ที่ประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการใช้เหตุผลและเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นประเมินความสามารถในการวิเคราะห์สถานการณ์ต่าง ๆ การให้เหตุผลจากหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบ การแก้ปัญหาอย่างมีเหตุมีผล โดยลักษณะพฤติกรรมนี้คือความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงศึกษาแนวทางการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามกรอบของ TIMSS ซึ่งโครงการ TIMSS มีแนวทางการวัดและประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการใช้เหตุผล โดยใช้ข้อสอบ 2 ประเภท คือ

1) ข้อสอบประเภทอัตนัย ที่ใช้การอธิบายเป็นคำถามที่เป็นสถานการณ์ที่ประกอบด้วยชุดคำถามให้เขียนตอบอธิบาย

2) ข้อสอบประเภทปรนัย ที่มีตัวเลือกถูกผิด เป็นข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์มีรูปแบบสถานการณ์เป็นข้อความ ตาราง หรือกราฟ โดยเลือกใช้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

ลอว์สัน (Lawson, 1995) ได้เสนอแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน ซึ่งแบบวัดแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 คำถามเชิงเนื้อหาที่ใช้วัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จัดเป็นสถานการณ์หรือรูปภาพประกอบ เพื่อให้วิเคราะห์ประเด็น คาดคะเนคำพยากรณ์และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากประเด็นที่กำหนดให้โดยข้อสอบตอนนี้ถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือประเภทเลือกตอบ และข้อสอบเขียนตอบ

ตอนที่ 2 เป็นข้อคำถามเพื่อให้นักเรียนอธิบายเหตุผลที่เลือกคำตอบในตอนแรก โดยในแต่ละข้อคำถามมีหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนที่พิจารณาจากคำตอบในแต่ละข้อซึ่งครูจะพิจารณาจากความสมเหตุสมผลและสามารถให้คะแนนได้ถูกต้อง

นอร์ริส (Norris, 1988) กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลด้วยการเขียนอธิบายข้อความเพื่อแสดงความคิดเห็นสามารถอ้างอิงเหตุผลได้ดีกว่าการทดสอบด้วยการเลือกตอบ เพราะการที่ผู้เรียนได้เขียนอธิบายจะเป็นการเปิดกว้างให้ผู้เรียนได้แสดงเหตุผลหรือความคิดอย่างเต็มที่อีกด้วย

จากแนวทางในการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถวัดหรือประเมินได้จากองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีพฤติกรรมบ่งชี้ ดังนี้ การอธิบายการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ การเชื่อมโยงถึงความสัมพันธ์ของข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ การลงข้อสรุป ดังนั้นในงานวิจัยนี้เลือกใช้แนวทางในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ โดยข้อสอบมีลักษณะเป็นข้อสอบประเภทอัตนัย ประกอบด้วยสถานการณ์และมีชุดคำถามจากสถานการณ์นั้น ๆ และให้นักเรียนเขียนตอบและให้นักเรียนเขียนเหตุผลประกอบคำตอบของนักเรียนร่วมด้วย ซึ่งคำตอบของนักเรียนจะต้องแสดงพฤติกรรมบ่งชี้ขององค์ประกอบของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยสามารถวัดได้จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม

ความหมายของชีวจริยธรรม

Bryant, et al (2002) ได้ให้ความหมายของชีวจริยธรรมว่าหมายถึง หลักจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตการปฏิบัติต่อสิ่งมีชีวิตอย่างมีคุณธรรม ไม่ทำร้ายหรือทำอันตรายต่อสัตว์หรือมนุษย์

Helland (2002) ได้กล่าวว่าชีวจริยธรรม (Bioethics) หมายถึง การปฏิบัติต่อสิ่งมีชีวิตอย่างมีคุณธรรม ไม่ทำร้าย หรือทำอันตรายต่อสัตว์หรือมนุษย์เพื่อการศึกษาหรือการวิจัย

กัณฑ์ พิริยะกุล (2546) ได้ให้ความหมายของชีวจริยธรรมว่าหมายถึง การปฏิบัติต่อสิ่งมีชีวิตอย่างมีคุณธรรม ไม่ทำร้ายหรือทำอันตรายต่อสัตว์หรือมนุษย์เพื่อการศึกษาหรือการวิจัย

เจษฎา ฤทธิ์ศรีบุญ (2559, น. 19) ได้ให้ความหมายของชีวจริยธรรมว่าหมายถึง จริยธรรมของบุคคลหรือสังคมต่อสิ่งมีชีวิตทั้งมวลที่เกิดขึ้นทั้งอย่างเป็นธรรมชาติและอย่างไม่เป็นธรรมชาติจากกระบวนการหรือวิธีการใหม่ ๆ ของวิทยาศาสตร์

จากความหมายของชีวจริยธรรมสรุปได้ว่าชีวจริยธรรม หมายถึง การปฏิบัติต่อสิ่งมีชีวิตอย่างมีจริยธรรมของมนุษย์และสังคม ไม่ทำร้ายหรือทำอันตรายต่อสัตว์หรือมนุษย์เพื่อการศึกษาหรือการวิจัย

ความหมายของการตัดสินใจ

ความหมายของการตัดสินใจมีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายไว้ดังนี้

Glass (1951) ได้ให้ความหมายว่า การตัดสินใจเป็นการเลือกวิถีทางในการแสดงออก กระบวนการตัดสินใจเป็นขั้นตอนที่นำไปสู่การกระทำของสิ่งที่เลือก

Beach and Reinhartz (1989) ได้ให้ความหมายของการตัดสินใจว่า หมายถึง กระบวนการที่เกิดขึ้นหลังการสำรวจดูปัญหาหรือความจำเป็น แล้วมีการรวบรวมข้อมูล การประเมินทางเลือกเพื่อแก้ปัญหาโดยชั่งน้ำหนักแต่ละทางเลือกและทางเลือกจากทางเลือกที่หลากหลายนั้นเพื่อนำไปปฏิบัติ

Traccey (1991) ได้ให้ความหมายว่า “การตัดสินใจ” หมายถึง งานที่เกี่ยวข้องกับการเลือกสิ่งที่จะต้องกระทำกำหนดตัวผู้กระทำ ระยะเวลา สถานที่และวิธีการที่จะต้องกระทำอย่างมีจิตสำนึกและรอบคอบ

กรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ (2544) ได้ให้ความหมายของการตัดสินใจว่าหมายถึง การเลือกที่ดีที่สุดโดยวิธีการที่เชื่อถือได้ ทำการประเมินเชิงเปรียบเทียบและเลือกอย่างมีเหตุผล

ปริญญา บุญเกตุ (2547, น. 31) ได้สรุปความหมายของการตัดสินใจว่าหมายถึง การตัดสินใจเป็นเรื่องของกระบวนการในการเลือกทางเลือกใดทางเลือกหนึ่งจากทางเลือกที่หลากหลาย โดยต้องมีการชั่งน้ำหนักแต่ละทางเลือกเหล่านั้นเพื่อให้ได้แนวทางที่ดีที่สุดเพื่อนำไปปฏิบัติจริง

ทองใบ นิกอูนจิตร (2548, น. 40) ได้สรุปความหมายของการตัดสินใจว่าหมายถึง การกระทำของบุคคลในการเลือกทางเลือกที่มีอยู่หลายทางเลือก โดยการรวบรวมและประเมินข้อมูลและสิ่งประกอบอื่น ๆ ที่สำคัญ โดยการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดเพียงทางเลือกเดียวที่สามารถตอบสนองเป้าหมายหรือ ความต้องการของผู้เลือกเพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติจนกระทั่งนำผลการตัดสินใจไปปฏิบัติ

ศรีสุรางค์ ทิณะกุล (2542, น. 183) กล่าวว่าบางปัญหาที่ผู้ทำการตัดสินใจต้องทำการตัดสินใจภายใต้สภาวะที่แน่นอนทำให้การตัดสินใจทำไม่ยาก แต่บางปัญหาที่ผู้ทำการตัดสินใจต้องทำการตัดสินใจภายใต้สภาวะการณ์ที่ไม่แน่นอนทำให้การตัดสินใจเป็นไปได้ไม่ถนัด ต้องใช้ข้อมูลหลาย ๆ ทางมาประกอบการพิจารณาตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดหรือเหมาะสมที่สุด

จากความหมายของการตัดสินใจสามารถสรุปได้ว่า การตัดสินใจเป็นกระบวนการในการตัดสินใจเลือกบางอย่างหรือเลือกที่จะปฏิบัติ โดยผ่านการนำข้อมูลมาประกอบการตัดสินใจเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจที่เหมาะสมที่สุด

ขั้นตอนการตัดสินใจ

ขั้นตอนการตัดสินใจมีนักการศึกษาหลายท่านให้รายละเอียดไว้ดังนี้

Beyer (1987) กล่าวว่า การสอนให้นักเรียนตัดสินใจได้อย่างถูกต้องโดยตรงด้วยการฝึกให้นักเรียนตัดสินใจตามขั้นตอนหรือตามกระบวนการของการตัดสินใจมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดเป้าหมาย (Define the Goal) เป็นการบอกถึงเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ในการตัดสินใจแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ระบุทางเลือก (Identify Alternatives) เป็นการระดมทางเลือกหรือระดมวิธีที่ใช้แก้ปัญหาโดยการศึกษาจากกรณีและทางเลือกที่เหมือนกันหรือแตกต่างกัน

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ทางเลือก (Analyze Alternatives) เป็นการสำรวจจุดมุ่งหมายวิเคราะห์จุดเด่น จุดด้อยของทางเลือกแต่ละทางที่ได้ระบุไว้ โดยคำนึงถึงผลที่ตามมาทั้งในระยะยาวและระยะสั้น ค่าใช้จ่ายและทรัพยากรที่ใช้

ขั้นที่ 4 ลำดับความสำคัญของทางเลือก (Rank Alternatives) เป็นการเรียงลำดับความสำคัญของทางเลือกจากการวิเคราะห์ข้อดี ข้อเสียของทางเลือกแต่ละทาง

ขั้นที่ 5 ตัดสินทางเลือกที่สำคัญที่สุด (Judge Highest Ranked Alternatives)

ขั้นที่ 6 ทางเลือกที่ดีที่สุด (Choose the Best Alternative) เป็นการตัดสินใจเลือกวิธีการที่จะใช้ในการแก้ปัญหา

นอร์ตัน กฤตเวทิน (2546, น. 23) ได้กำหนดและระบุขั้นตอนการตัดสินใจไว้ดังนี้

1. การระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุปัญหาและสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

2. การสร้างทางเลือก หมายถึง ความสามารถในการใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในสถานการณ์มาช่วยในการสร้างทางเลือกเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในแต่ละสถานการณ์ที่กำหนด

3. การประเมินทางเลือก หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาข้อดีและข้อเสียของแต่ละทางเลือกที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4. การตัดสินใจเลือกทางเลือก หมายถึง ความสามารถในการเลือกทางที่ดีที่สุด เพื่อนำไปปฏิบัติในการแก้ปัญหา

ปริญญา บุญเกตุ (2547, น. 34-35) ได้ใช้การตัดสินใจดำเนินตามขั้นตอนของ Dinklage ดังนี้

1. ระบุปัญหาจากสถานการณ์ เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดไว้ได้ว่าปัญหานั้นคืออะไร

2. บอกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการเลือกทางเลือก เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถบอกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการตัดสินใจได้

3. บอกทางเลือกที่มีอยู่ เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถบอกได้ว่ามีทางเลือกใดบ้างสำหรับใช้ในการตัดสินใจเลือกเพื่อแก้ปัญหา

4. บอกข้อดีข้อเสียของแต่ละทางเลือก เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถบอกข้อดีข้อเสียของแต่ละทางเลือกได้ว่าทางเลือกใดมีน้ำหนักดีกว่าและจะแก้ปัญหาในขั้นที่ 1 ได้หรือไม่

5. ตัดสินใจเลือกทางที่ดีที่สุด เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมได้

6. ดำเนินการ เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถลงมือดำเนินการตามแนวทางที่ตัดสินใจได้

7. ทบทวนการตัดสินใจและผลที่ได้รับ เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถบอกได้ว่าแนวทางที่ตัดสินใจเลือกนั้นถูกต้องหรือไม่ อย่างไร โดยพิจารณาจากผลการดำเนินการในขั้นที่ 6

นริศรา จันทราศรี (2553, น. 35) ได้กำหนดขั้นตอนการตัดสินใจไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุปัญหา
2. การกำหนดเป้าหมาย
3. การระบุทางเลือก
4. วิเคราะห์ข้อดี-ข้อเสียของแต่ละทางเลือก
5. ลำดับความสำคัญของทางเลือก
6. การตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด

จากขั้นตอนการตัดสินใจข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าขั้นตอนการตัดสินใจ คือ กระบวนการในการเลือกตัดสินใจเมื่อพบเจอสถานการณ์ ซึ่งขั้นตอนในการตัดสินใจมีดังนี้

- 1) สามารถระบุปัญหาได้
- 2) สามารถสร้างทางเลือกได้หลากหลาย
- 3) สามารถประเมินทางเลือกได้อย่างเหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหา

ผู้วิจัยจะนำขั้นตอนการตัดสินใจมาเป็นกรอบในการวัดความสามารถในการตัดสินใจ โดยจะวัดความสามารถในการตัดสินใจได้จากการระบุปัญหาได้ การเสนอทางเลือกได้หลากหลาย และเลือกทางเลือกได้อย่างเหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาของนักเรียน

แนวทางการวัดการตัดสินใจ

มีนักการศึกษากล่าวถึงการวัดการตัดสินใจ ดังต่อไปนี้

ทิตนา แคมมณี (2544, น. 171) ได้กล่าวถึง การวัดความสามารถในการคิดว่าการคิด (Thinking) เป็นกิจกรรมทางสมองที่เกิดขึ้นตลอดเวลา การคิดที่เราสนใจเป็นการคิดอย่างมีจุดมุ่งหมายเป็นการคิดค้นข้อสรุปอันเป็นคำตอบสำหรับตัดสินใจหรือแก้ปัญหาสิ่งใดสิ่งหนึ่งการคิดจึงเป็นความสามารถอย่างหนึ่งทางสมอง ไม่สามารถมองเห็น ไม่สามารถสังเกต สัมผัส วัดได้โดยตรง ต้องใช้แบบสอบถามมาตรฐานมาช่วยในการวัด ดังนั้นการวัดความสามารถในการคิดผู้สร้างเครื่องมือต้องรอบรู้ในแนวคิดหรือทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดเพื่อนำมาเป็นกรอบการคิดแล้วจะทำให้ได้ตัวนี้วัดหรือลักษณะ

พฤติกรรมเฉพาะที่เป็นรูปธรรม ซึ่งสามารถบ่งชี้โครงสร้างการคิดเมื่อมีการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของโครงสร้างหรือองค์ประกอบการคิดแล้วจะทำให้ได้ตัวชี้วัดหรือลักษณะพฤติกรรมเฉพาะที่เป็นรูปธรรมซึ่งสามารถบ่งชี้โครงสร้างหรือองค์ประกอบความคิด จากนั้นจึงเขียนข้อความตามตัวชี้วัดของแต่ละองค์ประกอบของความคิด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 110-111) ได้ระบุว่า การวัดความสามารถในการคิด มีเป้าหมายการวัดที่เน้นกระบวนการคิดหรือวิธีการในการแก้ปัญหามากกว่า การวัดความรู้ในเนื้อหาวิชา และให้ความสำคัญกับเนื้อหาตามสาระของหลักสูตรไม่มากนัก แต่เน้นเนื้อหาทั่วไปที่สอดคล้องกับการดำเนินชีวิตประจำวันของนักเรียน เครื่องมือวัดความสามารถในการคิดมีหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบจะใช้โอกาสแตกต่างกัน เช่น ข้อสอบแบบเลือกตอบ ข้อสอบแบบเขียนตอบ แบบสัมภาษณ์ แบบสังเกต ในที่นี้จะเสนอลักษณะของเครื่องมือที่มีรูปแบบเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบและข้อสอบแบบเขียนตอบ

1. ข้อสอบแบบเลือกตอบ เป็นข้อสอบที่ให้นักเรียนเลือกคำตอบเพียงคำตอบเดียวจากตัวเลือก ข้อสอบจะประกอบด้วยสถานการณ์ค่อนข้างสั้น และให้นักเรียนประเมินสถานการณ์แล้วค้นหาข้อมูลที่จะต้องใช้ โดยทั่วไปมี 2 ลักษณะ ดังนี้

1.1 ข้อสอบเลือกตอบเพียงคำถามเดียว เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยสถานการณ์คำถามหนึ่งคำถามและตัวเลือกที่มีคำตอบถูกเพียงตัวเลือกเดียว

1.2 ข้อสอบเลือกตอบแบบคำถาม 2 ชั้น เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วย 2 ส่วน โดยส่วนที่ 1 จะมีลักษณะเช่นเดียวกับข้อสอบเลือกตอบแบบคำถามเดียว แต่คำตอบถูกอาจมีมากกว่า 1 คำตอบ และส่วนที่ 2 จะเป็นคำถามที่ต่อเนื่องกับการเลือกคำตอบจากคำถามข้อแรกโดยเป็นการให้เหตุผลของการเลือกคำตอบในส่วนแรก

2. ข้อสอบแบบเขียนตอบ เป็นข้อสอบที่นักเรียนแสดงคำตอบด้วยการเขียนตอบด้วยการเขียนตอบโดยใช้ความสามารถของนักเรียนจากการทำความเข้าใจในสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วเขียนคำตอบที่แสดงถึงการแปลความหมาย การลงข้อสรุป การตัดสินใจ และแสดงผลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ

จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับแนวทางการวัดการตัดสินใจสามารถสรุปได้ว่า การตัดสินใจไม่สามารถวัดได้โดยตรงแต่ต้องวัดจากพฤติกรรมของการตัดสินใจที่ได้จากการศึกษาและกำหนดขึ้นในการวิจัยครั้งนี้ใช้ขั้นตอนการตัดสินใจมาเป็นกรอบในการวัดการตัดสินใจ โดยมีลักษณะข้อสอบที่เป็นข้อคำถามปลายเปิดจากสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้เขียนตอบที่แสดงถึงขั้นตอนการตัดสินใจ คือ การระบุปัญหา การเสนอทางเลือกได้หลากหลาย และการเลือกทางเลือกได้อย่างเหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา สำหรับการวัดการตัดสินใจในแต่ละสถานการณ์จะประกอบด้วยคำถามจำนวน 3 ข้อคำถาม โดยให้ผู้เรียนดำเนินการคิดตามลำดับขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (Identify the problem) เป็นการระบุปัญหาและสาเหตุของปัญหา

ขั้นที่ 2 เสนอทางเลือก (Explore alternatives) เป็นการระดมทางเลือกหรือ ระดมวิธีที่ใช้แก้ปัญหาโดยการระบุทางเลือก

ขั้นที่ 3 เลือกทางเลือกได้อย่างเหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหา (Select an alternative) เป็นการตัดสินใจเลือกวิธีการที่จะใช้ในการแก้ปัญหาคำนึงถึงปัจจัยที่จะมีผลต่อการตัดสินใจเลือกทางเลือกแต่ละวิธี ได้แก่ ปัจจัยด้านการเมือง (Political factors) ปัจจัยด้านความปลอดภัย (Safety factors) ปัจจัยด้านต้นทุน (Financial factors) ปัจจัยด้านคำนึงถึงสิ่งแวดล้อม (Environmental consideration) และปัจจัยด้านคุณธรรมจริยธรรม (Ethical factors)

ความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม

Rest (1986) ได้ให้ความหมายว่า การตัดสินใจทางจริยธรรมหรือการให้เหตุผลเชิงจริยธรรม (ethical judgment หรือ ethical reasoning) คือ ความสามารถของบุคคลในการวิเคราะห์และให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ที่เผชิญอยู่ สามารถลงความเห็นหรือหาแนวทางที่เหมาะสมของการดำเนินการในสถานการณ์ โดยระบุประเด็นทางจริยธรรมที่เกี่ยวข้องตามหลักคิดเชิงจริยธรรม (principle of ethical thinking) ได้แก่ เคารพในอิสรภาพของบุคคล (respect of autonomy) ลดความเสี่ยงและก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อบุคคลและสังคม (beneficence and least harm) สร้างความเป็นธรรมและความเสมอภาค

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมจากข้อมูลเกี่ยวกับชีวจริยธรรม การตัดสินใจ และความหมายของการตัดสินใจทางจริยธรรม ข้อเสนอจากการศึกษาข้อมูลมีดังนี้

1. ชีวจริยธรรม หมายถึง การปฏิบัติต่อสิ่งมีชีวิตอย่างมีจริยธรรมของมนุษย์และสังคม ไม่ทำร้ายหรือทำอันตรายต่อสัตว์หรือมนุษย์เพื่อการศึกษาหรือการวิจัย

2. การตัดสินใจเป็นกระบวนการในการตัดสินใจเลือกบางอย่างหรือเลือกที่จะปฏิบัติ โดยผ่านการนำข้อมูลมาประกอบการตัดสินใจเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจที่เหมาะสมที่สุด มี 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุปัญหาได้ 2) การเสนอทางเลือกได้หลากหลาย และ 3) การเลือกทางเลือกได้อย่างเหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหา

3. การตัดสินใจทางจริยธรรมหรือการให้เหตุผลเชิงจริยธรรม คือ ความสามารถของบุคคลในการวิเคราะห์และให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ที่เผชิญอยู่สามารถลงความเห็นหรือหาแนวทางที่เหมาะสมของการดำเนินการในสถานการณ์ โดยระบุประเด็นทางจริยธรรมที่เกี่ยวข้องตามหลักคิดเชิงจริยธรรม ได้แก่ เคารพในอิสรภาพของบุคคล ลดความเสี่ยงและก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อบุคคลและสังคม สร้างความเป็นธรรมและความเสมอภาค

จากข้อสรุปดังกล่าวข้างต้นสามารถกล่าวได้ว่าความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม คือ ความสามารถของบุคคลในการการระบuproblem การเสนอทางเลือกได้หลากหลาย และการเลือกทางเลือกได้อย่างเหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาโดยคำนึงถึงประเด็นทางชีวจริยธรรมที่เกี่ยวข้อง นั่นคือ การปฏิบัติต่อสิ่งมีชีวิตอย่างมีจริยธรรม โดยไม่ทำร้ายหรือทำอันตรายต่อสัตว์หรือมนุษย์เพื่อการศึกษาหรือการวิจัยหรือในสถานการณ์ที่เผชิญอยู่ ซึ่งสามารถลงความเห็นหรือหาแนวทางที่เหมาะสมของการดำเนินการในสถานการณ์

แนวทางการวัดความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม และแนวทางการวัดการตัดสินใจมาสังเคราะห์เพื่อให้ได้กรอบในการวัดความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมจากความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม ซึ่งมี 3 ขั้นตอน คือ 1) การการระบuproblem 2) การเสนอทางเลือกได้หลากหลาย และ 3) การเลือกทางเลือกได้อย่างเหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาโดยคำนึงถึงประเด็นทางชีวจริยธรรม

2. การวัดการตัดสินใจสามารถวัดได้จากการแสดงถึงขั้นการตัดสินใจ ซึ่งลักษณะข้อสอบจะเป็นข้อคำถามปลายเปิดจากสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้เขียนตอบที่แสดงถึงขั้นตอนการตัดสินใจในแต่ละสถานการณ์จะประกอบด้วยคำถามจำนวน 3 ข้อคำถาม ดังนั้นการวัดความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สามารถวัดได้โดยให้ผู้เรียนแสดงขั้นการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบuproblem (Identify the problem) เป็นการระบuproblem และสาเหตุของปัญหา

ขั้นที่ 2 เสนอทางเลือก (Explore alternatives) เป็นการระดมทางเลือกหรือระดมวิธีที่ใช้แก้ปัญหาโดยการระบุทางเลือก

ขั้นที่ 3 เลือกทางเลือกได้อย่างเหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหา (Select an alternative) เป็นการตัดสินใจเลือกวิธีการที่จะใช้ในการแก้ปัญหาคำนึงถึงปัจจัยที่จะมีผลต่อการตัดสินใจเลือกทางเลือกแต่ละวิธี ได้แก่ ปัจจัยด้านชีวจริยธรรม (Bioethical factors)

การวัดความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สามารถวัดได้จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม ซึ่งลักษณะแบบวัดจะเป็นข้อคำถามปลายเปิดจากสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้เขียนตอบที่แสดงถึงขั้นตอนการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม ในแต่ละสถานการณ์จะประกอบด้วยคำถามจำนวน 3 ข้อคำถาม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีดังนี้

ลักษิกา นาไซ (2560) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและจิตสำนึกต่อสิ่งแวดล้อม ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วัตถุประสงค์การวิจัย 1. สร้างและประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ตามเกณฑ์ 75/75 2. ศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดย 2.1 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน 2.2 เพื่อศึกษาจิตสำนึกต่อสิ่งแวดล้อม และ 2.3 ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ดำเนินการวิจัยตามระเบียบวิธีวิจัยและพัฒนา มี 2 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม สร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน และทำการทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 คน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของภาษา เนื้อหา เวลา และสื่อการเรียนรู้แล้วปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียน จำนวน 9 คน เพื่อประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 75/75 ขั้นตอนที่ 2 ทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสามง่ามชนูปถัมภ์ จำนวน 32 คน ใช้แบบแผนการทดลอง One Group Pretest-Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม 2) แบบบันทึกภาคสนาม 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และ 4) แบบวัดจิตสำนึกต่อสิ่งแวดล้อม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t-test แบบ dependent sample

ผลการวิจัยพบว่านักเรียนเกิดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและจิตสำนึกต่อสิ่งแวดล้อม ระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยนักเรียนสามารถสร้างคำตอบและคำถามโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ พร้อมกับสามารถนำความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ มาอธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดทำโครงการได้และแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

วัฒนพงศ์ เทียวเหลือง (2562) ได้ศึกษาการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม วัตถุประสงค์การวิจัย 1. เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสังคม และสิ่งแวดล้อม ที่

ส่งเสริมการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม

2. เพื่อศึกษาการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมเมื่อจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2561 โรงเรียนเน้นวิทยาศาสตร์แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ซึ่งเป็นห้องเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ห้องเรียนทั้งหมด 37 คน โดยใช้วิธีการเลือกอย่างเจาะจง (Purposive sampling) การจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสังคม และสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) สร้างแรงจูงใจ 2) ค้นคว้าหาข้อมูล ชักถาม และอภิปราย 3) อภิปรายร่วมกับนักเรียน 4) ประยุกต์ใช้ความรู้ไปลงมือปฏิบัติจริงและ 5) ประเมินผลซึ่งเครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) ใบกิจกรรม 3) ชิ้นงาน 4) แบบสำรวจความรู้อะไรและเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม และ 5) แบบสะท้อนพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วยวิธีการตรวจสอบแบบสามเส้า

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการเกี่ยวกับการรู้สิ่งแวดล้อมมากขึ้น ดังนี้ 1) ด้านความรู้ นักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจริง โดยใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนในการเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหาได้อย่างชัดเจนมากขึ้น 2) ด้านเจตคตินักเรียนมีเจตคติด้านการกระทำเพิ่มมากขึ้นที่แสดงออกถึงความรู้สึกที่สามารถชักจูงให้ผู้อื่นมีแนวทางในการปฏิบัติตนที่ดีในด้านสิ่งแวดล้อมได้ และ 3) พฤติกรรม นักเรียนสามารถใช้ความรู้และเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมที่ได้จากการวิเคราะห์ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจริงสร้างเป็นชิ้นงาน ได้แก่ หนังสือพิมพ์สิ่งแวดล้อม โปสเตอร์ และคอมพิวเตอร์ไอศเคิล

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอิทธิพลของอินโฟกราฟิกต่อการสื่อสารข้อมูลและการเรียนรู้ มีดังนี้

นฤมล ถิ่นวิรัตน์ (2555) ได้ศึกษาอิทธิพลของอินโฟกราฟิกต่อการสื่อสารข้อมูลเชิงซ้อนกรณีศึกษาโครงการ "รู้สู้ Flood" การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาอิทธิพลของอินฟอร์เมชันกราฟิกต่อการสื่อสารข้อมูลเชิงซ้อน 2) เพื่อศึกษา และแก้ปัญหาการสื่อสารข้อมูลเชิงซ้อน การทำวิจัยนี้แบ่งลักษณะของงานวิจัยออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกเป็นการวิจัยรายการกรณีศึกษา (Case Study) ซึ่งใช้วิธีการดำเนินการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) และวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) ในส่วนที่สองของการวิจัย เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยสำรวจ และรวบรวมข้อมูลจากกรณีศึกษาเพื่อนำมาวิเคราะห์อย่างมีระบบ และมีคุณภาพ เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอนได้แก่ ตอนที่ 1 แบบสอบถามปลายเปิด สถิติที่ใช้ในการประเมินคือ ค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก วิเคราะห์ข้อมูลโดยสรุปรวบรวมข้อมูลลำดับความคิดเห็นเป็นความถี่ และนำเสนอในรูปแบบของความเรียง และตอนที่ 2 แบบสอบถามปลายเปิด สถิติที่ใช้ในการประเมินคือ ค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก วิเคราะห์ข้อมูลโดยสรุปรวบรวมข้อมูลลำดับความคิดเห็นเป็นความถี่

และนำเสนอในรูปแบบของความเรียง กลุ่มตัวอย่าง คือ ประชาชนทั่วไป จำนวน 100 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) ประชาชนทั่วไปที่เคยประสบอุทกภัยในช่วงปลายปี พ.ศ. 2554 จำนวน 50 คน และ 2) ประชาชนทั่วไปที่ไม่เคยประสบอุทกภัยในช่วงปลายปี พ.ศ. 2554 จำนวน 50 คน การวิจัยเริ่มจากการศึกษา และวิเคราะห์การใช้อินโฟกราฟิกในรูปแบบ และสถานการณ์ต่าง ๆ จากนั้นวิเคราะห์เกี่ยวกับการรับข้อมูลข่าวสารของประชาชนในช่วงน้ำท่วม โดยแบ่งกลุ่มประชากรออกเป็น 2 กลุ่ม เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการทำแบบสอบถาม จากนั้นผู้วิจัยได้ให้กลุ่มประชากรที่ตอบแบบสอบถามในส่วนของที่ 1 ชมวิดีโอ รู้สู้ Flood อันเป็นกรณีศึกษาพร้อมทำแบบสอบถาม ส่วนที่ 2 ผลประเมินจากแบบสอบถามส่วนที่ 2 ใช้เพื่อวิเคราะห์ และสร้างเครื่องมือตรวจสอบผลในรูปแบบของแบบสอบถาม และตรวจสอบผลโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน วิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การสรุปผล

จากผลการวิจัยพบว่า ข้อมูลที่มีความซับซ้อน เชื่อมโยงกับข้อมูลหลายด้าน การแปลงข้อมูลเป็นภาพในรูปแบบของอินโฟกราฟิกจะช่วยให้ประชาชนมีความรู้ และความเข้าใจดีขึ้น เร็ว แจ่มชัดขึ้นกว่าการสื่อสารในรูปแบบของตัวอักษรเพียงอย่างเดียว

ปวันรัตน์ ศรีพรหม (2562) ได้ศึกษาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับอินโฟกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วัตถุประสงค์การวิจัย 1. สร้างและประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับอินโฟกราฟิก ตามเกณฑ์ 75/75 2. ศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับอินโฟกราฟิก 2.1 เปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับอินโฟกราฟิก 2.2 เปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน 2.3 ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับอินโฟกราฟิก ดำเนินการวิจัยและพัฒนา มี 2 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับอินโฟกราฟิก สร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน และทำการทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 คน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของภาษา เนื้อหา เวลา และสื่อการเรียนรู้แล้วปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียน จำนวน 9 คน เพื่อประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 75/75 ขั้นตอนที่ 2 ทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับอินโฟกราฟิก กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา พิษณุโลก จำนวน 30 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ใช้แบบแผนการทดลอง One Group Pretest-Posttest Design

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกระตือรือร้นในการเรียนวิทยาศาสตร์และสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้อธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นจากบริบทในชีวิตประจำวันที่นักเรียนได้พบเจอมา

อย่างสมเหตุสมผล และสามารถถ่ายทอดเรื่องราวจากบริบทนั้นออกมาในเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีความ น่าสนใจและง่ายต่อการทำความเข้าใจโดยการสร้างอินโฟกราฟิก

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการ ตัดสินใจทางชีวจริยธรรม มีดังนี้

เจษฎา ฤทธิศรีบุญ (2559) ได้ศึกษาการตัดสินใจเชิงชีวจริยธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่ง หมาย 1) เพื่อเปรียบเทียบการตัดสินใจเชิงชีวจริยธรรมรายด้านและรายข้อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม 2) เพื่อศึกษาผลการใช้ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/10 จำนวน 30 คน โรงเรียนอนุกุลนารี อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาค เรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม 2) แบบทดสอบการตัดสินใจเชิงชีวจริยธรรม 3) แบบสัมภาษณ์เชิงลึก การ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และการทดสอบสมมติฐานด้วย F-test

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็น วิทยาศาสตร์กับสังคมมีการตัดสินใจเชิงชีวจริยธรรม 3 ด้าน คือ การระบุปัญหา การเสนอทางเลือก และการเลือกวิธีการแก้ไขปัญหา ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับ สังคมเป็นวิธีการที่ช่วยเสริมสร้างการตัดสินใจเชิงชีวจริยธรรมสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการ ตัดสินใจเรื่องที่เกี่ยวข้องกับชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้

กุลวรรณ อินทะอุด (2561) ได้ศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง วัตถุประสงค์การวิจัย เพื่อศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่ ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และเพื่อศึกษาผลของการ เรียนรู้ต่อการส่งเสริมให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ จำนวน 3 วงรอบ ดำเนินการเก็บข้อมูลเพื่อสะท้อนแนวทางการจัดการเรียนรู้ โดยนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาจาก แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และเก็บข้อมูลผลการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อน เรียนและหลังเรียนด้วยแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และระหว่างเรียนด้วยรายงานผลการ ทดลองรายบุคคลของนักเรียน

ผลการวิจัยพบว่า ผลจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่ ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งส่งผลให้นักเรียนมีระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนสอดคล้องกับผลรายงานผลการทดลองระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่ง

พบว่านักเรียนมีระดับขององค์ประกอบที่สำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ดีขึ้นตามวงรอบปฏิบัติการ

จักรกฤษ อินเปี้ย (2561) ได้ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจของนักเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม วัตถุประสงค์คือ 1. เพื่อศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และ 2. เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีผู้เข้าร่วมจำนวน 34 คน ดำเนินการจัดการเรียนรู้ในโรงเรียนส่งเสริมวิทยาศาสตร์แห่งหนึ่ง โดยมีกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 34 คน โดยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการปฏิบัติซ้ำตามวงจร PAOR จำนวน 3 วงจร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้าง บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ อนุทินของนักเรียน ใบกิจกรรมของนักเรียน และแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและวิเคราะห์เชิงปริมาณโดยใช้สถิติเบื้องต้น ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม ใช้สถานการณ์ที่สั้นกระชับจะช่วยให้นักเรียนได้ใช้ความรู้มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาและออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ เน้นย้ำให้นักเรียนโดยใช้เหตุผลโดยใช้หลักฐานพยานที่ถูกต้องและนำเสนอชื่อถือมาสนับสนุนในการลงข้อสรุปและตัดสินใจ ซึ่งหลังจากการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจในระดับที่เพิ่มขึ้น

2. งานวิจัยต่างประเทศ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม และอิทธิพลของอินโฟกราฟิกต่อการสื่อสารข้อมูล มีดังนี้

Lau (2013) ได้จัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสังคม และสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ได้แก่ สมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการตระหนักเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อม เพื่อสะท้อนให้เห็นความสำคัญของปรากฏการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ร้อยละ 26.63 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และสมรรถนะทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นร้อยละ 15.46 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 หลังการจัดการเรียนรู้

Huseyin Bicen and Mobina Beheshti (2017) ได้ศึกษาผลกระทบทางจิตวิทยาของอินโฟกราฟิก ในทางการศึกษาอินโฟกราฟิกถูกนำมาใช้เพื่ออธิบายข้อมูลที่มีความซับซ้อน ซึ่งคุณสมบัตินี้จะช่วยให้ผู้สอนสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมได้อย่างหลากหลาย เช่น นำไปใช้นำเข้าบทเรียน และนำไปใช้สรุปบทเรียน ผู้สอนจะต้องหาเครื่องมือที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และเรียนรู้ได้ดีซึ่งเครื่องมือชิ้นนี้ และหนึ่งในนั้นก็คืออินโฟกราฟิก โดยต้องนำเอาอินโฟกราฟิกมาใช้ให้เกิดประโยชน์ที่สุดเพราะอินโฟกราฟิกจะช่วยให้ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ นอกจากนี้การสื่อสารด้วยภาพจะทำให้เข้าใจว่าผู้สร้างต้องการสื่อสารอะไร มีความรู้มากน้อยเพียงใดหรือเข้าใจในเนื้อหานั้นมากน้อยแค่ไหนจากการสะท้อนความรู้ความเข้าใจของตนผ่านอินโฟกราฟิกสำหรับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ เพื่อเพิ่มความตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อินโฟกราฟิกในการศึกษา งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรีจำนวน 163 คน ระหว่างการวิจัยจะใช้คำถามปลายปิดเพื่อเก็บข้อมูล และอธิบายข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นข้อมูลทั่วไป ส่วนที่สองเป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ต 5 ระดับ มีข้อคำถามทั้งหมด 20 ข้อ

ผลการวิจัยพบว่านักเรียนเห็นด้วยกับการใช้อินโฟกราฟิกในการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่เชื่อว่าอินโฟกราฟิกสามารถอธิบายข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้เร็วขึ้น และอินโฟกราฟิกมีประสิทธิภาพในการเพิ่มความคิดสร้างสรรค์ ความความรู้ แรงจูงใจ จินตนาการ และความสามารถในการสื่อสารของนักเรียน และนักเรียนยังยืนยันว่าชอบการเรียนรู้ทางทัศนะ (Visual Literacy) มากกว่าการเรียนรู้ข้อมูลที่เป็นข้อความ ดังนั้นนักเรียนจึงต้องการให้มีอินโฟกราฟิกเข้ามาใช้ในการเรียนการสอนมากกว่าหนังสืออื่น ๆ

Najwa Al-Mohammadi (2017) ได้ศึกษาประสิทธิผลของการใช้อินโฟกราฟิกในการสอนการเขียนโปรแกรมขั้นพื้นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในเมือง Makkah ในประเทศซาอุดีอาระเบีย สำหรับการสอนการเขียนโปรแกรมพื้นฐานผู้วิจัยเชื่อว่าการสอนโดยใช้อินโฟกราฟิกจะช่วยอธิบายเรื่องราว และเนื้อหาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพเพราะว่าภาพจะทำให้ผู้รับเข้าใจข้อมูลได้ง่าย และเร็ว ช่วยให้ผู้รับวิเคราะห์ข้อมูลได้รวดเร็วยิ่งขึ้น การใช้ภาพในการสอนมีผลต่อการรับรู้ของผู้เรียนเป็นยังเป็นเรื่องที่น่าสนใจได้ดีทีเดียวผู้วิจัยจึงเลือกใช้อินโฟกราฟิกในการสอนการเขียนโปรแกรมพื้นฐาน นอกจากนี้อินโฟกราฟิกยังช่วยลดความซับซ้อนของข้อมูลทำให้อ่านง่าย เข้าใจง่าย การอ่านจากภาพจะช่วยลดระยะเวลาในการอ่านลงเมื่อเทียบกับการอ่านจากลายลักษณ์อักษร และยังมีศักยภาพในการช่วยพัฒนาทักษะการคิดแก่ผู้เรียนได้อีกด้วย ซึ่งในงานวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental) กลุ่มตัวอย่างเป็น

นักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 64 คน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง (สอนโดยการใช้อินโฟกราฟิก) 32 คน และกลุ่มควบคุม (สอนแบบปกติ) 32 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ และใช้สถิติทดสอบ t-test เพื่อทดสอบความแตกต่างของสองกลุ่ม

จากผลการวิจัยพบว่า การสอนโดยใช้อินโฟกราฟิกเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ สามารถเข้าถึงนักเรียนได้มากกว่าการสอนแบบปกติ และช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน เพราะการสอนโดยใช้อินโฟกราฟิกทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย มีความน่าสนใจ และดึงดูดใจนักเรียนได้ดี

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม มีดังนี้

Kim (2014) ได้วิจัยความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์เจตคติและการตัดสินใจ โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมกรณีศึกษาของการอภิปรายของนักเรียนเกี่ยวกับโรงงานไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศเกาหลี และแบบสอบถามก่อน-หลังเรียน พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น ด้านความสัมพันธ์ของทั้ง 3 ประการ

ผลการวิจัยพบว่าเจตคติบางข้อมีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจเพราะว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่แสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับการตัดสินใจ

Gutierrez (2015) ได้วิจัยการใช้แนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมเพื่อเพิ่มทักษะการตัดสินใจเชิงชีวจริยธรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศฟิลิปปินส์

ผลการวิจัยพบว่าคะแนนทักษะการตัดสินใจเชิงชีวจริยธรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากกลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่เรียนชีววิทยาจำนวน 72 คน อย่างไรก็ตามการใช้แนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมในการเรียนการสอนเพิ่มปฏิสัมพันธ์ภายในชั้นเรียนส่งผลดีความรับผิดชอบของนักเรียนอีกด้วย

Marcus Gracea, et al. (2015) ได้ศึกษามุมมองของนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์อายุ 16-17 ปี จากประเทศอังกฤษ เยอรมนี ฮังการี และสวีเดนเกี่ยวกับการล่าปลาวาฬและการรับรู้ความคิดเห็นของคู่ค้าระหว่างประเทศ โดยนักเรียน ทุกคนได้รับปัญหาในการตัดสินใจที่พุดถึงปัญหาในกลุ่มเล็ก ๆ และให้นำเสนอมุมมองเกี่ยวกับจาก การรับชมวิดีโอ เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้คือแบบสอบถามก่อนและหลังการทดสอบซึ่งใช้ งานอยู่ห่างกันไม่เกินหนึ่งสัปดาห์และมีการดูวิดีโอในช่วงไม่เกินหนึ่งเดือน ในระหว่างการวิจัยผู้วิจัย ได้มอบหมายงานและพยายามให้นักเรียนแสดงความรู้สึที่แท้จริงเกี่ยวกับประเด็นต่าง ๆ โดยการเสริมข้อความให้กับนักเรียนตลอดการถามตอบว่า “ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง” คำตอบของพวกเขาจะไม่ส่งผลกระทบต่อคะแนนของพวกเขาการตอบและจะไม่

เปิดเผยตัวตน อีกทั้งสามารถถอนตัวออก จากกิจกรรมได้ตลอดเวลา โดยการตอบคำถามนี้จะใช้ภาษาพื้นเมืองของนักเรียนเองและผู้วิจัยจะแปลคำตอบเป็นลายลักษณ์อักษรเป็นภาษาอังกฤษ

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมที่ใช้ในการตัดสินใจสามารถพัฒนาและสามารถปรับเปลี่ยนมุมมองของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้นในทุกสัญชาติและ นักเรียนส่วนใหญ่เห็นค่าและเรียนรู้จากการแบ่งปันมุมมองกับนักเรียนที่มีอายุเท่ากันจากทั่วโลก อย่างไรก็ตามการค้นพบที่สำคัญก็คือความคิดเห็นของนักเรียนเยอรมันมักจะแตกต่างจากคนกลุ่มอื่นในการเขียนบทความเกี่ยวกับมุมมองกว้าง ๆ ของนักเรียนเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม

Sabina Eggert, et al. (2017) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนานักเรียนในหัวข้อคือ 1) ความเข้าใจเชิงแนวคิดเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและ 2) การให้เหตุผลและการตัดสินใจทางสังคมศาสตร์และการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม โดยสร้างความเข้าใจในแนวความคิดและการให้เหตุผลด้านวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ด้วยระบบการเรียนรู้ผ่านคอมพิวเตอร์ที่มีเครื่องมือในการทำแผนที่ความคิด (concept mapping) และนำมาใช้เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นนักเรียนจำนวน 158 คน (ชาย 47 คน, หญิง 107 คน และไม่ได้ระบุเพศนักเรียน 4 คน ที่อายุเฉลี่ย 17.16 ปี) จากสองปีสุดท้ายของโรงเรียนมัธยมปลายในประเทศเยอรมนี โดยการสุ่มเลือกหัวข้อให้กับผู้เข้าร่วมโดยการประเมินผลของโครงร่างแนวคิดต่าง ๆ เน้นไปที่คุณภาพของแผนที่ความคิดที่นักเรียนสร้างขึ้นรวมทั้งผลการทดสอบของนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวความคิดและเหตุผลทางสังคมวิทยาและการตัดสินใจทางสังคม วิทยาผ่านข้อสอบแบบเขียนลงบนกระดาษซึ่งเป็นข้อสอบแบบปลายเปิด ซึ่งการทดสอบครั้งแรก เน้นที่ความสามารถของนักเรียนในการอธิบายเกี่ยวกับ SSIs ในทั้ง 3 มิติของการพัฒนาที่ยั่งยืน (ทางนิเวศวิทยาเศรษฐกิจและสังคม) และเพื่อพัฒนาวิธีการแก้ไขปัญหายั่งยืนสำหรับ SSIs (การพัฒนาวิธีการแก้ไข) การทดสอบครั้งที่สองมุ่งเน้นไปที่ความสามารถของนักเรียนในการประเมิน แนวทางแก้ไขปัญหาด้าน SS1 ที่ (การประเมินวิธีแก้ไข) หัวข้อที่ใช้ในบทความทดสอบเกี่ยวข้องกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม เช่น การทำประมงมากเกินไปหรือการผลิตถั่วเหลืองในพื้นที่ป่า ฝนแต่ไม่รวมถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ดังนั้นการทดสอบจึงทำให้นักเรียนต้องถ่ายทอด ทักษะการคิดและการตัดสินใจของตนในการเฝ้าตอบรับทใหม่ ๆ

ผลการวิจัยพบว่าสามารถเพิ่ม ความสามารถของนักเรียนในการทำแบบทดสอบหลังเรียน ทั้ง 4 เงื่อนไข ดังนั้นนักเรียนทุกคนจึงได้รับผลประโยชน์จากการช่วยเหลือการเรียนการสอนด้วยวิธีการเดียวกันในแง่ของการได้รับความรู้ในด้านเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และการเรียนรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมในภาพรวม สำหรับการทดสอบครั้งแรกเกี่ยวกับ “การพัฒนาวิธีการ แก้ปัญหา” นักเรียนทั้ง 4 เงื่อนไขจะได้คะแนนดีขึ้นหลังการเรียน

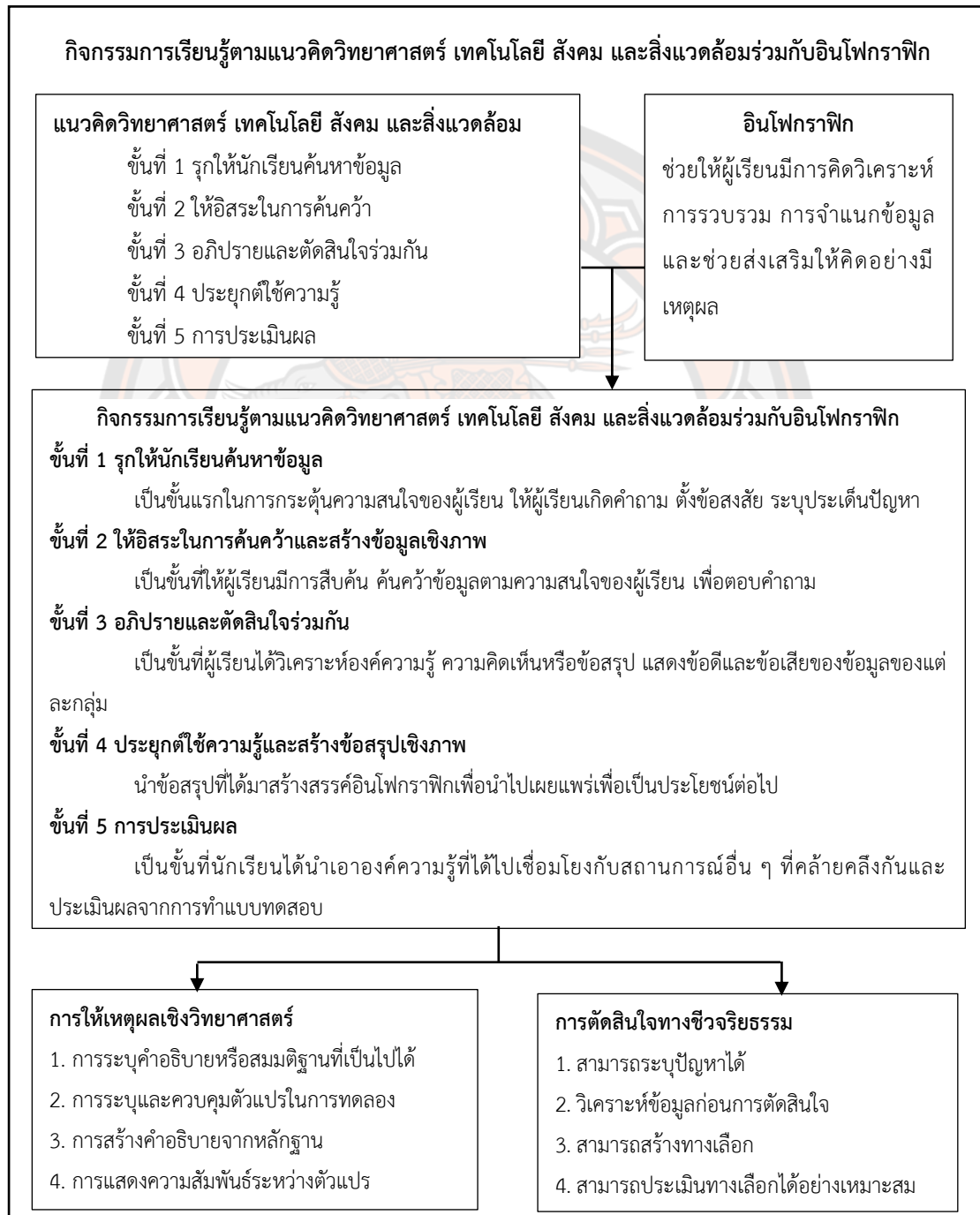
จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศสามารถสรุปได้ดังนี้

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม พบว่าการนำสถานการณ์ที่มีการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ที่มีผลต่อสังคม และสิ่งแวดล้อม ในเกิดขึ้นจริงในชีวิตจริงในการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียน เกิดความสนใจ ได้เชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ได้ฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การตั้งสมมติฐาน การระบุประเด็นปัญหา การเสนอแนวทางการแก้ปัญหา บนพื้นฐานการใช้เหตุผลทาง วิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหา โดยคำนึงหลักชีวจริยธรรม
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอินโฟกราฟิก พบว่า การที่ผู้เรียนสร้างอินโฟกราฟิกด้วยตนเอง จะช่วยส่งเสริมทักษะหรือความสามารถการคิดวิเคราะห์ การคิดเหตุเป็นเป็นผล ของผู้เรียน และ นอกจากนี้ยังพบว่า การสร้างหรือนำอินโฟกราฟิกมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน จะช่วยให้ผู้เรียน จดจำเนื้อหา หรือ องค์ความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ ได้ยาวนาน และ คงทน มากยิ่งขึ้น
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องเนื้อหาและชีวิตประจำวันนั้น จะทำให้ ผู้เรียนตั้งข้อสงสัย ตั้งคำถาม ระบุประเด็นปัญหา การตั้งสมมติฐาน เชื่อมโยงระหว่างองค์ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์กับหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งสอดคล้องกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการตัดสินใจเชิงชีวจริยธรรม พบว่าการนำ สถานการณ์หรือประเด็นปัญหาทางชีวจริยธรรม มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ ถึงประเด็นปัญหา นำไปสู่ การระบุปัญหา เสนอทางเลือก และเลือกวิธีการแก้ไขปัญหา จะช่วยให้ ผู้เรียนตัดสินใจในเชิงชีวจริยธรรมได้อย่างเหมาะสม

จากการวิเคราะห์ดังกล่าวจะเห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก จะนำเอาสถานการณ์หรือประเด็นทางชีวจริยธรรมมาเป็น ตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ประเด็นปัญหาดังกล่าว ฝึกเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทาง วิทยาศาสตร์กับสถานการณ์จริง ฝึกคิดหาวิธีการแก้ปัญหาบนพื้นฐานของเหตุและผล ได้สร้างอินโฟ กราฟิกซึ่งช่วยส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การจัดการข้อมูล และความคิดเป็นเหตุเป็นผลของผู้เรียน และ ได้ประยุกต์ใช้องค์ความรู้ไปสู่สถานการณ์ที่คล้ายคลึง กิจกรรมลักษณะนี้จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้าแนวคิด เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับ อินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการ ตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีกรอบแนวคิดดังนี้



ภาพ 8 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยมีขั้นตอนและรายละเอียดการดำเนินงาน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก ตามเกณฑ์ 75/75

แหล่งข้อมูล

1. การสร้างและประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ที่มีผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยคุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน มีดังต่อไปนี้

1.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ จันทะคุณ อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

1.2 อาจารย์ ดร.บวร คุณากรนุรักษ์ อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

1.3 นางสาวรัชณี รัตนบุรี ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนช่องแคพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษาานครสวรรค์ เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการ ให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม เรื่อง เทคโนโลยีทางดี เอ็นเอ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 โดยมีขั้นตอนการประเมิน ดังนี้

2.1 ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา นครสวรรค์ โรงเรียนจันทน์เสนาธิงสุวรรณอนุสรณ์ จังหวัดนครสวรรค์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน แบ่งเป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าปานกลางจำนวน 1 คน นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนปานกลางจำนวน 1 คน และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าปานกลางจำนวน 1 คน เพื่อพิจารณาว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมของภาษา เนื้อหา และเวลาที่ใช้

2.2 นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาานครสวรรค์ โรงเรียนจันทน์เสนาธิงสุวรรณอนุสรณ์ จังหวัดนครสวรรค์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 9 คน แบ่งเป็นนักเรียนที่มีคุณลักษณะสูงจำนวน 3 คน นักเรียนที่มีคุณลักษณะปานกลางจำนวน 3 คน และนักเรียนที่มีคุณลักษณะต่ำกว่าปานกลางจำนวน 3 คน เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพของกิจกรรมการ เรียนรู้ให้ได้ตามเกณฑ์ 75/75 โดยคุณลักษณะของนักเรียนใช้เกณฑ์ในการจำแนก ดังนี้

นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง คือ นักเรียนที่มีเกรดเฉลี่ยรายวิชาวิทยาศาสตร์ใน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อยู่ในช่วง 3.00 – 4.00

นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง คือ นักเรียนที่มีเกรดเฉลี่ยรายวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อยู่ในช่วง 2.00 – 2.99

นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าปานกลาง คือ นักเรียนที่มีเกรดเฉลี่ยรายวิชา วิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อยู่ในช่วง 0.00 – 1.99

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับ อินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการ ตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริม ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การพัฒนาเครื่องมือ มีการดำเนินการดังนี้

1. กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.1 ศึกษาเอกสาร และข้อมูลของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ สาระชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรโรงเรียนจันเสนเอ็งสุวรรณอนุสรณ์

1.2 วิเคราะห์เนื้อหา และผลการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 มีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 เนื้อหาอยู่ในสาระที่ 4 ชีววิทยา เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐาน ข้อมูล และแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตาราง 5 แสดงผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยาหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1

ผลการเรียนรู้	หัวข้อ	เวลา (ชั่วโมง)
- อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์	พันธุวิศวกรรม การโคลนยีน	3 3
	พอลิเมอไรเซชันรีแอคชัน	3
	เจลอิเล็กโทรโฟรีซิส	3
รวม		12

หมายเหตุ: ทดสอบก่อนเรียน 1 ชั่วโมง ทดสอบหลังเรียน 1 ชั่วโมง รวม 2 ชั่วโมง อินโฟกราฟิก 1 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ 12 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 15 ชั่วโมง

1.2.2 เนื่องด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีการส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างอินโฟกราฟิก ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาความรู้และฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับการทำอินโฟกราฟิก ซึ่งใช้เวลา 1 ชั่วโมง ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในหน่วยที่ 3 เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

1.2.3 จากตาราง 4 ที่แสดงรายละเอียดของหน่วยที่ 3 เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยแบ่งออกเป็น 4 เรื่อง คือ 1) พันธุวิศวกรรม 2) การโคลนยีน 3) พอลิเมอไรเซชันรีแอกชัน และ 4) เจลอิเล็กโทรโฟรีซิส ใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง

จากข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยได้วิเคราะห์ และนำมาออกแบบโครงสร้างเนื้อหา และพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้ 1 กิจกรรม เพื่อนำไปใช้ในการวิจัยโดยผู้วิจัยแบ่งเนื้อหาออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกเป็นเนื้อหาเรื่องอินโฟกราฟิก และส่วนที่สองเป็นเนื้อหาเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เนื้อหาส่วนแรกใช้เวลา 1 ชั่วโมง และเนื้อหาเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ 12 ชั่วโมง แบ่งเป็นเรื่องพันธุวิศวกรรม 3 ชั่วโมง เรื่องการโคลนยีน 3 ชั่วโมง เรื่องพอลิเมอไรเซชันรีแอกชัน 3 ชั่วโมง และเรื่องเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส 3 ชั่วโมง มีการสอบก่อนเรียน และหลังเรียนอย่างละหนึ่งชั่วโมง รวมทั้งหมด 2 ชั่วโมง ดังนั้นเวลาทั้งหมดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากับ 15 ชั่วโมง พร้อมด้วยแผนการจัดกิจกรรมจำนวน 5 แผน ซึ่งมีรายละเอียดดังตาราง

ตาราง 6 แสดงรายละเอียดเนื้อหาในแต่ละแผนการจัดกิจกรรม

แผนที่	เวลา (ชั่วโมง)	เนื้อหา
1. อินโฟกราฟิก	1	- หลักการสร้างอินโฟกราฟิก - รูปแบบของอินโฟกราฟิก - ประโยชน์ของอินโฟกราฟิก
2. พันธุวิศวกรรม	3	- ความหมายของพันธุวิศวกรรมและขั้นตอนการสร้างดีเอ็นเอสายผสม - การประยุกต์ใช้ และผลกระทบที่เกิด จากการดัดแปลงสิ่งมีชีวิตด้วยเทคนิคพันธุวิศวกรรม
3. การโคลนยีนโดย อาศัยพลาสมิด แบคทีเรีย	3	- ความหมายของโคลนยีนโดยอาศัยพลาสมิดแบคทีเรีย - ขั้นตอนการโคลนยีนโดยอาศัยพลาสมิดแบคทีเรีย - การประยุกต์ใช้ และผลกระทบที่เกิด จากการโคลนยีนโดยอาศัยพลาสมิดแบคทีเรีย

แผนที่	เวลา (ชั่วโมง)	เนื้อหา
4. เรื่องการโคลนนิ่งด้วยเทคนิคพอลิเมอเรสเซนรีแอกชัน	3	- ความหมายของโคลนนิ่งด้วยเทคนิคพอลิเมอเรสเซนรีแอกชัน - ขั้นตอนการโคลนนิ่งด้วยเทคนิคพอลิเมอเรสเซนรีแอกชัน - การประยุกต์ใช้ และผลกระทบที่เกิด จากการโคลนนิ่ง ด้วยเทคนิคพอลิเมอเรสเซนรีแอกชัน
5. การวิเคราะห์ดีเอ็นเอด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส	3	- ความหมายของการวิเคราะห์ดีเอ็นเอด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส - ขั้นตอนการวิเคราะห์ดีเอ็นเอด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส - การประยุกต์ใช้ และผลกระทบที่เกิด จากการวิเคราะห์ดีเอ็นเอด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส

1.3 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก และมีขั้นตอนการจัดกิจกรรม ดังนี้

ขั้นที่ 1 รุกให้นักเรียนค้นหาข้อมูล เป็นขั้นแรกในการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ให้ผู้เรียนเกิดคำถาม ตั้งข้อสงสัย ระบุประเด็นปัญหา หรือสิ่งที่ต้องการที่จะหาคำตอบ โดยเริ่มต้นด้วยการนำข่าว บทความ ตัวอย่างการวิจัย กรณีตัวอย่าง สถานการณ์ หรือคลิปวิดีโอที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคม ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยมีสาเหตุจากการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้ผู้เรียนได้ศึกษา

ขั้นที่ 2 ให้อิสระในการค้นคว้าและสร้างข้อมูลเชิงภาพ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนมีการสืบค้น ค้นคว้า ข้อมูลตามความสนใจของผู้เรียน เพื่อตอบคำถาม ข้อสงสัย ในสิ่งที่ผู้เรียนอยากรู้จากการศึกษาในขั้นแรก อาทิ เช่น สาเหตุของปัญหา การระบุที่มาของปัญหา ผลกระทบที่เกิดขึ้นหรือแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยนำมาข้อมูลที่ได้มาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม สรุปข้อมูลและให้แต่ละกลุ่มนำเสนอขอสรุปของกลุ่มตนเอง โดยมีผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะ เด็กได้เชื่อมโยงข้อเท็จจริงกับหลักฐานเชิงประจักษ์

ขั้นที่ 3 อภิปรายและตัดสินใจร่วมกัน เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้วิเคราะห์องค์ความรู้ ความคิดเห็น หรือข้อสรุป แสดงข้อดีและข้อเสียของข้อมูลของแต่ละกลุ่ม จากนั้นนำข้อมูลมาสังเคราะห์และ

ตัดสินใจร่วมกันแล้วตั้งสมมติฐานถึงวิธีการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ข้อสรุปหรือแนวทางการปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่สุด โดยคำนึงถึงชีวิตจริยธรรม

ขั้นที่ 4 ประยุกต์ใช้ความรู้และสร้างข้อสรุปเชิงภาพ นำข้อสรุปที่ได้มาสร้างสรรค์อินโฟกราฟิกเพื่อนำไปเผยแพร่เพื่อเป็นประโยชน์ต่อไป

ขั้นที่ 5 การประเมินผล เป็นขั้นที่นักเรียนตรวจสอบและประเมินผลจากการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ โดยผู้สอนเป็นผู้ทบทวนตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ของผู้เรียนจากการทำใบงาน

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และวิเคราะห์ถึงเนื้อหาที่ใช้ ลักษณะของการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก แล้ว พบว่าตัวกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม จะส่งเสริมทั้งความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม โดยในกิจกรรมผู้เรียนต้องสร้างอินโฟกราฟิกด้วยตนเองซึ่งจะช่วยให้เกิดกระบวนการวิเคราะห์ จำแนกข้อมูลและช่วยให้คิดมีเหตุผลมีผลมากขึ้น ดังนั้นในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม ซึ่งมีรายละเอียดดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงลักษณะของขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม

ลักษณะของกิจกรรมแต่ละขั้น	ส่งเสริม	
	การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	การตัดสินใจทางชีวจริยธรรม
<p>ขั้น รุกให้นักเรียน ค้นหาข้อมูล</p> <p>กระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยใช้สถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนได้ตีความสิ่งที่เกิดขึ้นว่าเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สังคม และสิ่งแวดล้อมอย่างไร</p>	วิเคราะห์และตีความสถานการณ์	สามารถระบุปัญหาได้
<p>ให้อิสระในการค้นคว้าและสร้างข้อมูลเชิงภาพ นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และนำความรู้ทาง</p>	เชื่อมโยงหลักฐานและข้อสรุป	เสนอทางเลือก

ลักษณะของกิจกรรมแต่ละขั้น	ส่งเสริม	
	การให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์	การตัดสินใจทาง ชีวจริยธรรม
วิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ ในขั้นแรก เสนอทางเลือกเบื้องต้น สรุป และนำเสนอในรูปแบบอินโฟกราฟิก		
อภิปรายและตัดสินใจร่วมกัน นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ข้อมูลของ กลุ่มเพื่อนที่นำเสนอแล้วนำมาวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อสรุปถึงปัญหาและวิธีการ แก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด	ตั้งสมมติฐานที่ เป็นไปได้ กำหนดและ ระบุตัวแปร	เลือกทางเลือกได้อย่าง เหมาะสม
ประยุกต์ใช้ความรู้และสร้างข้อสรุป เชิงภาพ นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างอินโฟ กราฟิก	เชื่อมโยงหลักฐาน และข้อสรุป	-
ขั้นการประเมินผล นักเรียนได้นำเอา องค์ความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์ อื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกันและประเมินผลจาก การทำแบบทดสอบ	วิเคราะห์และตีความ สถานการณ์	-

1.4 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเนื้อหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ประกอบด้วย 4 เรื่อง ได้แก่ พันธุวิศวกรรม การโคลนนิ่ง พอลิเมอไรเซชันรีแอกชัน และเจลอิเล็กโทรริซิส มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.4.1 กำหนดสถานการณ์ที่จะใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละเนื้อหาให้มีความสอดคล้องกับรายละเอียดของเนื้อหา มีรายละเอียดดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงสถานการณ์ที่ใช้ในแต่ละเนื้อหา และรายละเอียดของเนื้อหา

เนื้อหาและ รายละเอียด ของเนื้อหา	แนวทางในการคัดเลือก สถานการณ์	สถานการณ์ตัวอย่าง
พันธวิศกรรม	<p>ควรเลือกสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการนำความรู้เรื่องการติดต่อพันธกรรมของสิ่งมีชีวิตไปใช้ประโยชน์ นอกจากนี้ควรเลือกสถานการณ์ที่เป็นปัจจุบัน เกี่ยวข้องกับประเด็นทางชีวจริยธรรม อยู่ในความสนใจและเหมาะสมกับวัยของนักเรียน</p>	<ul style="list-style-type: none"> - วัสดุติดต่อพันธกรรมเพื่อผู้ป่วยซิสติกไฟโบรซิสเพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหาร - พืชที่มีการตัดแปลงพันธกรรม ข้าวฝ้ายบีที มะละกอ เป็นต้น - การบำบัดด้วยยีน - การประยุกต์ใช้ในด้านสิ่งแวดล้อม - การสร้างพืชหรือจุลินทรีย์ตัดแปลงพันธกรรม เพื่อใช้ย่อยสลายสารพิษที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม - การตัดต่อยีนสร้างวิตามินเอให้กับข้าว - การตัดต่อยีนยีสต์อายุให้กับมะเขือเทศ - การตัดต่อยีนเพื่อให้หมูมีไขมันต่ำและมีเนื้อมากขึ้น - การตัดต่อยีนเพื่อให้หมูมีไขมันต่ำและมีเนื้อมากขึ้น - อารูชีวภาพ
การโคลนยีน	<p>ควรเลือกสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอโดยวิธีการโคลนยีนใช้แบคทีเรียที่ถูกนำมาใช้ชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ควรเลือกสถานการณ์ที่เป็นปัจจุบัน เกี่ยวข้องกับประเด็นทางชีวจริยธรรม อยู่ในความสนใจและเหมาะสมกับวัยของนักเรียน</p>	<ul style="list-style-type: none"> - การผลิตฮอร์โมนอินซูลิน - การผลิตฮอร์โมน เอนไซม์ สำหรับ เร่งโต ใน สุนัข ไก่

เนื้อหาและ รายละเอียด ของเนื้อหา	แนวทางในการคัดเลือก สถานการณื	สถานการณืตัวอย่าง
พอลิเมอเรสเซนรี แอกซัน	ควรเลือกสถานการณืที่เกี่ยวข้อง กับการเพิ่มจำนวนสารพันธุกรรม โดยใช้วิธีพอลิเมอเรสเซนรี แอกซัน ที่ ถูก นำ มา ใช้ ใน ชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ควร เลือกสถานการณืที่เป็นปัจจุบัน เกี่ยวข้องกับประเด็นทางชีวจริย ธรรม อยู่ในความสนใจและ เหมาะสมกับวัยของนักเรียน	- การวินิจฉัยโรค โดยใช้เทคนิค PCR - การเพิ่มจำนวน DNA เพื่อหาผู้กระทำ ความผิดในคดีต่าง ๆ - การประยุกต์ใช้ในด้านการแพทย์การ ตรวจคัดกรองดาวน์ซินโดรมในหญิง ตั้งครรภ์
เจลอิเล็กโทรโฟรีซิส	ควรเลือกสถานการณืที่เกี่ยวข้อง กับการใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรี ซิส ในการแยกวิเคราะห์ดีเอ็นเอที่ ถูกนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ควรเลือกสถานการณื เป็นปัจจุบัน เกี่ยวข้องกับประเด็น ทางชีวจริยธรรม อยู่ในความ สนใจและเหมาะสมกับวัยของ นักเรียน	- การระบุความสัมพันธ์ในครอบครัว โดยการตรวจลายพิมพ์ DNA

1.4.2 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ด้วยข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมจากตาราง 4 สถานการณืต่าง ๆ ที่ใช้ในแต่ละเนื้อหาจากตาราง 8 และผลการเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

1.5 การนำกิจกรรมไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนจะต้องสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่ถูกพัฒนาขึ้นไปสอน ผู้วิจัยจึงได้สร้างแผนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้

สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยดำเนินการสร้างแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 5 แผน รวมทั้งหมด 13 ชั่วโมง ดังนี้

- แผนที่ 1 เรื่องอินโฟกราฟิก จำนวน 1 ชั่วโมง
- แผนที่ 2 เรื่องพันธุวิศวกรรม จำนวน 3 ชั่วโมง
- แผนที่ 3 เรื่องการโคลนยีน จำนวน 3 ชั่วโมง
- แผนที่ 4 เรื่องพอลิเมอไรเซชันรีแอกชัน จำนวน 3 ชั่วโมง
- แผนที่ 5 เรื่องเจลอิเล็กโทรริซิส จำนวน 3 ชั่วโมง

โดยแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย

- 1) ผลการเรียนรู้
- 2) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 3) สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
- 4) คุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 5) สาระสำคัญ
- 6) สาระการเรียนรู้
- 7) กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก
- 8) สื่อ และแหล่งการเรียนรู้
- 9) การวัดและประเมินผล

1.6 นำกิจกรรมการเรียนรู้ และแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำ มาปรับปรุงแก้ไข

1.7 นำกิจกรรมการเรียนรู้ และแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว พร้อมแบบประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบของกิจกรรม และแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรม

1.8 นำกิจกรรมการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยกำหนดเกณฑ์มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าน้อยกว่า 1.00 ถือว่าเป็นกิจกรรมที่มีความเหมาะสม ถ้ากิจกรรมการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ต้องนำมาปรับปรุง

1.9 นำกิจกรรมการเรียนรู้ และแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วมาประเมินประสิทธิภาพ เป็นการประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) โดยนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try Out) กับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างโรงเรียนจันเสนอังกษสุวรรณอนุสรณ์ จังหวัด

นครสวรรค์ จำนวน 3 คน เป็นนักเรียนที่มีคุณลักษณะสูงจำนวน 1 คน นักเรียนที่มีคุณลักษณะปานกลางจำนวน 1 คน และนักเรียนที่มีคุณลักษณะต่ำกว่าปานกลางจำนวน 1 คน เพื่อหาความเหมาะสมของภาษา เนื้อหา และเวลาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงเพื่อให้สอดคล้องเหมาะสม

1.10 นำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วมาประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก (1:3) โดยนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โรงเรียนจันทนเศรษฐศาสตร์ จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 9 คน เป็นนักเรียนที่มีคุณลักษณะสูงจำนวน 3 คน นักเรียนที่มีคุณลักษณะปานกลางจำนวน 3 คน และนักเรียนที่มีคุณลักษณะต่ำกว่าปานกลาง จำนวน 3 คน โดยอธิบายวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการจัดกิจกรรม ดำเนินกิจกรรม เก็บคะแนนจากใบงานหรือใบกิจกรรมระหว่างทำกิจกรรม และเก็บคะแนนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมหลังเรียน จากนั้นทำการวิเคราะห์และนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

1.11 นำกิจกรรมการเรียนรู้ และแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก มาปรับปรุงและนำมาจัดทำเป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.1 ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมและแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินความเหมาะสม

2.2 กำหนดจุดประสงค์ในการสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

2.2.1 การประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก ที่ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 รุกให้นักเรียนค้นหาข้อมูล

ขั้นที่ 2 ให้อิสระในการค้นคว้าและสร้างข้อมูลเชิงภาพ

ขั้นที่ 3 อภิปรายและตัดสินใจร่วมกัน

ขั้นที่ 4 ประยุกต์ใช้ความรู้และสร้างข้อสรุปเชิงภาพ

ขั้นที่ 5 การประเมินผล

2.2.2 การประเมินความเหมาะสมของแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย

- 1) ผลการเรียนรู้
- 2) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 3) สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
- 4) คุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 5) สาระสำคัญ
- 6) สาระการเรียนรู้
- 7) กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก
- 8) สื่อ และแหล่งการเรียนรู้
- 9) การวัดและประเมินผล

2.3 สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) และส่วนท้ายมีแบบปลายเปิดเพื่อสอบถามความคิดเห็น และข้อเสนอแนะต่าง ๆ โดยเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, น. 103) ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก
- 3 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย
- 1 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

2.4 นำแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.5 นำแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมและนำไปปรับแก้เพื่อนำไปประเมินประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นที่ 1 การสร้างและประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก ตามเกณฑ์ 75/75 ดำเนินการดังนี้

1. การประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก

1.1 ติดต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.2 ดำเนินการขอหนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจแก้ไขเครื่องมือจากบัณฑิตวิทยาลัย

1.3 นำกิจกรรมการเรียนรู้และแผนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน โดยเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก ซึ่งจะวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกณฑ์ตัดสินความเหมาะสม คือ ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, น. 103)

1.4 นำแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก จากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2. ประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.1 ติดต่อทางบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อออกหนังสือขอความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือวิจัย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนจันทนเศรษฐศาสตร์ อำเภอดงตาล จังหวัดนครสวรรค์ เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล และนำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจันทนบุรีศรีสุพรรณอนุสรณ์ อำเภอตากลี จังหวัดนครสวรรค์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน แบ่งเป็นนักเรียนที่มีคุณลักษณะสูงจำนวน 1 คน นักเรียนที่มีคุณลักษณะปานกลางจำนวน 1 คน และนักเรียนที่มีคุณลักษณะต่ำกว่าปานกลางจำนวน 1 คน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของภาษา เนื้อหา และเวลาที่ใช้

1.2 นำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไข และนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจันทนบุรีศรีสุพรรณอนุสรณ์ อำเภอตากลี จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 9 คน เป็นนักเรียนที่มีคุณลักษณะสูงจำนวน 3 คน นักเรียนที่มีคุณลักษณะปานกลางจำนวน 3 คน และนักเรียนที่มีคุณลักษณะต่ำกว่าปานกลางจำนวน 3 คน เพื่อประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ ในเกณฑ์ 75/75 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ตามสูตร E_1/E_2 โดยพิจารณา ดังนี้

เกณฑ์ E_1 พิจารณาจากค่าเฉลี่ยของคะแนนที่นักเรียนได้ทำใบงานระหว่างการเรียนด้วย กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ มีการเก็บคะแนนจากใบงานทั้งหมด 4 ครั้ง คะแนนเต็มครั้งละ 21 คะแนน รวมทั้งหมด 84 คะแนน

ตาราง 9 แสดงจำนวนคะแนนเก็บในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

ครั้งที่	แผนการจัดการเรียนรู้	สถานการณ์	เก็บคะแนนจากใบงาน
1	พันธุ์วิศวกรรม	ข้าวโพดต้านแมลงศัตรูพืช	21
2	การโคลนยีน	การผลิตอินซูลินจากแบคทีเรีย	21
3	พอลิเมอร์เซนรีแอคชัน	คีนซีฟ้างแมมมอธ	21
4	เจลอิเล็กโทรริซิส	คัดเลือกพันธุ์หอยเชลล์	21
	รวม		84

เกณฑ์ E_2 พิจารณาจากค่าเฉลี่ยของคะแนนที่นักเรียนได้ทำแบบวัดความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก จำนวน 4 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 21 คะแนน รวมทั้งหมด 84 คะแนน

ตาราง 10 แสดงจำนวนคะแนนเก็บที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม

ครั้งที่	แผนการจัดการเรียนรู้	สถานการณ์	เก็บคะแนนจากแบบวัด
1	พันธุวิศวกรรม	ปลาเรืองแสง	21
2	การโคลนยีน	การควบคุมลูกน้ำยุงโดยใช้แบคทีเรีย	21
3	พอลิเมอไรเซชันเรซินเรซิน	ไขข้อสงสัยคดีน้องชมพู	21
4	เจลอิเล็กโทรโฟรีซิส	ใครคือฆาตกรตัวจริง	21
รวม			84

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในชั้นที่ 1 การสร้างและหาคุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. นำแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก จากผู้เชี่ยวชาญ 3 คน โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีเกณฑ์ในการแปลความหมายตามแนวของ บุญชม ศรีสะอาด (2554, น. 103) ดังนี้

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51 – 5.00 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51 – 4.50 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.51 – 3.50 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.51 – 2.50 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.50 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด

โดยกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำในการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรม โดยต้องมีค่าเฉลี่ยมากกว่าหรือเท่ากับ 3.51 ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.00 ถือว่าเป็นกิจกรรมที่มีความเหมาะสม

2. การประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และ

ความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ตามสูตร E_1/E_2 โดยพิจารณา ดังนี้

เกณฑ์ E_1 หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละ 75 ของคะแนนที่นักเรียนที่ได้จากการทำกิจกรรม ใบงาน หรือใบกิจกรรมระหว่างการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก

เกณฑ์ E_2 หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละ 75 ของคะแนนที่นักเรียนได้ทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการทดลอง

การวิจัยในขั้นตอนนี้เป็นการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนหลัง (One-Group Pretest-Posttest Design) กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจันทนเศรษฐศาสตร์ ออนุสรณ์ จังหวัดนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โดยมีแบบแผนการทดลองดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, น. 248-249)

ตาราง 11 แสดงแบบแผนการทดลอง

การทดสอบก่อน	การจัดกระทำ	การทดสอบหลัง
T_1	X	T_2

เมื่อ X แทน การทดลองสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก

T_1 แทน การทดสอบก่อนเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก (Pretest)

T_2 แทน การทดสอบหลังเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก (Posttest)

การศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก มีรายละเอียดของการวิจัยดังนี้

แหล่งข้อมูล

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา นครสวรรค์

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา นครสวรรค์ โรงเรียนจันทน์เสนีสุวรรณอนุสรณ์ อำเภอตากลี จังหวัดนครสวรรค์ ปี การศึกษา 2565 ภาคเรียนที่ 1 จำนวน 30 คน (1 ห้องเรียน) ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มด้วยการจับฉลาก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก

2. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม

การพัฒนาเครื่องมือมีการดำเนินการดังนี้
การสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จากตัวอย่างข้อสอบของโครงการ TIMSS ซึ่งเป็นลักษณะข้อสอบแบบอัตนัย และศึกษาแนวการวัดความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. ศึกษาสาระการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ประกอบไปด้วยเนื้อหา พันธุวิศวกรรม การโคลนนิ่งด้วยแบคทีเรีย พอลิเมอเรสเชนรีแอคชัน และเจลอิเล็กโทรโริซิส ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลทางการเรียนเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม

3. สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม และจัดทำจัดทำตารางวิเคราะห์โครงสร้างแบบวัด โดยยึดตามกรอบการวัดของโครงการ TIMSS ประเภทข้อสอบแบบอัตนัย ซึ่งคำถามแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

- ส่วนแรก เป็นคำถามที่ใช้วัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยประเมินจากคำตอบที่แสดงถึงพฤติกรรมบ่งชี้ขององค์ประกอบของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย 4 คำถาม ได้แก่ 1) การระบุคำอธิบายหรือสมมติฐานที่

เป็นไปได้ 2) การระบุและควบคุมตัวแปรในการทดลอง 3) การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน และ 4) การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

- ส่วนที่สอง เป็นคำถามที่ใช้วัดความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมโดยประเมินจากคำตอบที่แสดงถึงขั้นตอนการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมของความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย 3 คำถาม ได้แก่ 1) การระบุปัญหา 2) การเสนอทางเลือก และ 3) การเลือกทางเลือกได้อย่างเหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหา

ดังนั้นแบบวัดจึงประกอบไปด้วยคำถามย่อยจำนวน 7 คำถาม แสดงรายละเอียดดังตาราง 12

ตาราง 12 แสดงโครงสร้างของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม

เนื้อหา	จำนวนคำถาม (ข้อ)						
	การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์				การตัดสินใจทางชีวจริยธรรม		
	PBT	CV	PPT	CT	IP	EA	SA
พันธุวิศวกรรม	1	1	1	1	1	1	1
การโคลนยีน	1	1	1	1	1	1	1
พอลิเมอไรเซชันรีแอกชัน	1	1	1	1	1	1	1
เจลอิเล็กโทรโฟรีซิส	1	1	1	1	1	1	1

หมายเหตุ: ออกข้อคำถามเป็น 2 เท่าของจำนวนข้อคำถามที่นำไปใช้จริง

องค์ประกอบของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

PBT คือ การระบุคำอธิบายหรือสมมติฐานที่เป็นไปได้ (Probabilistic thinking)

CV คือ การระบุและควบคุมตัวแปรในการทดลอง (Control of variables)

PPT คือ การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน (Proportional thinking)

CT คือ การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Correlation thinking)

องค์ประกอบของความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม

IP คือ การระบุปัญหา (Identify the problem)

EA คือ การเสนอทางเลือก (Explore alternatives)

SA คือ การเลือกทางเลือกได้อย่างเหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหา (Select an alternative)

4. ในแบบวัดใช้สถานการณ์ทั้งหมด 4 สถานการณ์ ผู้วิจัยจึงออกแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม จำนวน 8 สถานการณ์ เนื้อหาละ 2 สถานการณ์ โดยเนื้อหาที่สอนแบ่งเป็น 4 เรื่อง คือ 1) พันธุวิศวกรรม 2) การโคลนยีน 3) พอลิเมอเรสเซนรีแอกชัน และ 4) เจลอิเล็กโทรริซิส มีรายละเอียดดังตาราง

ตาราง 13 แสดงสถานการณ์ในเนื้อหา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จำนวน 8 สถานการณ์

เนื้อหา	สถานการณ์
เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	
พันธุวิศวกรรม	1. ปลาเรืองแสง 2. สับประรดสีชมพู
การโคลนยีน	1. การควบคุมลูกน้ำยุงโดยใช้แบคทีเรีย 2. วัคซีนโควิด19
พอลิเมอเรสเซนรีแอกชัน	1. ไขข้อสงสัยคดีน้องชมพู 2. นักวิทยาศาสตร์สกัด DNA จากสิ่งมีชีวิตในก้อนอำพัน
เจลอิเล็กโทรริซิส	1. ใครคือฆาตกรตัวจริง 2. ลายพิมพ์ดีเอ็นเอของพ่อแม่สองครอบครัว และลูกสามคน

5. สังเคราะห์และสร้างตารางวิเคราะห์เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม

ตาราง 14 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์		
	3	2	1
ก า ร ร ะ บู	นักเรียนตอบคำถามได้	นักเรียนตอบคำถามได้	นักเรียนตอบคำถาม
ค ำ อธิบายหรือ	คำตอบและเหตุผลมี	แต่แสดงเหตุผลที่ระบุ	ไม่ได้หรือนักเรียนตอบ
ส ม ม ตี ฐ า น ที่	ความสอดคล้องกันและ	ให้เห็นการเชื่อมโยง	คำถามได้แต่ไม่แสดง

องค์ประกอบ	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์		
	3	2	1
เป็นไปได้	ในการอธิบายเหตุผลสามารถแสดงเหตุผลที่ระบุให้เห็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้	ความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามไม่ชัดเจน	เหตุผลของคำตอบ
การระบุและควบคุมตัวแปรในการทดลอง	นักเรียนกำหนดชนิดของตัวแปรได้และมีหลักการและเหตุผลในการเลือกตัวแปรชัดเจน	นักเรียนกำหนดชนิดของตัวแปรได้แต่ให้หลักการและเหตุผลในการเลือกตัวแปรไม่ชัดเจน	นักเรียนกำหนดชนิดของตัวแปรไม่ได้หรือไม่แสดงหลักการและเหตุผลในการเลือกตัวแปร
การสรุบบ้างคำอธิบายจากหลักฐาน	นักเรียนอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์จากปัจจัยพยานได้อย่างสอดคล้องกับสถานการณ์ และแสดงเหตุผลบนพื้นฐานของการสังเกตจากข้อมูลที่กำหนดให้	นักเรียนอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์จากปัจจัยพยานได้อย่างสอดคล้องกับสถานการณ์แต่ไม่แสดงเหตุผลบนพื้นฐานของการสังเกตจากข้อมูลที่กำหนดให้	นักเรียนไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์จากปัจจัยพยานได้แต่ไม่สอดคล้อง
การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร	นักเรียนตอบคำถามได้ คำตอบ และเหตุผลมีความสอดคล้องกัน สามารถอธิบายเหตุผลของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้อย่างสอดคล้อง	นักเรียนตอบคำถามได้ คำตอบ และเหตุผลมีความสอดคล้องกัน แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้อย่างสอดคล้อง	นักเรียนตอบคำถามไม่ได้หรือ นักเรียนตอบคำถามได้แต่ไม่แสดงเหตุผลของคำตอบ

ที่มา: ปรรณนา เลือกลั่น (2563, น. 18-23)

ตาราง 15 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับการวัดความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม

องค์ประกอบ	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม		
	3	2	1
การระบุปัญหา	ระบุปัญหาได้ชัดเจนมากกว่า 1 ปัญหา	ระบุปัญหาไม่ชัดเจน แต่ระบุอย่างน้อย 1 ปัญหา	ระบุปัญหาไม่ได้หรือระบุปัญหาไม่ตรงกับสถานการณ์
การเสนอทางเลือก	เสนอทางเลือกได้หลากหลายวิธี (มากกว่า 2 วิธี) เหมาะสมต่อสถานการณ์	เสนอทางเลือกได้ 2 วิธี	เสนอทางเลือกได้เพียง 1 วิธี
การเลือกทางเลือกได้อย่างเหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหา	ตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาโดยพิจารณาเหตุผลบนพื้นฐานเจตนาของการกระทำตามหลักชีวจริยธรรม ได้แก่ การเคารพในอิสรภาพของบุคคล ลดอันตรายให้เกิดน้อยที่สุด และก่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด	ตัดสินใจเลือกวิธีแก้ไขปัญหาโดยพิจารณาเหตุผลบนพื้นฐานผลลัพธ์ของการกระทำตามหลักชีวจริยธรรม ได้แก่ การเคารพในอิสรภาพของบุคคล ลดอันตรายให้เกิดน้อยที่สุด และก่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด	ตัดสินใจเลือกวิธีแก้ไขปัญหามบนพื้นฐานสัญชาตญาณ ความรู้สึกไม่ได้วิเคราะห์ถึงผลลัพธ์ใดๆ ไม่คำนึงถึงหลักชีวจริยธรรม

ที่มา: เจษฎา ฤทธิศรีบุญ (2559, น. 101-106)

6. นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและนิยามเชิงปฏิบัติการของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ อีกทั้งตรวจสอบรูปภาพที่ใช้ในข้อคำถาม แล้วจึงนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

7. นำแบบวัดที่ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาด้วยการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและนิยามเชิงปฏิบัติการของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ รวมถึงให้ข้อเสนอแนะที่เกี่ยวกับความถูกต้องของข้อคำถาม เกณฑ์การให้คะแนน ความถูกต้องเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และพิจารณาข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 และปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543, น. 248-249) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน	+1	เมื่อแน่ใจว่ามีความเหมาะสม
ให้คะแนน	0	เมื่อไม่แน่ใจว่ามีความเหมาะสม
ให้คะแนน	-1	เมื่อแน่ใจว่าไม่มีความเหมาะสม

ผลการพิจารณาแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม จำนวน 8 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 7 ข้อย่อย โดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน พบว่าแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 ทั้ง 8 สถานการณ์ สามารถนำไปใช้ได้

8. จัดทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม เพื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 จำนวน 15 คน ซึ่งเคยเรียนเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ มาแล้ว แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาคุณภาพ ดังนี้

8.1 ตรวจสอบให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (analytic method) โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมตามตาราง 13 และ 14 ตามลำดับ ด้วยผู้ตรวจจำนวน 2 คน คือ ผู้วิจัยและครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

8.2 วิเคราะห์หาความเที่ยงของการตรวจคะแนนให้คะแนนของผู้ตรวจ 2 คน หาค่า inter rater วิเคราะห์ด้วยสถิติ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation) (r_{xy}) ซึ่งพบว่าแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจมีค่า อยู่ระหว่าง 0.784 ถึง 0.995

8.3 ผู้วิจัยได้เลือกสถานการณ์ จำนวน 4 สถานการณ์ โดยเลือกสถานการณ์ในแต่ละเนื้อหาเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (r_{xy}) เข้าใกล้กับ 1 มาก

ที่สุด และสถานการณ์ที่เหลือนำไปใช้ในการปฏิบัติงานในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งสถานการณ์ที่เลือกในแบบวัด ได้ดังตาราง

ตาราง 16 แสดงสถานการณ์ในเนื้อหา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จำนวน 4 สถานการณ์

เนื้อหา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	สถานการณ์
พันธุวิศวกรรม	ปลาเรืองแสง
การโคลนยีน	การควบคุมลูกน้ำยุงโดยใช้แบคทีเรีย
พอลิเมอไรเซชันรีแอกชัน	ไขข้อสงสัยคดีน้องชมพู
เจลอิเล็กโทรโฟรีซิส	ใครคือฆาตกรตัวจริง

6.5 สร้างแบบวัดมาสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมที่มีคุณภาพจัดพิมพ์และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นที่ 2 การใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดำเนินการดังนี้

1. ติดต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อขอออกหนังสือขอความร่วมมือในการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนจันทนบุรีศรีสุวรรณ์ อําเภอนครสวรรค์ เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ชี้แจงรายละเอียด และวัตถุประสงค์เบื้องต้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างได้เข้าใจถึงกระบวนการ และขั้นตอนการเรียนการสอน

3. ทดสอบก่อนเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยนักเรียนกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจันทนบุรีศรีสุวรรณหอนุสรณ์ จังหวัดนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โดยใช้เวลาการสอบ 60 นาที

4. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แผนการเรียนรู้ทั้งหมด 5 แผน ใช้เวลาเรียนจำนวน 12 ชั่วโมง

5. ทดสอบหลังเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จำนวน 4 สถานการณ์ ใช้เวลา 60 นาที จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ซึ่งทั้งแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม เป็นชุดเดียวกันที่ใช้สอบก่อนเรียน

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมของนักเรียนมาตรวจให้คะแนน และวิเคราะห์ข้อมูลโดยการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมก่อนและหลังสอบโดยใช้สถิติ t - test แบบ Dependent

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับงานวิจัยนี้ มีรายละเอียดดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) ใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, น. 124)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตร ดังนี้ (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2560, น. 77)

$$S = \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ	S	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของข้อมูลทั้งหมดยกกำลังสอง
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของข้อมูลแต่ละตัวยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก โดยใช้สูตร E_1/E_2 ดังนี้ (รัตนะ บัวสนธ์, 2552, น. 103)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X_1}{N}}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum X_2}{N}}{B} \times 100$$

โดย	E_1	หมายถึง	ประสิทธิภาพของนวัตกรรมการศึกษาที่เกิดขึ้นในระหว่างการใช้หรือผลที่
	E_2	หมายถึง	ประสิทธิภาพของนวัตกรรมการศึกษาที่เกิดขึ้นภายหลังการใช้สิ้นสุดลงหรือผลสรุปรวม
	$\sum X_1$	หมายถึง	คะแนนรวมของทุกคนจากแบบฝึกหัดย่อยแต่ละชุดหรือจากผลการปฏิบัติแต่ละครั้ง
	$\sum X_2$	หมายถึง	คะแนนรวมของทุกคนจากแบบทดสอบสรุปรวม
	N	หมายถึง	จำนวนนักเรียน
	A	หมายถึง	ผลรวมคะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหรือการฝึกปฏิบัติย่อย ๆ ทุกครั้ง
	B	หมายถึง	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหรือการฝึกปฏิบัติหลังการใช้นวัตกรรม

3. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม

การหาความเที่ยงของการตรวจให้คะแนนแบบวัดระหว่างผู้ตรวจจำนวน 2 คน (inter rater reliability) ด้วยสถิติ Pearson's Product Moment Correlation โดยการหาค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (r_{xy}) (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2560)

$$r_{xy} = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	r_{xy}	หมายถึง	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน
	$\sum X$	หมายถึง	ผลรวมของคะแนนชุด X
	$\sum Y$	หมายถึง	ผลรวมของคะแนนชุด Y
	X	หมายถึง	คะแนนชุด X
	Y	หมายถึง	คะแนนชุด Y
	N	หมายถึง	จำนวนคน

4. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

เป็นการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมของนักเรียนก่อนเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับหลังเรียน โดยใช้สถิติ t-test แบบ dependent (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, น. 133) ดังนี้

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
	D	แทน	ค่าผลต่างระหว่างผลคะแนน
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม ประกอบด้วย

1. ผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. ผลการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน

2.1 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก

2.2 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก

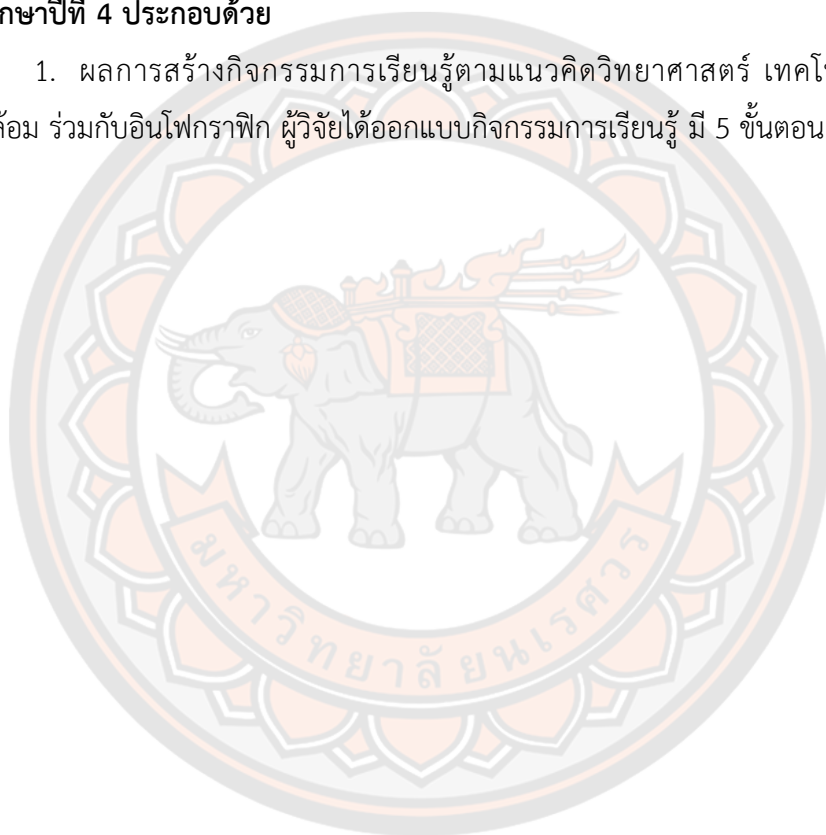
3. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 2 ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย

1. ผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ มี 5 ขั้นตอน ดังนี้





ภาพ 9 อินโฟกราฟิกกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก

ขั้นที่ 1 รุกให้นักเรียนค้นหาข้อมูล เป็นขั้นแรกในการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ให้ผู้เรียนเกิดคำถาม ตั้งข้อสงสัย ระบุประเด็นปัญหา หรือสิ่งที่ต้องการที่จะหาคำตอบ โดยเริ่มต้นด้วยการนำ ข่าว บทความ ตัวอย่างการวิจัย กรณีตัวอย่าง สถานการณ์ หรือคลิปวิดีโอที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคม ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยมีสาเหตุจากการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้ผู้เรียนได้ศึกษา

ขั้นที่ 2 ให้อิสระในการค้นคว้าและสร้างข้อมูลเชิงภาพ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนมีการสืบค้นค้นคว้าข้อมูลตามความสนใจของผู้เรียน เพื่อตอบคำถาม ข้อสงสัย ในสิ่งที่ผู้เรียนอยากรู้จากการศึกษาในขั้นแรก อาทิ เช่น สาเหตุของปัญหา การระบุที่มาของปัญหา ผลกระทบที่เกิดขึ้นหรือแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยนำมาข้อมูลที่ได้มาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม สรุปข้อมูลและให้แต่ละกลุ่มนำเสนอข้อสรุปของกลุ่มตนเอง โดยมีผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะ เด็กได้เชื่อมโยงข้อเท็จจริงกับหลักฐานเชิงประจักษ์

ขั้นที่ 3 อภิปรายและตัดสินใจร่วมกัน เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้วิเคราะห์องค์ความรู้ ความคิดเห็นหรือข้อสรุป แสดงข้อดีและข้อเสียของข้อมูลของแต่ละกลุ่ม จากนั้นนำข้อมูลมาสังเคราะห์และตัดสินใจร่วมกันแล้วตั้งสมมติฐานถึงวิธีการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ข้อสรุปหรือแนวทางการปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่สุด โดยคำนึงถึงชีวจริยธรรม

ขั้นที่ 4 ประยุกต์ใช้ความรู้และสร้างข้อสรุปเชิงภาพ นำข้อสรุปที่ได้มาสร้างสรรค์อินโฟกราฟิกเพื่อนำไปเผยแพร่เพื่อเป็นประโยชน์ต่อไป ในการที่จะแก้ปัญหา ทางสังคมและสิ่งแวดล้อม ที่เกิดจากพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมินผล เป็นขั้นที่นักเรียนได้นำเอาองค์ความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์อื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกัน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมของนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนสร้างอินโฟกราฟิกโดยเนื้อหาเกี่ยวกับสถานการณ์และทฤษฎีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น ๆ

2. ผลการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน

2.1 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิง

วิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แสดงดังตาราง 17

ตาราง 17 แสดงผลการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน

ที่	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1	ขั้นที่ 1 รุกให้นักเรียนค้นหาข้อมูล เป็นขั้นที่นำเอาตัวอย่างข่าวหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่เกิดขึ้นในสังคม ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยมีสาเหตุจากการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้ผู้เรียนได้ศึกษา เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ให้ผู้เรียนเกิดคำถาม ตั้งข้อสงสัย ระบุประเด็นปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการที่จะหาคำตอบ	5.00	0.00	มากที่สุด
2	ขั้นที่ 2 ให้อิสระในการค้นคว้าและสร้างข้อมูลเชิงภาพ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้สืบค้นข้อมูลเพื่อตอบคำถามในประเด็นปัญหาที่สงสัยในสิ่งที่ผู้เรียนอยากรู้จากการศึกษาในชั้นแรก อาทิ เช่น สาเหตุของปัญหา การระบุที่มาของปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้นหรือแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยนำข้อมูลที่ได้มาสรุปเป็นองค์ความรู้และร่วมกันสร้างอินโฟกราฟิกที่สอดคล้องกับเนื้อหาและสถานการณ์	4.67	0.58	มากที่สุด
3	ขั้นที่ 3 อภิปรายและตัดสินใจร่วมกัน เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้วิเคราะห์องค์ความรู้ ความคิดเห็นหรือข้อสรุป แสดงข้อดีและข้อเสียของข้อมูลของแต่ละกลุ่ม จากนั้นนำข้อมูลมาสังเคราะห์และตัดสินใจร่วมกันแล้วตั้งสมมติฐานถึงวิธีการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ข้อสรุปหรือแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่สุด โดยคำนึงถึงชีวจริยธรรม	5.00	0.00	มากที่สุด

ที่	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
4	ขั้นที่ 4 ประยุกต์ใช้ความรู้และสร้างข้อสรุปเชิงภาพ นำข้อสรุปที่ได้มาสร้างสรรค์อินโฟกราฟิกเพื่อนำไปเผยแพร่ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อไป ในการที่จะแก้ปัญหา ทางสังคมและสิ่งแวดล้อม ที่เกิดจากพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	5.00	0.00	มากที่สุด
5	ขั้นที่ 5 การประเมินผล เป็นขั้นที่นักเรียนตรวจสอบและ ประเมินผลจากการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ โดยผู้สอนเป็นผู้ ทบทวนตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ของผู้เรียนจากการทำใบ งาน	5.00	0.00	มากที่สุด
6	กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิกเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ สถานการณ์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันละสอดคล้องกับ วิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม และสังคม	4.67	0.58	มากที่สุด
7	กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก สามารถช่วยส่งเสริม ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และ ความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม	5.00	0.00	มากที่สุด
8	กิจกรรมการเรียนรู้โดยตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เป็นกิจกรรมที่มี เนื้อหาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน และความสอดคล้องกับเนื้อหาเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	4.67	0.58	มากที่สุด
9	นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก ไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ใน ชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้	5.00	0.00	มากที่สุด
10	นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้	5.00	0.00	

ที่	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
11	กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิกเหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	4.67	0.58	
เฉลี่ยรวม		4.91	0.16	มากที่สุด

จากตาราง 15 พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.91$, S.D. = 0.16)

2.2 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แสดงดังตาราง 18

ตาราง 18 แสดงผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน

ที่	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1	ผลการเรียนรู้			
	ผลการเรียนรู้ถูกต้องตามหลักสูตรตามหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนจันเสนเอ็งสุวรรณอนุสรณ์ ปีการศึกษา 2565	5.00	0.00	มากที่สุด
2	จุดประสงค์การเรียนรู้			
	มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
	จุดประสงค์แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านความรู้ได้ อย่างชัดเจน	4.67	0.58	มากที่สุด
	จุดประสงค์แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะได้อย่าง	4.67	0.58	มากที่สุด

ที่	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	ชัดเจน			
	จุดประสงค์เสริมสร้างกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	4.67	0.58	มากที่สุด
	จุดประสงค์เสริมสร้างกับความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม	4.67	0.58	มากที่สุด
	- ระบุถึงพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินผลได้อย่างชัดเจน	4.67	0.58	มากที่สุด
	- มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.67	0.58	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.67	0.58	มากที่สุด
3	สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน			
	- สอดคล้องกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	4.67	0.58	มากที่สุด
	- สอดคล้องกับความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม	4.67	0.58	มากที่สุด
	- สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก	4.67	0.58	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.67	0.58	มากที่สุด
4	คุณลักษณะอันพึงประสงค์			
	- ถูกต้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานปี พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง ปีพุทธศักราช 2560)	4.67	0.58	มากที่สุด
	- สอดคล้องตามเนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก	4.67	0.58	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.67	0.58	มากที่สุด
5	สาระสำคัญ			
	- สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	4.67	0.58	มากที่สุด
	- สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด	4.67	0.58	มากที่สุด

ที่	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก			
	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม	4.67	0.58	มากที่สุด
	แสดงถึงสิ่งที่ผู้เรียนจะได้รับความรู้หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และสิ่งที่ผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
	- มีความถูกต้อง ชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.67	0.58	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.67	0.58	มากที่สุด
6	สาระการเรียนรู้			
	- สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระสำคัญ	5.00	0.00	มากที่สุด
	- สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้แกนกลาง	5.00	0.00	มากที่สุด
	การศึกษาขั้นพื้นฐานปีพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง ปีพุทธศักราช 2560)			
	- สาระการเรียนรู้ถูกต้องและครบถ้วนตามผลการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	5.00	0.00	มากที่สุด
	- สาระการเรียนรู้สอดคล้องและครอบคลุมเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	5.00	0.00	มากที่สุด
	- สาระการเรียนรู้สามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
	เฉลี่ย	5.00	0.00	มากที่สุด
7	กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
	- สามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
	- กิจกรรมเป็นไปตามลำดับขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้			มากที่สุด
	ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก	4.67	0.58	
	- ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	4.67	0.58	มากที่สุด

ที่	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	- ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม	4.67	0.58	มากที่สุด
	- ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้จากสถานการณ์ในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สังคมและสิ่งแวดล้อม	4.67	0.58	มากที่สุด
	- ผู้เรียนได้นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในการแก้ปัญหา	4.67	0.58	มากที่สุด
	- ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.67	0.58	มากที่สุด
	- เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	4.67	0.58	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.67	0.58	มากที่สุด
8	สื่อและแหล่งการเรียนรู้			
	- เหมาะสมกับวัยและความสามารถของนักเรียน	4.67	0.58	มากที่สุด
	- ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	4.67	0.58	มากที่สุด
	- ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม	4.67	0.58	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.67	0.58	มากที่สุด
9	การวัดและประเมินผล			
	- ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
	- เครื่องมือที่ใช้วัดสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
	- เกณฑ์การประเมินสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียน	4.67	0.58	มากที่สุด
	- ประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อย่างครอบคลุม	4.67	0.58	มากที่สุด
	- ประเมินความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมอย่างครอบคลุม	4.67	0.58	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.67	0.58	มากที่สุด
	เฉลี่ยรวม	4.74	0.45	มากที่สุด

จากตารางที่ 18 พบว่าผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริม

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.74$, S.D. = 0.45)

ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

3. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.1 หลังจากผู้วิจัยได้ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนจันทน์เสนเมืองสุพรรณอนุสรณ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครสวรรค์ จำนวน 3 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษาและเวลาในการจัดกิจกรรม ซึ่งพบว่ามีสิ่งที่ต้องปรับปรุงดังตาราง 19

ตาราง 19 แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษาและเวลา

ประเด็น	ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
ด้านเนื้อหา	เนื้อหาที่ใช้ในกิจกรรมค่อนข้างเยอะและ กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและ สิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิกมีหลาย ขั้นตอน	ตัดส่วนของเนื้อหาบางส่วนลงอย่าง เหมาะสมเพื่อให้เหมาะกับกิจกรรมการ เรียนรู้ และปรับให้กระชับขึ้น
ด้านภาษา	ใบงานมีการใช้คำที่ซ้ำซ้อน ไม่ชัดเจน ในข้อคำถาม อาจทำให้นักเรียนเข้าใจ คลาดเคลื่อนกับสิ่งที่ต้องการ	ปรับแก้คำและประโยคในใบงานโดยใช้ ภาษาที่เข้าใจง่าย เพิ่มคำอธิบายในข้อ คำถามให้ชัดเจน
ด้านเวลา	- เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมค่อนข้าง นาน - นักเรียนใช้เวลาในการสร้าง อินโฟกราฟิกมากเกินไป	ปรับแก้กิจกรรมให้เหมาะสมกับเวลาที่ ใช้และครูต้องคอยกระตุ้นผู้เรียนเพื่อให้ นักเรียนทำกิจกรรมให้เสร็จภายใน เวลาที่กำหนด

3.2 หลังจากผู้วิจัยได้ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว จึงนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจันทนบุรีศรีสุวรรณหอนุสรณ์ จำนวน 9 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ มีผลการวิเคราะห์ดังตาราง 20

ตาราง 20 แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียนจำนวน 9 คน

ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (คะแนนเต็ม 84 คะแนน)				ร้อยละของคะแนนจากการทดสอบกิจกรรมหลังเรียน
ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	การทดสอบหลังเรียน (คะแนนเต็ม 84 คะแนน)
68.78	74.60	75.66	76.72	74.47
ประสิทธิภาพกระบวนการ = 73.94				ประสิทธิภาพผลลัพธ์ = 74.47
$E_1/E_2 = 73.94/74.47$				

จากตารางที่ 20 พบว่า ประสิทธิภาพกระบวนการระหว่างการใช้กิจกรรมการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 73.94 และมีประสิทธิภาพผลลัพธ์หลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 74.47 นั่นคือ กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก โดยภาพรวมมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ตอนที่ 2 ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก มีผลวิเคราะห์ดังตาราง 21

ตาราง 21 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	30	48	20.60	3.29	30.39**	0.00
หลังเรียน	30	48	42.00	3.94		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 20 พบว่าคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 20.60 และ 42.00 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก มีผลวิเคราะห์ดังตาราง 22

ตาราง 22 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	30	36	14.37	2.09	30.76**	0.00
หลังเรียน	30	36	30.67	3.51		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 22 พบว่าคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 14.37 และ 30.67 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 5

บทสรุป

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามกระบวนการวิจัยและพัฒนาประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ

1) สร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75

2) ศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจันทนบุรีศรีนครสวรรค์ จำนวน 1 ห้อง รวมเวลา 12 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมก่อนและหลังสอบโดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติ t-test แบบ Dependent

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75

2. เพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดย

2.1 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน

2.2 เปรียบเทียบความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน

สมมุติฐานของการวิจัย

1. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมร่วมกับอินโฟกราฟิกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

สรุปผลการวิจัย

1. การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75 มีข้อสรุป ดังนี้

1.1 ผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเริ่มต้นบทเรียนโดยการนำประเด็นปัญหา หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์ในด้านการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตในสังคม และสิ่งแวดล้อม เป็นตัวกระตุ้นนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ และนำความรู้ที่ได้มา วิเคราะห์ ตีความ เชื่อมโยงข้อมูล หลักฐานต่างๆ เพื่อที่จะวางแผนและเสนอแนวทางการแก้ปัญหาบนหลักของเหตุและผล โดยคำนึงถึงชีวจริยธรรม และจัดทำอินโฟกราฟิกเพื่อนำเสนอข้อมูล ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

- ขั้นที่ 1 รุกให้นักเรียนค้นหาข้อมูล
- ขั้นที่ 2 ให้อิสระในการค้นคว้าและสร้างข้อมูลเชิงภาพ
- ขั้นที่ 3 อภิปรายและตัดสินใจร่วมกัน
- ขั้นที่ 4 ประยุกต์ใช้ความรู้และสร้างข้อสรุปเชิงภาพ
- ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมินผล

1.2 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.91$, S.D. = 0.16)

1.3 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก และแผนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.67$, S.D. = 0.58)

1.4 ผลการประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) ของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก พบว่า เนื้อหาที่ใช้ในกิจกรรมค่อนข้างเยอะจืดจึงได้ปรับเนื้อหาให้กระชับขึ้น ภาษาที่ใช้ในใบงานอธิบายยังไม่ชัดเจน ผู้วิจัยได้ปรับแก้ไขภาษาที่ใช้ในใบงานให้ง่ายต่อการเข้าใจมากยิ่งขึ้น และเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมค่อนข้างนานรวมถึงนักเรียนใช้เวลาในการสร้างอินโฟกราฟิกมากเกินไป ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้ปรับแก้กิจกรรมให้เหมาะสมกับเวลาที่ใช้และต้องคอยกระตุ้นผู้เรียนให้ทำกิจกรรมให้เสร็จภายในเวลาที่กำหนด

1.5 ผลการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 73.94/74.47

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม ก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมของนักเรียน หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 2 ความสามารถ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

อภิปรายผล

จากผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และ ความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้นำมา อภิปรายผลเป็น 2 ตอน ดังนี้

1. การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75

ผลการสร้างและประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ผลการพิจารณาความเหมาะสม ของกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.91$, S.D. = 0.16) และ ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = 0.58) และเมื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 4 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ 73.49/74.47 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจากผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ดำเนินการตามระเบียบ วิธีวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ตามขั้นตอนที่มีความน่าเชื่อถือ โดยผู้วิจัยเริ่ม จาก ศึกษาเอกสาร ทฤษฎีและงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ สังคม และสิ่งแวดล้อม ศึกษาวิเคราะห์โครงสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี สาระชีววิทยา เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ แล้วจึงดำเนินการสร้าง กิจกรรมการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนของสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดของ Richardson and Blades (2000) และเลาว์ (2013) ร่วมกับการบูรณาการอินโฟกราฟิกแบบผสมผสานในชั้นการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้นำข้อมูลความรู้มาสรุปเป็นข้อมูลกราฟิกให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ สื่อสารเนื้อหา ได้ชัดเจนและน่าสนใจ จงรัก เทศนา (ม.ป.ป., น. 1) และได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามคำแนะนำ ของอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญ ประกอบกับผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว วิทยาศาสตร์ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงที่เป็นประเด็นทางชีวจริยธรรมเป็น ตัวกระตุ้น ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์ ตีความเรื่องราวต่าง ๆ ในมุมมองทาง วิทยาศาสตร์ที่สัมพันธ์กับสังคมและสิ่งแวดล้อม ระบุปัญหาและสามารถที่จะเสนอแนวทางการ แก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์นั้นๆ ฝึกกระบวนการในการตัดสินใจโดยอยู่พื้นฐานของความเป็น

เหตุและผลและหลักการทางชีวจริยธรรม สอดคล้องกับสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2553, น. 58) ที่ได้กล่าวว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดีต้องเป็นการจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับลักษณะเนื้อหาวิชา มีลำดับขั้นตอน เน้นให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมด้วยตนเองและส่งเสริมกระบวนการคิด และอาจเป็นเพราะผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้วิธีการหาประสิทธิภาพตามแนวคิดของ รัตนะ บัวสนธ์ (2552, น. 50-51) โดยการนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 คน เพื่อเป็นการตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของกิจกรรมการเรียนรู้ และนำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 9 คน เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1/E_2) จากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปหาประสิทธิภาพก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จึงทำให้ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อารีรัตน์ ศรีโชติ (2562) ซึ่งได้ใช้หลักการหาประสิทธิภาพตามแนวการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จึงทำให้กิจกรรมมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์เช่นกัน

2. ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.1 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เป็นรูปแบบการสอนที่มีกระบวนการและขั้นตอนที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังที่ (Solomon and Aikenhead, 1994; Bingle and Gaskell, 1994; Pedretti, 1997) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีจุดมุ่งหมายพื้นฐานคือ ต้องการให้นักเรียนเข้าใจการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในบริบททางวัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ การเมือง และสังคมของนักเรียน ซึ่งการที่นักเรียนได้ค้นหาความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ได้วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา สร้างสมมติฐาน มีการระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง แล้วจึงนำข้อมูลมาประเมินผลเพื่อสร้างข้อสรุปหรือคำอธิบายที่สมเหตุสมผล เป็นสิ่งที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Lawson, 1982) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Richardson and Blades (2000) และเลาว์ (2013)

ร่วมกับการบูรณาการอินโฟกราฟิก ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้สามารถทำให้นักเรียนเกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้ ขั้นที่ 1 รุกให้นักเรียนค้นหาข้อมูล โดยครูนำเสนอสถานการณ์ที่เชื่อมโยงในชีวิตจริง นักเรียนได้วิเคราะห์สถานการณ์ ตีความเรื่องราวต่างๆในมุมมองวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีการตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้ โดยนักเรียนจะได้ฝึกความสามารถนั้นๆ ผ่านการแสดงความคิดเห็นระหว่างเพื่อนและครู ขั้นที่ 2 ให้อิสระค้นคว้าสร้างข้อมูลเชิงภาพ นักเรียนการสืบค้นความรู้ เชื่อมโยงหลักฐานเพื่อยืนยันสมมติฐานที่ตั้งไว้ในขั้นแรก จะมีการแลกเปลี่ยนความคิดอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มตนเอง เกี่ยวกับสถานการณ์นั้นๆ และได้แสดงข้อมูลต่างๆผ่านการทำอินโฟกราฟิกของกลุ่มตนเอง ขั้นที่ 3 อภิปรายและตัดสินใจร่วมกัน นักเรียนแต่ละกลุ่มจะมีการนำเสนออินโฟกราฟิกของกลุ่มตนเอง แลกเปลี่ยนองค์ความรู้ของแต่ละกลุ่ม อภิปรายร่วมกันถึงปัญหาสมมติฐาน ระบุตัวแปรทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาร่วมกันบนพื้นฐานของเหตุและผล ขั้นที่ 4 ประยุกต์ใช้ความรู้และสร้างข้อมูลเชิงภาพ นักเรียนได้ออกแบบอินโฟกราฟิกของตนเองรายบุคคล เชื่อมโยงหลักฐานต่างๆที่ได้ เพื่อลงข้อสรุปเกี่ยวกับสถานการณ์นั้นๆ ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล เป็นขั้นที่นักเรียนได้เพื่อตรวจสอบความองค์ความรู้ของตนเองเชื่อมโยงไปยังสถานการณ์อื่นๆที่คล้ายคลึงกัน ผ่านการทำใบงาน สอดคล้องกับจักรกฤษ อินเปีย (2561) ที่ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจของนักเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม พบว่าการใช้สถานการณ์ในการเรียนการสอนจะช่วยให้นักเรียนได้ใช้ความรู้มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาและออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ และการใช้เหตุผลเชื่อมโยงกับหลักฐานพยานจะทำให้เกิดความน่าเชื่อถือในการสนับสนุนข้อสรุปและตัดสินใจต่าง ๆ สอดคล้องกับบัวฉนพงศ์ เขียวเหลือง (2562) ที่ได้ศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมช่วยให้ผู้เรียนสามารถอธิบายสาเหตุของปัญหาได้ และสามารถให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนถึงแนวทางการแก้ปัญหา สอดคล้องกับกุลวรรณ์ อินทะอูต (2561) ที่ศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่านักเรียนได้พัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จากการแลกเปลี่ยนความรู้และอภิปรายกันโดยใช้หลักฐานและเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ Lau (2013) ที่ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสังคม และสิ่งแวดล้อม พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสังคม และสิ่งแวดล้อมช่วยพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์และส่งเสริมให้ตระหนักเห็นถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อม และการที่

ผู้เรียนได้สร้างอินโฟกราฟิกซึ่งช่วยส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การจัดการข้อมูล และความคิดเป็นเหตุเป็นผลของผู้เรียน และได้ประยุกต์ใช้องค์ความรู้ไปสู่สถานการณ์ที่คล้ายคลึง กิจกรรมลักษณะนี้จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ Najwa Al-Mohammadi (2017) ที่ได้ศึกษาประสิทธิผลของการใช้อินโฟกราฟิกในการสอนการเขียนโปรแกรมขั้นพื้นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในเมือง Makkah พบว่าการสอนโดยใช้อินโฟกราฟิกเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ ดึงดูดความสนใจและช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน สอดคล้องกับปวันรัตน์ ศรีพรหม (2562) ที่ศึกษาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับอินโฟกราฟิก พบว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้อธิบายสิ่งที่ได้พบเจอมาอย่างสมเหตุสมผล และสามารถถ่ายทอดเรื่องราวนั้น ๆ ออกมาในเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างน่าสนใจ และง่ายต่อการทำความเข้าใจโดยการสร้างอินโฟกราฟิก และสอดคล้องกับ Huseyin Bicen and Mobina Beheshti (2017) ที่ศึกษาผลกระทบทางจิตวิทยาของอินโฟกราฟิกในการศึกษา พบว่าช่วยให้เกิดความรู้ความเข้าใจได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการเรียนรู้ข้อมูลที่เป็นข้อความ

2.2 เปรียบเทียบความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เป็นรูปแบบการสอนที่มีกระบวนการและขั้นตอนที่ส่งเสริมความสามารถในการการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม ดังที่ (Aikenhead, 1994; Pedretti, 1996; Alsop and Hicks) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดความรับผิดชอบ ต่อสังคม มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการตัดสินใจ สามารถตัดสินใจทางคุณธรรม และจริยธรรมเกี่ยวกับประเด็นที่เกิดขึ้นจากผลกระทบของวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันได้ นำความรู้ ทักษะ และความมั่นใจ ต่อการแสดงความคิดเห็น และการแสดงความรับผิดชอบในประเด็นที่เกิดขึ้นจริงของโลกในทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Richardson and Blades (2000) และเลาว์ (2013) ร่วมกับการบูรณาการอินโฟกราฟิก ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้สามารถทำให้นักเรียนเกิดความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม ดังนี้

ขั้นที่ 1 รุกให้นักเรียนค้นหาข้อมูล โดยครูนำเสนอสถานการณ์ที่เชื่อมโยงในชีวิตจริง นักเรียนได้วิเคราะห์ ตีความเรื่องราวต่างๆ ระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์นั้นๆ ขั้นที่ 2 ให้อิสระค้นคว้า สร้างข้อมูลเชิงภาพ นักเรียนการสืบค้นความรู้ เชื่อมโยงหลักฐานต่างๆ มีการแลกเปลี่ยนความคิด

อภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มตนเอง เกี่ยวกับสถานการณ์นั้นๆ ร่วมเสนอและตัดสินใจภายในกลุ่มตนเองถึงแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น และได้แสดงความสามารถนั้นๆ ผ่านความคิดด้วยการทำอินโฟกราฟิกของกลุ่มตนเอง ชั้นที่ 3 อภิปรายและตัดสินใจร่วมกัน นักเรียนแต่ละกลุ่มจะมีการนำเสนออินโฟกราฟิกของกลุ่มตนเอง แลกเปลี่ยนองค์ความรู้ของแต่ละกลุ่ม อภิปรายร่วมกันถึงปัญหาสมมติฐาน ระบุตัวแปรทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และตัดสินใจร่วมกันเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาบนพื้นฐานหลักการทางชีวจริยธรรม ชั้นที่ 4 ประยุกต์ใช้ความรู้และสร้างข้อมูลเชิงภาพ นักเรียนได้ออกแบบอินโฟกราฟิกของตนเองรายบุคคล เชื่อมโยงหลักฐานต่างๆ ที่ได้ เพื่อลงข้อสรุปเกี่ยวกับสถานการณ์นั้นๆ ชั้นที่ 5 ชั้นประเมินผล เป็นชั้นที่นักเรียนได้เพื่อตรวจสอบความองค์ความรู้ของตนเองเชื่อมโยงไปยังสถานการณ์อื่นๆ ฝึกกระบวนการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาบนหลักการทางชีวจริยธรรมในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน ผ่านการทำใบงาน สอดคล้องกับสุวรรณ อัมพรदनัย (2554, น. 12) ได้ให้ความหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมไว้ว่าการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้วิเคราะห์ และตัดสินใจแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในสังคมของผู้เรียน ซึ่งเกิดจากผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สอดคล้องกับจักรกฤษ อินเปีย (2561) ได้ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจของนักเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม พบว่า การจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและร่วมกันเลือกวิธีการในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เกิดขึ้น รวมทั้งคำนึงถึงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีกระการคิดอย่างเป็นอย่างเป็นระบบ คิดเปรียบเทียบผลดีผลเสีย อ้างอิงหลักฐานข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ มาเพื่อประกอบการตัดสินใจของผู้เรียนในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับเจษฎา ฤทธิศรีบุญ (2559) ที่ศึกษาการตัดสินใจเชิงชีวจริยธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม พบว่านักเรียนสามารถระบุปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นได้ ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมสามารถส่งเสริมให้นักเรียนได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ฝึกฝนการเสนอทางเลือกในการแก้ไขปัญหาและตัดสินใจได้อย่างรอบคอบ สอดคล้องกับ Marcus Gracea, Yeung Chung Leeb, Roman Asshoffc, & Anita Wallin (2015) ที่ได้ศึกษามุมมองของนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์อายุ 16-17 ปี จากประเทศอังกฤษ เยอรมนี ฮังการี และสวีเดน พบว่าการเรียนรู้จากการแบ่งปันมุมมองกับนักเรียนที่มีอายุเท่ากันจากทั่วโลก จะช่วยปรับเปลี่ยนและพัฒนาการตัดสินใจของนักเรียนได้ และสอดคล้องกับ Gutierrez (2015) ที่ได้วิจัยการใช้แนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมเพื่อเพิ่มทักษะการตัดสินใจเชิงชีวจริยธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศฟิลิปปินส์ พบว่าคะแนนทักษะการตัดสินใจเชิงชีวจริยธรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 สำหรับการนำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิกไปใช้ในการจัดกิจกรรม ครูผู้สอนควรศึกษาทำความเข้าใจถึงขั้นตอนการจัดกิจกรรม รวมถึงต้องเตรียมสถานการณ์ให้เหมาะสมกับเนื้อหา

1.2 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนการสร้างอินโฟกราฟิกของผู้เรียนอาจใช้เวลาในการออกแบบและทำมากเกินไป ผู้สอนควรวางแผน บริหารจัดการเรื่องเวลาให้เหมาะสม ในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ตามที่ตั้งไว้ ดังนั้นผู้สอนต้องคอยกระตุ้นผู้เรียนในการจัดการทำอินโฟกราฟิก

1.3 กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้สร้างอินโฟกราฟิกเชิงวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ ดังนั้นครูผู้สอนต้องคอยช่วยชี้แนะนักเรียนเรื่อย ๆ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเชื่อมโยงเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

1.4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก ครูผู้สอนต้องคอยชี้แนะผู้เรียนให้คำนึงถึงประเด็นทางชีวจริยธรรม

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมความสามารถของผู้เรียนได้หลากหลาย อาทิ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ความสามารถในการรู้วิทยาศาสตร์ เป็นต้น ซึ่งเป็นความสามารถที่น่าสนใจและควรส่งเสริมให้กับผู้เรียนต่อไป

2.2 การประเมินความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม ผู้วิจัยได้สังเคราะห์จากองค์ประกอบของความสามารถในการตัดสินใจ เพื่อสร้างเป็นแบบวัดความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม เนื่องจากหากพิจารณาเอกสารงานวิจัยในประเทศไทยที่ศึกษาเกี่ยวกับการตัดสินใจของนักเรียนต่อประเด็นชีวจริยธรรมในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสิ่งมีชีวิตยังมีน้อยมาก จึงทำให้ขาดข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบ หากมีการทำวิจัยในครั้งต่อไป ควรศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของการออกแบบวัดความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม

2.3 กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เป็นกิจกรรมที่นักเรียนจะได้สร้างอินโฟกราฟิกด้วยตนเอง จึงควรส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ทักษะและความรู้ทางเทคโนโลยีมาใช้ในการช่วยออกแบบและสร้างสรรค์อินโฟกราฟิก

2.4 สำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไปควรเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพร่วมด้วย เพื่อให้การประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.5 ควรศึกษาอิทธิพลของอินโฟกราฟิกว่าส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมอย่างไรและหรือส่งผลมากน้อยเพียงใด





บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยพระนคร

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ. (2544). *เมื่อการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: ชุมชนุมนุสกรรมการเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กัณหา พิริยะกุล. (2546). ชีวจริยธรรม (bioethics). จาก <http://biology.ipst.ac.th/?p=710>
- กীরติ บุญเจือ. (2550). *ตรรกวิทยาและตรรกวิทยาสัญลักษณ์เบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กุลธิดา ชนาภิมุข. (2562). *การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทย์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก*. (การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- กุลวรรธน อินทะอุด. (2561). *รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต), พิษณุโลก, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- จงรัก เทศนา. (ม.ป.ป.). อินโฟกราฟิกส์ (Infographics). จาก www.thinkttt.com/wpcontent/uploads/2014/04/how_to_infographics-2.pdf.
- จักรกฤษ อินเปีย. (2561). *การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง สารชีวโมเลกุล*. มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2542). *แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ : กระบวนการพื้นฐานในการวิจัยในประมวลบทความการเรียนการสอนและการวิจัยระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จิระวรรณ เกษสิงห์. (2562). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: จริยสุนิทวงศ์การพิมพ์.
- จุฑามาส ทวีบุตร. (2561). *การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. *วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 10(27), 99-108.
- จุน ชาภูราดะ. (2558). *Basic Infographic*. นนทบุรี: ไอดีซีฯ.

- เจษฎา ฤทธิศรีบุญ. (2559). การพัฒนาการตัดสินใจเชิงชีวจริยธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- มาฆพันธ์ อำนาคิน. (2558). การเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน: การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, 10(1), 459-473.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2545). เอกสารประกอบการสอนชุดเทคโนโลยีการศึกษาหน่วยที่ 1-5. นนทบุรี: สำนักเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2560). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 13). กรุงเทพฯ: อมรรการพิมพ์.
- ทองใบ นิกอุจน์จิตร. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์และทักษะการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบประเวศและการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์, อุดรดิตถ์.
- ทิชพร นามวงศ์. (2560). การออกแบบอินโฟกราฟิกเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์. จาก <https://ph01.tcithaijo.org/index.php/VESTSU/article/view/99598/77398>
- นฤมล ถิ่นวิรัตน์. (2555). อิทธิพลของอินโฟกราฟิกต่อการสื่อสารข้อมูลเชิงซ้อน กรณีศึกษาโครงการ “รู้สู้ flood”. (ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ.
- นวรรตน์ กฤตเวทิน. (2546). การสร้างแบบสอบถามการตัดสินใจเรื่องสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของเขตพัฒนาคุณภาพการศึกษา ลานไตรมิตร จังหวัดขอนแก่น (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- นิติพงษ์ ศิริวงศ์. (2561). การศึกษาการให้เหตุผลด้านจริยธรรมในประเด็นด้านสังคมวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์. *วารสารราชนครินทร์*, 18(2), 227-233.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญเพ็ง ขวัญทอง. (2553). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- ปรัชญา จันตา. (2556). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์

- ปริญญา มหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- ปรารณา เสือกลิ่น. (2563). ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนเอกชน [เอกสารนำเสนอในที่ประชุม]. การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา, มหาวิทยาลัยรังสิต.
- ปริญญา บุญเกิด. (2547). ผลการใช้ชุดกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- ปวันรัตน์ ศรีพรหม. (2562). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2545). พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด.
- ภพ เลหาไพบุลย์. (2542). แนวทางการสอนวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- มณีนีรัตน์ แทนพรหมมา. (2558). ผลของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เรื่อง สารนาโนในชีวิตประจำวัน ที่มีต่อการวิเคราะห์และการตัดสินใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- รัตนะ บัวสนธ์. (2562). วิจัยและพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย, 11(2), 1-11.
- รัตนะ บัวสนธ์. (2552). การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา. กรุงเทพฯ: คำสมัย.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ลักษิกา นาไข. (2560). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและจิตสำนึกต่อสิ่งแวดล้อม เรื่อง การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- วนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์. (2556). ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์และการคิดแบบมีเหตุผลผ่านการสอนชีวจริยธรรม. นิตยสาร สสวท, 41(180), 20-23.
- วนิดา ผาระนัด และประสาธน์ เนื่องเฉลิม. (2561). การโต้แย้งอย่างมีเหตุผล: ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 37(2), 174-

181.

- วรัญญา จำปามูล. (2555). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลของนักเรียน มัธยมศึกษาตอนต้น. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- วัฒนพงษ์ เขียวเหลือง. (2562). การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ล้อมมูลเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สิ่งแวดล้อม เรื่อง มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- วัฒนาพร ระวังทุกข์. (2545). เทคนิคและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- วีระยุทธพรพจน์ ธนมาศ. (2558). ปัญหาการศึกษาไทย : การสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ, 15(2), 48-55.
- ศรีสุรางค์ ทีนะกุล. (2542). การคิดและการตัดสินใจ. กรุงเทพฯ: เวิร์ดเวฟ เอ็ดดูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2558). รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015. จาก <http://timssthailand.ipst.ac.th/timss/reports/timss2015report>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2555). การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). คู่มือการวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมภาร พรหมทา. (2551). คิดอย่างไรให้มีเหตุผล. กรุงเทพฯ: ศยาม.
- สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน. (ม.ป.ป.). คู่มือการฝึกอบรมการเพิ่มประสิทธิภาพเทคนิคการนำเสนอด้วยรูปแบบ Infographic: สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2553). นิยามคำศัพท์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2553). คู่มือการจัดระบบการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เทียนวัฒนาพรินต์ติ้ง.
- สิริรัตน์ เทียงดี. (2554). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาจิตสาธารณะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ปริญญา

- มหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- สิริวรรณ สุวรรณอาภา. (2544). *เอกสารการสอน ชุดวิชาการระบบการเรียนการสอน*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- สุวรรณ อัมพรदनัย. (2554). *แนวคิดเรื่องอุตสาหกรรมโลหะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม*. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- โสรัจจ์ หงศ์ลดารมภ์. (2553). *ตรรกวิทยาสัญลักษณ์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2553). *หลักการสอน (ฉบับปรับปรุง)*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- อินทร์ตัน ปัญญา. (2556). การคิดเชิงวิเคราะห์. จาก http://cgsc.rta.mi.th/cgsc/index.php?option=com_content&view=article&id=149:87231&catid=7:88&Itemid=25
- อรธรรมา คำบุญเอก. (2561). ความไวต่อการรับรู้และการตัดสินใจในประเด็นเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ สิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 9(1), 60-75.
- อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์. (2555). *ทักษะความคิด : พัฒนาอย่างไร*. กรุงเทพฯ: อินทร์ณน.
- Al-Mohammadi, N. (2017). Effectiveness of using infographics as an approach for teaching programming fundamentals on developing analytical thinking skills for high school students in the city of Makkah in Saudi Arabia. *Global Journal of Educational Studies*, 3(1), 22-42.
- Bencze, J. L. (2008). STSE education developing expertise and motivation to address STSE issues. Retrieved from webpace.oise.utoronto.ca/~benczela/STSEEd.html.
- Beyer, B. K. (1987) *Practical strategies for the teaching of thinking*. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Bicen, H. and Beheshti, M. (2017). The psychological impact of infographics in education. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 8(4), 99-108.
- Bryant, J. A., Baggott, L.M. and Serle, J.F. (2002). *Bioethics foe scientists*. United Kingdom, Jonh Wiley and Sons.

- Eggert, S., Nitsch, A., Boone, W. J., Nückles, M., and Bögeholz, S. (2017). Supporting students' learning and socioscientific reasoning about climate change the effect of computer-based concept mapping scaffolds. *Research in Science Education*, 47(1), 137-159.
- Giere, R. N. (1991) . *Understanding scientific reasoning*. Florida: Holt: Rinehart and Winston.
- Grace, M., Lee, Y, C., Asshoff, R., and Wallin, A. (2015). Student decision-making about a globally familiar socioscientific issue: The value of sharing and comparing views with international counterparts. *International Journal of Science Education*, 37(11), 1855-1874.
- Gutierrez, S. B. (2015). Integrating Socio-scientific Issues to Enhance the Bioethical Decision-making Skills of High School Student. *International Education Studies*, 8(1), 142-151.
- Hanley, C. D. (1997). *The effects of learning cycle on the ecological knowledge of general biology students as measured by two assessment techniques* (Unpublished doctoral dissertation). University of Kentucky, Kentucky.
- Hausman, A. , Kahane, H., and Tidman, P. (2010). *Logic and philosophy a modern introduction* (11th). Boston, MA: Wadsworth.
- Helland, D. E. (2002). *Teaching Bioethicals*. Denmark, Phonix-Trykkerit.
- Kanyaprasit, K. (2015). Socio-scientific issues for 21stcentury skills. *Journal of Education Burapha University*, 26(2), 1-9.
- Kim, J. Y. (2014). The Relationship of Science Knowledge, Attitude and Decision Making on Socio-scientific Issues: The Case Study of Students' Debates on a Nuclear Power Plant in Korea. *Science Education*. 23, 1131–1151.
- Kuhn, D. (1989). Children and adults as intuitive scientists. *Psychological Review*, 96, 674- 689.
- Lau, K. (2013). Impacts of a STSE high school biology course on the scientific literacy of Hong Kong students. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 14(1), 1-25.
- Lawson, A. E. (2009). Basic inferences of scientific reasoning, argumentation, and discovery. *Journal of Research in Science Teaching*, 94, 336-364.

- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and Development of Thinking*. California: Wadsworth.
- Lawson, A. E. (1982). The reality of general cognitive operations. *Science Education*, 66, 229-241.
- Mayer, R. E. (2003). *Learning and instruction*. USA: Pearson Education, Inc.
- Moshman, D. (2011). *Adolescent rationality and development: Cognition, morality, and identity* (3rd). New York: Psychology Press.
- Nation Research Council (NRC). (1996). *Nation science education standards*. WA: Nation Research Council.
- Norris, S. P., and Phillips, L. M. (2003). How Literacy in its Fundamental Sense is Central to Scientific Literacy. *Science Education*, 87, 224-240.
- Rest, J. R. (1986). *Moral development: Advances in research and theory*. New York: Praeger.
- Richardson, G., and Blades, D. (2000). Social studies and science education: Developing word citizenship through interdisciplinary partnerships. Retrieved from [www. Quasar.ualberta.ca/css/Css353/ARdevelopingworldcitizenship.htm](http://www.Quasar.ualberta.ca/css/Css353/ARdevelopingworldcitizenship.htm).
- Rips, L.J., and Varzi, A.C. (2008). *Deductive reasoning and induction*. USA: Cambridge University.
- Zeidler, D. L., Applebaum, S. M., & Sadler, T. D. (2011). Enacting a socioscientific issues classroom: Transformative transformations. In T. D. Sadler (Ed.), *Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, Learning and Research*(pp. 277-305). Dordrecht: Springer.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ดังนี้

1.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ จันทะคุณ อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2.2 อาจารย์ ดร.บวร คุณากรนุรักษ์ อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

2.3 นางสาวรัชณี รัตนบุรี ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนช่องแคพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

2. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม มีผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ดังนี้

2.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณางค์ อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

2.2 อาจารย์ ดร.บวร คุณากรนุรักษ์ อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

2.3 นางสาวรัชณี รัตนบุรี ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนช่องแคพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

ภาคผนวก ข แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

แบบประเมินฉบับนี้ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 การประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก กรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ระดับความเหมาะสมตามความคิดเห็นของท่าน

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิกและโปรดระบุข้อความลงในช่องว่าง

ตอนที่ 1 การประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก

คำชี้แจง โปรดพิจารณาและแสดงความคิดเห็นสำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก กรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความเหมาะสมตามความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมี 5 ระดับ คือ

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 5 | หมายถึงมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด |
| 4 | หมายถึงมีความเหมาะสมในระดับมาก |
| 3 | หมายถึงมีความเหมาะสมในระดับปานกลาง |
| 2 | หมายถึงมีความเหมาะสมในระดับน้อย |
| 1 | หมายถึงมีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด |

ที่	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
1	ขั้นที่ 1 รุกให้นักเรียนค้นหาข้อมูล เป็นขั้นที่นำเอาตัวอย่างข่าวหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่เกิดขึ้นในสังคม ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยมีสาเหตุจากการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้ผู้เรียนได้ศึกษา เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ให้ผู้เรียนเกิดคำถาม ตั้งข้อสงสัย ระบุประเด็นปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการที่จะหาคำตอบ					
2	ขั้นที่ 2 ให้อิสระในการค้นคว้าและสร้างข้อมูลเชิงภาพ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้สืบค้นข้อมูลเพื่อตอบคำถามในประเด็นปัญหาที่สงสัยในสิ่งที่ผู้เรียนอยากรู้จากการศึกษาในขั้นแรก อาทิ เช่น สาเหตุของปัญหา การระบุที่มาของปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้นหรือแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยนำข้อมูลที่ได้มาสรุปเป็นองค์ความรู้และร่วมกันสร้างอินโฟกราฟิกที่สอดคล้องกับเนื้อหาและสถานการณ์					
3	ขั้นที่ 3 อภิปรายและตัดสินใจร่วมกัน เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้วิเคราะห์องค์ความรู้ ความคิดเห็นหรือข้อสรุป แสดงข้อดีและข้อเสียของข้อมูลของแต่ละกลุ่ม จากนั้นนำข้อมูลมาสังเคราะห์และตัดสินใจร่วมกันแล้วตั้งสมมติฐานถึงวิธีการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ข้อสรุปหรือแนวทางการปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่สุด โดยคำนึงถึงชีวจริยธรรม					
4	ขั้นที่ 4 ประยุกต์ใช้ความรู้และสร้างข้อสรุปเชิงภาพ นำข้อสรุปที่ได้มาสร้างสรรค์อินโฟกราฟิกเพื่อนำไปเผยแพร่เพื่อเป็นประโยชน์ต่อไป ในการที่จะแก้ปัญหา ทางสังคมและสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี					
5	ขั้นที่ 5 การประเมินผล เป็นขั้นที่นักเรียนตรวจสอบและประเมินผลจากการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ โดยผู้สอนเป็นผู้ทบทวนตรวจสอบ					

ที่	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
	ความถูกต้องของความรู้ของผู้เรียนจากการทำใบงาน					
6	กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิกเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้สถานการณ์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันสอดคล้องกับวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม และสังคม					
7	กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก สามารถช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม					
8	กิจกรรมการเรียนรู้โดยตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เป็นกิจกรรมที่มีเนื้อหาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน และความสอดคล้องกับเนื้อหาเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ					
9	นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก ไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้					
10	นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้					
11	กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิกเหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน					

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

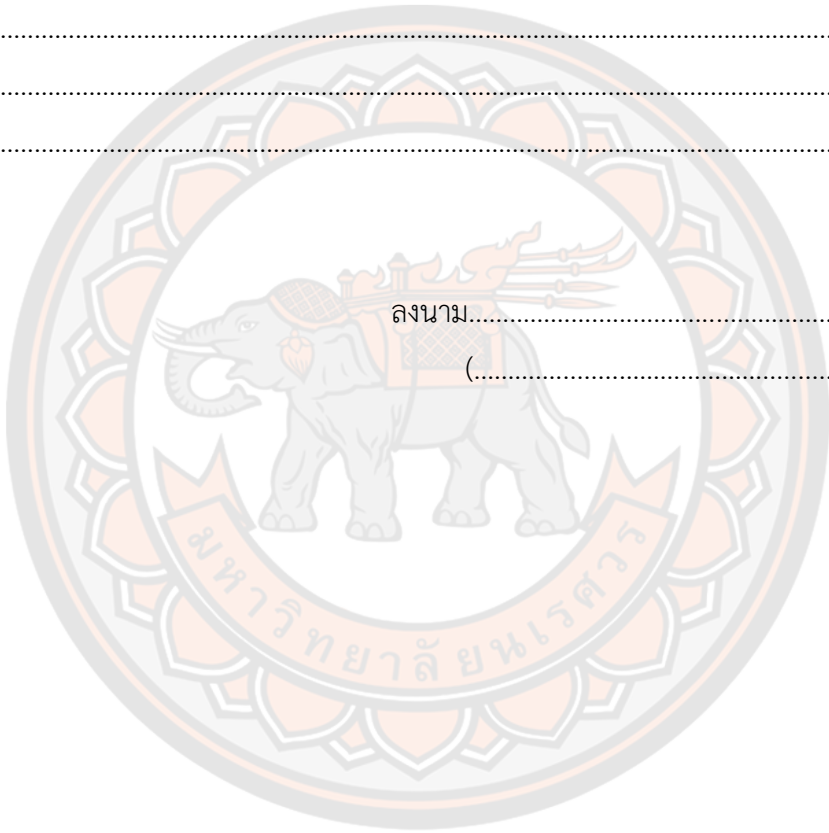
.....

.....

.....

.....

.....



ลงนาม.....ผู้เชี่ยวชาญ
(.....)

แบบประเมินความเหมาะสมของแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด
วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริม
ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทาง
ชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

แบบประเมินฉบับนี้ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของ
แผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม
ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถใน
การตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 การประเมินความเหมาะสมของแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม
แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก กรุณาเขียนเครื่องหมาย
✓ ลงในช่องระดับความเหมาะสมตามความคิดเห็นของท่าน

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด
วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก และโปรดระบุข้อความลงใน
ช่องว่าง

ตอนที่ 1 การประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของแผนประกอบการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก

คำชี้แจง โปรดพิจารณาและแสดงความคิดเห็นสำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข
แผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม
ร่วมกับอินโฟกราฟิก กรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความเหมาะสมตามความคิดเห็น
ของท่าน ซึ่งมี 5 ระดับ คือ

- | | | |
|---|---------|--------------------------------|
| 5 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมาก |
| 3 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อย |
| 1 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด |

ที่	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
1	ผลการเรียนรู้					
	ผลการเรียนรู้ถูกต้องตามหลักสูตรตามหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียน จันเสนเอ็งสุวรรณอนุสรณ์ ปีการศึกษา 2565					
2	จุดประสงค์การเรียนรู้					
	มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้					
	จุดประสงค์แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านความรู้ได้อย่างชัดเจน					
	จุดประสงค์แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะได้อย่างชัดเจน					
	จุดประสงค์เสริมสร้างกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์					
	จุดประสงค์เสริมสร้างกับความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริย ธรรม					
	- ระบุถึงพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินผลได้อย่างชัดเจน					
	- มีความชัดเจนเข้าใจง่าย					
3	สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน					
	- สอดคล้องกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์					
	- สอดคล้องกับความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม					
	- สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก					
4	คุณลักษณะอันพึงประสงค์					
	- ถูกต้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานปีพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง ปีพุทธศักราช 2560)					
	- สอดคล้องตามเนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก					
5	สาระสำคัญ					
	- สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ					
	- สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก					

ที่	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
	- สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม					
	- แสดงถึงสิ่งที่ผู้เรียนจะได้รับความรู้หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และสิ่งที่ผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้					
	- มีความถูกต้อง ชัดเจนและเข้าใจง่าย					
6	สาระการเรียนรู้					
	- สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระสำคัญ					
	- สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานปีพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง ปีพุทธศักราช 2560)					
	- สาระการเรียนรู้ถูกต้องและครบถ้วนตามผลการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ					
	- สาระการเรียนรู้สอดคล้องและครอบคลุมเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ					
	- สาระการเรียนรู้สามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้					
7	กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
	- สามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้					
	- กิจกรรมเป็นไปตามลำดับขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก					
	- ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์					
	- ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม					
	- ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้จากสถานการณ์ในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สังคมและสิ่งแวดล้อม					
	- ผู้เรียนได้นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในการแก้ปัญหา					

ที่	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
	- ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม					
	- เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน					
8	สื่อและแหล่งการเรียนรู้					
	- เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน					
	- การสร้างอินโฟกราฟิกของผู้เรียนส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์					
	- สถานการณ์ตัวอย่างจากใบงานส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม					
9	การวัดและประเมินผล					
	- ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้					
	- เครื่องมือที่ใช้วัดสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
	- เกณฑ์การประเมินสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียน					
	- ประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อย่างครอบคลุม					
	- ประเมินความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมอย่างครอบคลุม					

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

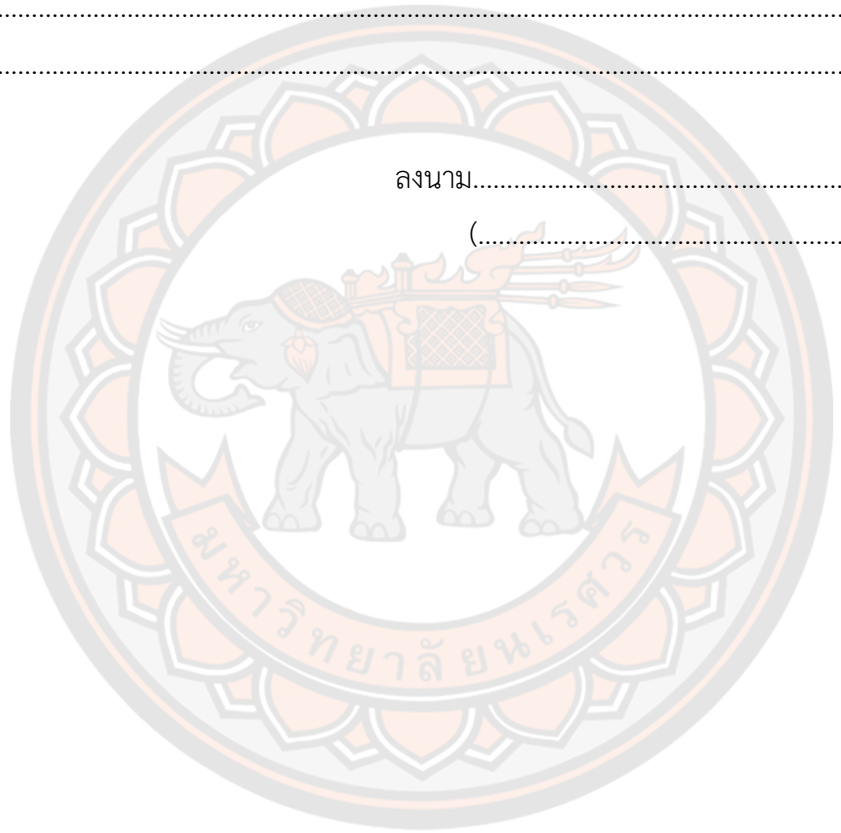
.....

.....

.....

.....

ลงนาม.....ผู้เชี่ยวชาญ
(.....)



ภาคผนวก ค ผลการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถ ในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทาง ชีวิตจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง 23 แสดงผลการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวิตจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ			\bar{X}	S	ระดับความ เหมาะสม
		ผู้เชี่ยวชาญ					
		1	2	3			
1	<p>ขั้นที่ 1 รุกให้นักเรียนค้นหาข้อมูล เป็นขั้นที่นำเอาตัวอย่างข่าวหรือ สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่เกิดขึ้นในสังคม ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและ สิ่งแวดล้อม โดยมีสาเหตุจากการ พัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีให้ผู้เรียนได้ศึกษา เพื่อ กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ให้ ผู้เรียนเกิดคำถาม ตั้งข้อสงสัย ระบุ ประเด็นปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการที่จะ หาคำตอบ</p>	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2	<p>ขั้นที่ 2 ให้อิสระในการค้นคว้าและ สร้างข้อมูลเชิงภาพ เป็นขั้นที่ให้ ผู้เรียนได้สืบค้นข้อมูลเพื่อตอบคำถาม ในประเด็นปัญหาที่สงสัยในสิ่งที่ผู้เรียน อยากรู้จากการศึกษาในชั้นแรก อาทิ</p>	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด

ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ			\bar{x}	S	ระดับความ เหมาะสม
		ผู้เชี่ยวชาญ					
		1	2	3			
	เช่น สาเหตุของปัญหา การระบุที่มาของปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้นหรือแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยนำข้อมูลที่ได้มาสรุปเป็นองค์ความรู้และร่วมกันสร้างอินโฟกราฟิกที่สอดคล้องกับเนื้อหาและสถานการณ์						
3	ขั้นที่ 3 อภิปรายและตัดสินใจร่วมกัน เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้วิเคราะห์องค์ความรู้ความคิดเห็นหรือข้อสรุป แสดงข้อดีและข้อเสียของข้อมูลของแต่ละกลุ่ม จากนั้นนำข้อมูลมาสังเคราะห์และตัดสินใจร่วมกันแล้วตั้งสมมติฐานถึงวิธีการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ข้อสรุปหรือแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่สุด โดยคำนึงถึงชีวิตริยธรรม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4	ขั้นที่ 4 ประยุกต์ใช้ความรู้และสร้างข้อสรุปเชิงภาพ นำข้อสรุปที่ได้มาสร้างสรรค์อินโฟกราฟิกเพื่อนำไปเผยแพร่เพื่อเป็นประโยชน์ต่อไป ใน การที่จะแก้ปัญหา ทางสังคมและสิ่งแวดล้อม ที่เกิดจากพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5	ขั้นที่ 5 การประเมินผล เป็นขั้นที่นักเรียนตรวจสอบและประเมินผลจากการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ โดยผู้สอนเป็นผู้ ทบทวนตรวจสอบความถูกต้องของความรู้	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด

ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ			\bar{x}	S	ระดับความ เหมาะสม
		ผู้เชี่ยวชาญ					
		1	2	3			
ของผู้เรียนจากการทำใบงาน							
6	กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและ สิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิกเน้น ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้สถานการณ์ที่ เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ละ สอดคล้องกับวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม และสังคม	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
7	กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและ สิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก สามารถช่วยส่งเสริมความสามารถใน การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และ ความสามารถในการตัดสินใจทาง ชีวิตจริยธรรม	4	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
8	กิจกรรมการเรียนรู้โดยตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและ สิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เป็น กิจกรรมที่มีเนื้อหาเชื่อมโยงกับ สถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงใน ชีวิตประจำวัน และความสอดคล้องกับ เนื้อหาเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
9	นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและ สิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก ไปใช้ ในการอธิบายปรากฏการณ์ใน	4	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด

ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ			\bar{x}	S	ระดับความ เหมาะสม
		ผู้เชี่ยวชาญ					
		1	2	3			
	ชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้						
10	นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
11	กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
	เฉลี่ยรวม	4.73	4.91	4.91	4.87	0.10	มากที่สุด

ตาราง 24 แสดงผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ที่	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1	ผลการเรียนรู้			
	ผลการเรียนรู้ถูกต้องตามหลักสูตรตามหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนจันทนบุรีศรีนครนิพนธ์ ปีการศึกษา 2564	5.00	0.00	มากที่สุด
2	จุดประสงค์การเรียนรู้			
	มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
	จุดประสงค์แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านความรู้ได้ อย่างชัดเจน	4.67	0.58	มากที่สุด
	จุดประสงค์แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะได้อย่าง ชัดเจน	4.67	0.58	มากที่สุด
	จุดประสงค์เสริมสร้างกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์	4.67	0.58	มากที่สุด
	จุดประสงค์เสริมสร้างกับความสามารถในการตัดสินใจทาง ชีวจริยธรรม	4.67	0.58	มากที่สุด
	- ระบุถึงพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินผลได้อย่าง ชัดเจน	4.67	0.58	มากที่สุด
	- มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.67	0.58	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.67	0.58	มากที่สุด
3	สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน			
	- สอดคล้องกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์	4.67	0.58	มากที่สุด
	- สอดคล้องกับความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริย ธรรม	4.67	0.58	มากที่สุด

ที่	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	- สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก	4.67	0.58	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.67	0.58	มากที่สุด
4	คุณลักษณะอันพึงประสงค์			
	- ถูกต้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานปี พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง ปีพุทธศักราช 2560)	4.67	0.58	มากที่สุด
	- สอดคล้องตามเนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟ กราฟิก	4.67	0.58	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.67	0.58	มากที่สุด
5	สาระสำคัญ			
	- สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	4.67	0.58	มากที่สุด
	- สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟ กราฟิก	4.67	0.58	มากที่สุด
	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่แสดงถึงความสามารถ ในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการ ตัดสินใจทางชีวจริยธรรม	4.67	0.58	มากที่สุด
	แสดงถึงสิ่งที่ผู้เรียนจะได้รับความรู้หลังการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้และสิ่งที่ผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
	- มีความถูกต้อง ชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.67	0.58	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.67	0.58	มากที่สุด
6	สาระการเรียนรู้			
	- สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระสำคัญ	5.00	0.00	มากที่สุด
	- สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้แกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐานปีพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง ปี พุทธศักราช 2560)	5.00	0.00	มากที่สุด

ที่	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	- สารระการเรียนรู้ถูกต้องและครบถ้วนตามผลการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	5.00	0.00	มากที่สุด
	- สารระการเรียนรู้สอดคล้องและครอบคลุมเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	5.00	0.00	มากที่สุด
	- สารระการเรียนรู้สามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
	เฉลี่ย	5.00	0.00	มากที่สุด
7	กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
	- สามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
	- กิจกรรมเป็นไปตามลำดับขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมร่วมกับอินโฟกราฟิก	4.67	0.58	มากที่สุด
	- ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	4.67	0.58	มากที่สุด
	- ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม	4.67	0.58	มากที่สุด
	- ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้จากสถานการณ์ในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สังคมและสิ่งแวดล้อม	4.67	0.58	มากที่สุด
	- ผู้เรียนได้นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในการแก้ปัญหา	4.67	0.58	มากที่สุด
	- ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.67	0.58	มากที่สุด
	- เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	4.67	0.58	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.67	0.58	มากที่สุด
8	สื่อและแหล่งการเรียนรู้			
	- เหมาะสมกับวัยและความสามารถของนักเรียน	4.67	0.58	มากที่สุด
	- ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	4.67	0.58	มากที่สุด
	- ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการตัดสินใจทาง	4.67	0.58	มากที่สุด

ที่	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	ชีวจริยธรรม			
	เฉลี่ย	4.67	0.58	มากที่สุด
9	การวัดและประเมินผล			
	- ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
	- เครื่องมือที่ใช้วัดสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
	- เกณฑ์การประเมินสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียน	4.67	0.58	มากที่สุด
	- ประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ อย่างครอบคลุม	4.67	0.58	มากที่สุด
	- ประเมินความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม อย่างครอบคลุม	4.67	0.58	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.67	0.58	มากที่สุด
	เฉลี่ยรวม	4.74	0.45	มากที่สุด

ภาคผนวก ง แบบประเมินความสอดคล้องและผลประเมินความสอดคล้องของแบบวัด
ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม
เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

คำชี้แจง

1. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม
เป็นข้อสอบอัตนัย ประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหา 8 สถานการณ์ ดังนี้

สถานการณ์ที่ 1 ปลาเรืองแสง

สถานการณ์ที่ 2 วัวทร้อน

สถานการณ์ที่ 3 การควบคุมลูกน้ำยุงโดยใช้แบคทีเรีย

สถานการณ์ที่ 4 วัคซีนโควิด-19

สถานการณ์ที่ 5 ไขข้อสงสัยดคีน้องชมพู

สถานการณ์ที่ 6 นักวิทยาศาสตร์ สกัด DNA จากสิ่งมีชีวิตในก้อนอำพันได้สำเร็จเป็นครั้งแรก

สถานการณ์ที่ 7 ใครคือฆาตกรตัวจริง

สถานการณ์ที่ 8 ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ของพ่อแม่สองครอบครัว และลูกสามคน ได้แก่ A B และ
C เป็นดังภาพ (O-net 61)

ซึ่งในแต่ละสถานการณ์จะมีคำถามย่อยเป็นข้อสอบประเภทเขียนตอบ ซึ่งคำถามจะแบ่ง
ออกเป็น 2 ส่วน

- ส่วนแรก เป็นคำถามที่ใช้วัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยประเมิน
จากคำตอบที่แสดงถึงพฤติกรรมบ่งชี้ขององค์ประกอบของความสามารถในการให้เหตุผลเชิง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย 4 คำถาม ได้แก่ 1) การระบุคำอธิบายหรือสมมติฐานที่
เป็นไปได้ 2) การระบุและควบคุมตัวแปรในการทดลอง 3) การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน และ
4) การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

- ส่วนที่สอง เป็นคำถามที่ใช้วัดความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมโดยประเมิน
จากคำตอบที่แสดงถึงขั้นตอนการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมของความสามารถในการตัดสินใจทางชีว
จริยธรรมของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย 3 คำถาม ได้แก่ 1) การระบุปัญหา 2) การเสนอทางเลือก และ
3) การเลือกทางเลือกได้อย่างเหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหา

ดังนั้นในแต่ละสถานการณ์จะประกอบไปด้วยคำถามย่อยจำนวน 7 คำถาม

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

เป็นความสามารถหรือทักษะที่ใช้ในการเชื่อมโยงหลักฐาน สถานการณ์ ข้อมูลเข้ากับความรูทางวิทยาศาสตร์ที่มีเพื่อนำมาสู่การลงข้อสรุปอย่างเป็นเหตุเป็นผลองค์ประกอบของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มี 4 องค์ประกอบ

- 1) การระบุคำอธิบายหรือสมมติฐานที่เป็นไปได้ คือ การวิเคราะห์ ตีความ การให้เหตุผลโดยการสร้างสมมติฐานซึ่งได้จากหลักฐานเชิงประจักษ์และการพยากรณ์ผลของปรากฏการณ์จากการตั้งสมมติฐาน
- 2) การระบุและควบคุมตัวแปรในการทดลอง คือ กำหนดตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นและการควบคุมตัวแปร
- 3) การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน คือ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยาน
- 4) การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร คือ การให้เหตุผลโดยการกำหนดความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างตัวแปร

สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีรายละเอียดดังนี้

องค์ประกอบ	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์		
	3	2	1
การระบุคำอธิบายหรือสมมติฐานที่เป็นไปได้	นักเรียนตอบคำถามได้ คำตอบและเหตุผลมีความสอดคล้องกันและในการอธิบายเหตุผลสามารถแสดงเหตุผลที่ระบุให้เห็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้	นักเรียนตอบคำถามได้ แต่แสดงเหตุผลที่ระบุให้เห็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามไม่ชัดเจน	นักเรียนตอบคำถามไม่ได้หรือนักเรียนตอบคำถามได้แต่ไม่แสดงเหตุผลของคำตอบ
การระบุและควบคุมตัวแปรในการทดลอง	นักเรียนกำหนดชนิดของตัวแปรได้และมีหลักการและเหตุผลในการเลือกตัวแปรชัดเจน	นักเรียนกำหนดชนิดของตัวแปรได้แต่ให้หลักการและเหตุผลในการเลือกตัวแปรไม่	นักเรียนกำหนดชนิดของตัวแปรไม่ได้หรือไม่

องค์ประกอบ	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์		
	3	2	1
		ชัดเจน	แสดงหลักการและเหตุผลในการเลือกตัวแปร
การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน	นักเรียนอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานได้อย่างสอดคล้องกับสถานการณ์และแสดงเหตุผลบนพื้นฐานของการสังเกตจากข้อมูลที่กำหนดให้	นักเรียนอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานได้อย่างสอดคล้องกับสถานการณ์แต่ไม่แสดงเหตุผลบนพื้นฐานของการสังเกตจากข้อมูลที่กำหนดให้	นักเรียนไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานได้อย่างสอดคล้องกับสถานการณ์หรืออธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานได้แต่ไม่สอดคล้อง
การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร	นักเรียนตอบคำถามได้ คำตอบ และเหตุผลมีความสอดคล้องกัน สามารถอธิบายเหตุผลของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้อย่างสอดคล้อง	นักเรียนตอบคำถามได้ คำตอบ และเหตุผลมีความสอดคล้องกัน แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้อย่างสอดคล้อง	นักเรียนตอบคำถามไม่ได้หรือ นักเรียนตอบคำถามได้แต่ไม่แสดงเหตุผลของคำตอบ

ความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม

เป็นความสามารถของบุคคลในการการระบุปัญหา การเสนอทางเลือกได้หลากหลาย และการเลือกทางเลือกได้อย่างเหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาโดยคำนึงถึงประเด็นทางชีวจริยธรรมที่เกี่ยวข้อง มี 3 องค์ประกอบ

- 1) การระบุปัญหา (Identify the problem) เป็นการระบุปัญหาและสาเหตุของปัญหา

2) เสนอทางเลือก (Explore alternatives) เป็นการระดมทางเลือกหรือระดมวิธีที่ใช้แก้ปัญหาโดยการระดมทางเลือก

3) เลือกทางเลือกได้อย่างเหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหา (Select an alternative) เป็นการตัดสินใจเลือกวิธีการที่จะใช้ในการแก้ปัญหาคำนึงถึงปัจจัยที่จะมีผลต่อการตัดสินใจเลือกทางเลือกแต่ละวิธี ได้แก่ ปัจจัยด้านชีวจริยธรรม (Bioethical factors)

สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับการวัดความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรมมีรายละเอียดดังนี้

องค์ประกอบ	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม		
	3	2	1
การระบุปัญหา	ระบุปัญหาได้ชัดเจนมากกว่า 1 ปัญหา	ระบุปัญหาไม่ชัดเจน แต่ระบุอย่างน้อย 1 ปัญหา	ระบุปัญหาไม่ได้หรือระบุปัญหาไม่ตรงกับสถานการณ์
การเสนอทางเลือก	เสนอทางเลือกได้มากกว่า 2 วิธี	เสนอทางเลือกได้ 2 วิธี	เสนอทางเลือกได้เพียง 1 วิธี
การเลือกทางเลือกได้อย่างเหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหา	ตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาโดยพิจารณาเหตุผลบนพื้นฐานเจตนาของการกระทำตามหลักชีวจริยธรรมได้แก่ การเคารพในอิสรภาพของบุคคลลดอันตรายให้เกิดน้อยที่สุดและก่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด	ตัดสินใจเลือกวิธีแก้ไขปัญหโดยพิจารณาเหตุผลบนพื้นฐานผลลัพธ์ของการกระทำตามหลักชีวจริยธรรมได้แก่ การเคารพในอิสรภาพของบุคคลลดอันตรายให้เกิดน้อยที่สุดและก่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด	ตัดสินใจเลือกวิธีแก้ไขปัญหบนพื้นฐานสัญชาตญาณ ความรู้สึกไม่ได้วิเคราะห์ถึงผลลัพธ์ใดๆ ไม่คำนึงถึงหลักชีวจริยธรรม

2. โปรดพิจารณาสถานการณ์และข้อคำถามว่ามีความสอดคล้องกับเนื้อหาเรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และองค์ประกอบของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ระดับความสอดคล้องตามความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมี 3 ระดับ คือ

ให้คะแนน	+1	เมื่อแน่ใจว่ามีความเหมาะสม
ให้คะแนน	0	เมื่อไม่แน่ใจว่ามีความเหมาะสม
ให้คะแนน	-1	เมื่อแน่ใจว่าไม่มีความเหมาะสม

3. ในการประเมินครั้งนี้ท่านสามารถแก้ไขข้อคำถาม ภาษาที่ใช้ในสถานการณ์หรือข้อคำถาม และข้อเสนอแนะอื่น ๆ ตามที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม


องค์ประกอบ	สถานการณ์/ข้อคำถาม	ความสอดคล้อง		
		+1	0	-1
	<p>เนื้อหาพันธูวิศวกรรม</p> <p>สถานการณ์ที่ 1ปลาเรืองแสง</p>  <p>ในปัจจุบันมีการนำปลาสวยงามหลากหลายชนิด อาทิ เช่น ปลาเสือมตรา ปลาม้าลาย ปลาเทวดา และ ปลากัด เป็นต้น มาพัฒนาพันธุ์ทำให้ปลาเรืองแสงสีเขียวได้เหมือนแมงกระพรุน หรือแสงสีแดงได้เหมือนดอกไม้ทะเล สร้างความแปลกตา สวยงาม เพื่อหวังเพิ่มมูลค่าทางการค้าในอุตสาหกรรมปลาสวยงาม</p> <p>อธิบดีกรมประมง เผยว่า ปลาเรืองแสงที่ถูกพัฒนาพันธุ์เหล่านี้ เป็นเรื่องที่น่ากังวล และเป็นสิ่งที่อันตราย หากไม่ยับยั้ง คาดว่าในอนาคตอาจเกิดการปนเปื้อนทางพันธุกรรมกับชนิดพันธุ์ที่มีในท้องถิ่น และยากที่จะเอาออกทำให้สูญเสียความเป็นสายพันธุ์ดั้งเดิมไป และนอกจากนี้ ผู้เพาะเลี้ยงยังมีความผิดทางกฎหมาย เรื่อง กำหนดชนิดพันธุ์สัตว์น้ำที่ห้ามเพาะเลี้ยงในราชอาณาจักร พ.ศ. 2564</p>			

องค์ประกอบ	สถานการณ์/ข้อคำถาม	ความ สอดคล้อง		
		+1	0	-1
ความสามารถ ในการให้ เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์	1. นักเรียนคิดว่า มีวิธีการอย่างไรทำให้ปลาสวยงามสามารถเรืองแสงได้ (การระบุคำอธิบายหรือสมมติฐานที่เป็นไปได้)			
	2. นักเรียนคิดว่า ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการทดลองพัฒนาพันธุ์ปลาเรืองแสง ได้แก่อะไรบ้าง (การระบุและควบคุมตัวแปรในการทดลอง)			
	3. จากสมมติฐาน วิธีการทำให้ปลาสวยงามสามารถเรืองแสงได้ในข้อ 1 ที่นักเรียนเลือกนั้น ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่สนับสนุนสมมติฐาน พร้อมให้เหตุผลประกอบ (การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน)			
	4. จากข้อ 2 จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นักเรียนระบุ (การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร)			
ความสามารถ ในการ ตัดสินใจทาง ชีวจริยธรรม	5. นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาพันธุ์ปลาสวยงามที่สามารถเรืองแสงได้ คืออะไร (การระบุปัญหา)			
	6. จากปัญหาดังกล่าว ให้นักเรียนเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (การเสนอทางเลือก)			
	7. ให้นักเรียนเลือกตัดสินใจแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด โดยคำนึงถึงหลักการทางชีวจริยธรรม (การเลือกทางเลือกได้อย่างเหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา)			
	เนื้อหาพันธุวิศวกรรม สถานการณ์ที่ 2 สับปะรดสีชมพู  ที่มา https://www.springnews.co.th			

องค์ประกอบ	สถานการณ์/ข้อคำถาม	ความ		
		สอดคล้อง		
		+1	0	-1
	<p>บริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง ได้พัฒนาพันธุ์สับปะรดให้มีเนื้อสีชมพู โดยใช้ไลโคปีน ซึ่งเป็นเม็ดสีที่ให้สีแดง ใน มะเขือเทศ และ แดงโม เพื่อให้สับปะรดมีสีส้มสวยงาม ซึ่งสับปะรดเหล่านี้ได้รับการกล่าวขานว่า มีรสชาติที่อร่อยและเป็นเอกลักษณ์ มีกลิ่นหอมของสับปะรดเหมือนกลิ่นลูกอม มีรสฉ่ำกว่าและหวานกว่า อีกทั้งยังมีรสเปรี้ยวน้อยกว่าสับปะรดแบบดั้งเดิม</p> <p>โดยปกติแล้วประเทศไทยมีนโยบายปลอดพีซีจีเอ็มโอ ไม่มีการอนุญาตนำเข้าแต่อย่างใด เว้นแต่ผ่านการประเมินความปลอดภัยตามเกณฑ์ที่กำหนด พร้อมทั้งเตือนประชาชนไม่ให้นำเข้าพืชดังกล่าว รวมถึงสนับสนุนในการซื้อขาย หากผู้ใดครอบครองจะผิดตามกฎหมาย ก่อนที่พืชผักผลไม้จีเอ็มโอจะปนเปื้อนพืชท้องถิ่นสร้างปัญหาการปนเปื้อน การส่งออก และผลกระทบต่อผู้บริโภค</p>			
ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	1. นักเรียนคิดว่า มีวิธีการอย่างไรทำให้สับปะรดมีเนื้อสีชมพู (การระบุคำอธิบายหรือสมมติฐานที่เป็นไปได้)			
	2. นักเรียนคิดว่า ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการทดลองพัฒนาพันธุ์สับปะรดเนื้อสีชมพู ได้แก่อะไรบ้าง (การระบุและควบคุมตัวแปรในการทดลอง)			
	3. จากสมมติฐาน วิธีการทำให้สับปะรดมีเนื้อสีชมพูในข้อ 1 ที่นักเรียนเลือกนั้น ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่สนับสนุนสมมติฐาน พร้อมให้เหตุผลประกอบ (การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน)			
	4. จากข้อ 2 จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นักเรียนระบุ (การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร)			
ความสามารถในการตัดสินใจทาง	5. นักเรียนคิดว่า ปัญหาที่เกิดขึ้น จากการพัฒนาพันธุ์สับปะรดเนื้อสีชมพู คืออะไร (การระบุปัญหา)			
	6. จากปัญหาดังกล่าว ให้นักเรียนเสนอแนวทางในการ			

องค์ประกอบ	สถานการณ์/ข้อคำถาม	ความ		
		สอดคล้อง		
		+1	0	-1
ชีวจริยธรรม	แก้ปัญหา (การเสนอทางเลือก)			
	7. ให้นักเรียนเลือกตัดสินใจแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดโดยคำนึงถึงหลักการทางชีวจริยธรรม (การเลือกทางเลือกได้อย่างเหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา)			
	<p>เนื้อหาการโคลนยีน</p> <p>สถานการณ์ที่ 3 การควบคุมลูกน้ำยุงโดยใช้แบคทีเรีย</p>  <p>ยุงเป็นสาเหตุก่อโรคหลายชนิดต่อมนุษย์ซึ่งการกำจัดยุงในอดีตมักนิยมใช้สารเคมีที่ออกฤทธิ์ต่อยุงได้ รวดเร็ว เห็นผลชัดเจน แต่พบว่าสารเคมีเหล่านี้กลับก่อให้เกิดผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงได้มีการ พัฒนาวิธีการกำจัดยุงโดยการใช้ชีววิธี ซึ่งไม่ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์ โดยการใช้แบคทีเรียที่มี ความสามารถในการผลิตผลึกโปรตีนฆ่าลูกน้ำยุงที่ออกฤทธิ์จำเพาะต่อลูกน้ำยุงและไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอื่น โดยผลึกโปรตีนเหล่านี้จะละลายในสภาวะที่เป็นต่างในกระเพาะของลูกน้ำยุง และจะถูกกระตุ้นด้วยเอนไซม์ โปรติเอสภายในกระเพาะลูกน้ำยุงทำให้ได้โปรตีนที่สามารถออกฤทธิ์ต่อลูกน้ำยุงได้ และโปรตีนฆ่าลูกน้ำยุงนี้จะไม่ มีผลกระทบต่อมนุษย์ แต่การใช้แบคทีเรียเหล่านี้พบว่ายังมีข้อจำกัดคือไม่สามารถทนอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นาน ไม่ทน ต่อแสงและอุณหภูมิ จึงมีการพัฒนา</p>			

องค์ประกอบ	สถานการณ์/ข้อคำถาม	ความ สอดคล้อง		
		+1	0	-1
	<p>วิธีการผลิตโปรตีนฆ่าลูกน้ำยุง รวมถึงการศึกษาโครงสร้างของโปรตีนฆ่าลูกน้ำ ยุง ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาการผลิตโปรตีนฆ่าลูกน้ำยุงให้มีปริมาณเพิ่มขึ้น หรือให้มีประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์ต่อลูกน้ำยุงสูงขึ้น</p> <p style="text-align: right;">บุญศรี จงเสรีจิตต์ และ วชิราภรณ์ ญาอย่าง</p>			
ความสามารถ ในการให้ เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์	1. นักเรียนคิดว่า มีวิธีการอย่างไรในการพัฒนาแบคทีเรียที่มีความสามารถในการผลิตผลึกโปรตีนฆ่าลูกน้ำยุงได้ และผลิตได้ในปริมาณมากขึ้นอย่างรวดเร็ว (การระบุคำอธิบายหรือสมมติฐานที่เป็นไปได้)			
	2. นักเรียนคิดว่า ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการทำให้แบคทีเรียที่มีความสามารถในการผลิตผลึกโปรตีนฆ่าลูกน้ำยุงได้ ได้แก่ อะไรบ้าง (การระบุและควบคุมตัวแปรในการทดลอง)			
	3. จากสมมติฐาน วิธีการทำให้แบคทีเรียที่มีความสามารถในการผลิตผลึกโปรตีนฆ่าลูกน้ำยุงได้ ในข้อ 1 ที่นักเรียนเลือกนั้น ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่สนับสนุนสมมติฐานพร้อมให้เหตุผลประกอบ (การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน)			
	4. จากข้อ 2 จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นักเรียนระบุ (การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร)			
ความสามารถ ในการ ตัดสินใจทาง ชีวจริยธรรม	5. นักเรียนคิดว่าปัญหาหรือผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้น จากการใช้แบคทีเรียในการกำจัดลูกน้ำยุง คืออะไร (การระบุปัญหา)			
	6. จากปัญหาหรือผลข้างเคียงดังกล่าว จะมีแนวทางอย่างไรในแก้ไขและการป้องกันไม่ให้เกิดขึ้น (การเสนอทางเลือก)			
	7. ให้นักเรียนเลือกแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือป้องกันปัญหาที่เหมาะสมที่สุด โดยคำนึงถึงหลักการทางชีวจริยธรรม (การเลือกทางเลือกได้อย่างเหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา)			

องค์ประกอบ	สถานการณ์/ข้อคำถาม	ความ		
		สอดคล้อง		
		+1	0	-1
	<p>เนื้อหาการโคลนยีน</p> <p>สถานการณ์ที่ 4 วัคซีนโควิด-19</p>  <p>ที่มา https://www.bangkokhospital.com/content/know-well-before-getting-the-covid-19-vaccine</p> <p>โควิด-19 เป็นโรคติดเชื้อทางเดินหายใจที่เกิดจากเชื้อไวรัสซาร์ส-โควิ-2 (SARS-COV-2) ติดต่อได้จากการสัมผัส ละอองฝอย จากน้ำลาย เสมหะ น้ำมูก อาการของโรค คือ มีไข้ อ่อนเพลีย ปวดศีรษะ มีน้ำมูก เจ็บคอ ไอ คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเสีย ตาแดง มีผื่น จมูกไม่ได้กลิ่น ลิ้นไม่รับรส ในบางรายอาจมีปอดอักเสบ และอาจรุนแรงถึงขั้นเสียชีวิต</p> <p>บริษัทเอกชนหลายแห่ง จึงได้มีการพัฒนาและผลิตวัคซีนป้องกันโรคโควิด-19 เพื่อลดความรุนแรงของโรค ตัวอย่างเช่น บริษัทแอสตราเซนเนกา ได้ผลิตวัคซีนแอสตราเซนเนกา ซึ่งเป็นวัคซีนป้องกันโควิดชนิดไวรัสเวกเตอร์ (Viral Vector) โดยวัคซีนแต่ละชนิดมีวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน แต่ที่คล้ายคลึงกันคือ การนำวัคซีนไปทดลองใช้กับสัตว์ทดลอง และนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขจนได้เป็นวัคซีนที่มีประสิทธิภาพ ปลอดภัยก่อนนำไปใช้ในมนุษย์</p>			

องค์ประกอบ	สถานการณ์/ข้อคำถาม	ความ		
		สอดคล้อง		
		+1	0	-1
ความสามารถ ในการให้ เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์	1. นักเรียนคิดว่า การผลิตวัคซีนแอสตราเซนเกา ซินิตไวรัล เวคเตอร์ ใช้วิธีการอย่างไร (การระบุคำอธิบายหรือสมมติฐาน ที่เป็นไปได้)			
	2. นักเรียนคิดว่า ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการผลิตวัคซีนแอสตรา เซนเกา ได้แก่อะไรบ้าง (การระบุและควบคุมตัวแปรในการ ทดลอง)			
	3. จากสมมติฐาน วิธีการผลิตวัคซีนแอสตราเซนเกา ในข้อ 1 ที่ นักเรียนเลือกนั้น ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่ สนับสนุนสมมติฐาน พร้อมให้เหตุผลประกอบ (การสร้าง คำอธิบายจากหลักฐาน)			
	4. จากข้อ 2 จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นักเรียน ระบุ (การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร)			
ความสามารถ ในการ ตัดสินใจทาง ชีวจริยธรรม	5. นักเรียนคิดว่า ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการผลิตและทดลองใช้ วัคซีนโควิด-19 ในสัตว์ทดลอง ก่อนนำมาใช้ในมนุษย์นั้น คือ อะไร (การระบุปัญหา)			
	6. จากผลกระทบดังกล่าว จะมีวิธีการอย่างไรที่จะป้องกัน ผลกระทบหรือลดความรุนแรงของผลกระทบนั้น (การเสนอ ทางเลือก)			
	7. ให้นักเรียนเลือกวิธีการป้องกันผลกระทบหรือลดความรุนแรง ของผลกระทบนั้นที่เหมาะสมที่สุด โดยคำนึงถึงหลักการทาง ชีวจริยธรรม (การเลือกทางเลือกได้อย่างเหมาะสมเพื่อใช้ใน การแก้ปัญหา)			

องค์ประกอบ	สถานการณ์/ข้อคำถาม	ความ		
		สอดคล้อง		
		+1	0	-1
	<p>เนื้อหาพอลิเมอเรสเซนรีแอกชัน</p> <p>สถานการณ์ที่ 5 ไขข้อสงสัยคดีน้องชมพู่</p>  <p>https://www.pptvhd36.com/news/</p> <p>จาก "คดีน้องชมพู่" การเสียชีวิตปริศนาของเด็กหญิงวัย 3 ขวบ ชาวบ้านกกกอก จ.มุกดาหาร ตั้งแต่ 11 พ.ค. 2563 ที่เด็กหญิงหายตัวไปจากบ้านพัก ก่อนพบศพเปลือย เมื่อวันที่ 14 พ.ค.บนภูเหล็กไฟเขาสูงชัน ห่างบ้านพักอย่างน้อย 1.8 กม. ซึ่งหนึ่งในผู้ต้องสงสัยในคดีนี้ คือ ลุงพล เป็นลุงเขยของน้องชมพู่ แต่ก็มี การถกเถียงและตั้งข้อสงสัยของคนไทยจำนวนมาก เรื่องการที่ลุงพลเป็นผู้กระทำความผิดในคดีนี้จริงหรือไม่</p> <p>เมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2564 ศาลจังหวัดมุกดาหารได้ออกหมายจับ นายไชย์พล วิภา หรือลุงพล อายุ 44 ปี ทั้งหมด 3 ข้อหา หลังชุดสืบสวนหาหลักฐาน 1 ปี จนหลักฐานมัดตัว เป็นผู้ก่อเหตุ พราก ทิ้ง และทำให้น้องชมพู่ เด็กหญิง วัย 3 ขวบ ถึงแก่ความตาย สำหรับหลักฐานในการออกหมายจับครั้งนี้คือหลักฐานบริเวณจุดพบศพ ได้แก่ กางเกง รองเท้า เส้นขนจำนวน 3 เส้น ที่ตรวจดีเอ็นเอจนสามารถระบุได้แล้วว่าเป็นของใคร เชื่อมโยงถึงคนร้าย รวมถึงเส้นผมน้องชมพู่ที่ถูกสับด้วยมีดถึง 36 เส้น ขนาด</p>			

องค์ประกอบ	สถานการณ์/ข้อคำถาม	ความ สอดคล้อง		
		+1	0	-1
	เส้นละ 1 เซนติเมตร ที่พบความเชื่อมโยงกับคนร้าย ประกอบ คำให้การของพยานแวดล้อมทั้งหมด และผลการตรวจพิสูจน์ หลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ ที่ชี้ชัดว่ามีความเชื่อมโยงกับลู่พล			
ความสามารถ ในการให้ เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์	1. นักเรียนคิดว่า เจ้าหน้าที่นิติวิทยาศาสตร์ มีวิธีการอย่างไรใน การเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอที่พบในที่เกิดเหตุ (การระบุคำอธิบาย หรือสมมติฐานที่เป็นไปได้)			
	2. นักเรียนคิดว่า ตัวแปรทางวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องในวิธีการ เพิ่มจำนวนดีเอ็นเอ ได้แก่อะไรบ้าง (การระบุและควบคุมตัว แปรในการทดลอง)			
	3. จากสมมติฐาน วิธีการการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอที่พบในที่เกิด เหตุ ในข้อ 1 ที่นักเรียนเลือกนั้น ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือ หลักฐานที่สนับสนุนสมมติฐาน พร้อมให้เหตุผลประกอบ (การ สร้างคำอธิบายจากหลักฐาน)			
	4. จากข้อ 2 จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นักเรียน ระบุ (การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร)			
ความสามารถ ในการ ตัดสินใจทาง ชีวจริยธรรม	5. นักเรียนคิดว่า คดีการเสียชีวิตของน้องชมพู สะท้อนปัญหาที่ เกิดขึ้นในด้านใด (การระบุปัญหา)			
	6. จากปัญหาดังกล่าว นักเรียนจะมีวิธีการจัดการอย่างไรใน แก้ไขปัญหาไม่ให้เกิดขึ้นซ้ำ (การเสนอทางเลือก)			
	7. ให้นักเรียนเลือกแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุด โดยคำนึงถึงหลักการทางชีวจริยธรรม (การเลือกทางเลือกได้ อย่างเหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา)			

องค์ประกอบ	สถานการณ์/ข้อคำถาม	ความ		
		สอดคล้อง		
		+1	0	-1
	<p>เนื้อหาพอลิเมอร์สเซนรีแอกชัน</p> <p>สถานการณ์ที่ 6 นักวิทยาศาสตร์ สกัด DNA จากสิ่งมีชีวิตใน</p> <p>ก้อนอำพันได้สำเร็จเป็นครั้งแรก</p>  <p>ที่มาของภาพ https://jurassicpark.fandom.com/wiki/DNA_in_Amber</p> <p>การค้นพบก้อนอำพัน ภายในมียุงที่เคยอาศัยร่วมโลกกับ ไดโนเสาร์ ทำให้นักวิทยาศาสตร์ จึงได้มีการสกัดเอา “เลือด ไดโนเสาร์” จากยุงในก้อนอำพัน เพื่อนำไปโคลนนิ่งไดโนเสาร์ให้ กลับมามีชีวิตบนโลกปัจจุบันอีกครั้ง....</p> <p>แม้ความพยายามในการสกัดเอาเลือดจากยุงในอำพันดู เป็นเรื่องเหนือความคาดหมาย แต่มีนักวิทยาศาสตร์ไม่น้อยที่เคย ทำการทดลองเพื่อพิสูจน์แนวคิดนี้ และไม่เคยทำได้สำเร็จเลยสัก ครั้ง นั่นเป็นเพราะ DNA หรือสารพันธุกรรมพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ในเลือดเหล่านั้น ได้ถูกทำลายไปหมดจนไม่สามารถนำมาใช้การ ได้อีก หมายความว่าความพยายามนี้ล้มเหลวใช่หรือไม่ ? นักวิทยาศาสตร์จากพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติเซงก์เคนเบิร์ก ประเทศเยอรมนี ได้นำเสนอว่า หากคุณต้องการจะโคลนนิ่ง สิ่งมีชีวิตขึ้นมาสักตัวหนึ่ง ส่วนประกอบสำคัญคือ DNA สาร พันธุกรรมที่สามารถพบได้ทั่วร่างกายและมีอยู่ในสิ่งมีชีวิตเกือบ ทุกชนิดบนโลก เลือดของไดโนเสาร์ที่ถูกยุงดูดกินก็มีส่วนประกอบ ของ DNA ด้วยเช่นกัน แต่เหตุที่เราไม่สามารถทำการโคลนนิ่ง หรือศึกษาข้อมูลจากเลือดไดโนเสาร์ได้นั้น เป็นเพราะ DNA ได้ถูก</p>			

องค์ประกอบ	สถานการณ์/ข้อคำถาม	ความ สอดคล้อง		
		+1	0	-1
	ทำลายหรืออยู่ในสภาพที่ใช้การไม่ได้แล้ว			
ความสามารถ ในการให้ เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์	1. นักเรียนคิดว่า นักวิทยาศาสตร์ มีวิธีการอย่างไรในการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอที่พบของเลือดไดโนเสาร์จากงูในก้อนอำพัน (การระบุคำอธิบายหรือสมมติฐานที่เป็นไปได้)			
	2. นักเรียนคิดว่า ตัวแปรทางวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องในวิธีการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอ ได้แก่อะไรบ้าง (การระบุและควบคุมตัวแปรในการทดลอง)			
	3. จากสมมติฐาน วิธีการการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอเลือดของไดโนเสาร์จากงูในก้อนอำพัน ในข้อ 1 ที่นักเรียนเลือกนั้น ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่สนับสนุนสมมติฐานพร้อมให้เหตุผลประกอบ (การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน)			
	4. จากข้อ 2 จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นักเรียนระบุ (การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร)			
ความสามารถ ในการ ตัดสินใจทาง ชีวจริยธรรม	5. นักเรียนคิดว่า การที่นักวิทยาศาสตร์พยายามคืนชีพให้ไดโนเสาร์ จากการนำสารพันธุกรรมไปโคลนนิ่งนั้น อาจส่งผลกระทบต่ออย่างไรบ้าง (การระบุปัญหา)			
	6. จากผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นดังกล่าวนี้ ถ้านักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาในเรื่องนี้ นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรในการป้องกันหรือลดความรุนแรงของผลกระทบนั้น (การเสนอทางเลือก)			
	7. ให้นักเรียนเลือกวิธีการป้องกันหรือลดความรุนแรงของผลกระทบนั้น โดยคำนึงถึงหลักการทางชีวจริยธรรม (การเลือกทางเลือกได้อย่างเหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา)			

องค์ประกอบ	สถานการณ์/ข้อคำถาม	ความ														
		สอดคล้อง														
		+1	0	-1												
	<p>เนื้อหาเจลอิเล็กโทรริซิส</p> <p>สถานการณ์ที่ 7 ใครคือฆาตกรตัวจริง</p> <p style="text-align: center;">ผู้ต้องสงสัย</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">หลักฐาน</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>จากลายพิมพ์ DNA ที่เก็บตัวอย่างจากคราบเลือดของผู้เสียชีวิตในคดีฆ่าข่มขืน และเก็บตัวอย่าง DNA จากหลักฐานที่พบในที่เกิดเหตุ ปรากฏลายพิมพ์ DNA ผู้ต้องสงสัยทั้งหมด 5 คน</p>	หลักฐาน	1	2	3	4	5									
หลักฐาน	1	2	3	4	5											
ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	1. นักเรียนคิดว่าผู้ต้องสงสัยหมายเลขใด คือ ฆาตกรตัวจริง และมีวิธีการอย่างไรในการศึกษาลายพิมพ์ DNA จากหลักฐานและผู้ต้องสงสัย (การระบุคำอธิบายหรือสมมติฐานที่เป็นไปได้)															
	2. จากสถานการณ์ให้นักเรียนระบุตัวแปรทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่อะไรบ้าง (การระบุและควบคุมตัวแปรในการทดลอง)															
	3. จากสมมติฐาน ในการคาดคะเน ฆาตกรตัวจริง ที่นักเรียน															

องค์ประกอบ	สถานการณ์/ข้อคำถาม	ความ สอดคล้อง		
		+1	0	-1
	เลือก ในข้อ 1 ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่สนับสนุนสมมติฐาน พร้อมให้เหตุผลประกอบ (การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน)			
	4. จากข้อ 2 จงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นักเรียนระบุ (การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร)			
ความสามารถ ในการ ตัดสินใจทาง ชีวจริยธรรม	5. จากสถานการณ์ ให้นักเรียนระบุปัญหาที่เกิดขึ้น (การระบุปัญหา)			
	6. จากปัญหาดังกล่าว นักเรียนจะมีวิธีการจัดการอย่างไรในแก้ไขปัญหามาให้เกิดขึ้นซ้ำ (การเสนอทางเลือก)			
	7. ให้นักเรียนเลือกแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุด โดยคำนึงถึงหลักการทางชีวจริยธรรม (การเลือกทางเลือกได้อย่างเหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา)			
	<p>เนื้อหาเจลอิลีกโทริซิส</p> <p>สถานการณ์ที่ 8</p> <p>ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ของพ่อแม่สองครอบครัว และลูกสามคน</p> <p>ได้แก่ A B และC เป็นดังภาพ (O-net 61)</p> <div style="text-align: center;"> <p>ครอบครัวที่ 1 ครอบครัวที่ 2 A B C</p> <p>พ่อ แม่ พ่อ แม่</p> </div> <p>จากข้อมูล ข้อใดระบุความสัมพันธ์ของครอบครัวได้ถูกต้อง</p> <p>1. A กับ C เป็นลูกของครอบครัวที่ 1 และ B เป็นลูกของครอบครัวที่ 2</p>			

องค์ประกอบ	สถานการณ์/ข้อคำถาม	ความ สอดคล้อง		
		+1	0	-1
	<p>2. A กับ C เป็นลูกของครอบครัวที่ 2 และ B เป็นลูกของครอบครัวที่ 1</p> <p>3. A เป็นลูกของครอบครัวที่ 1 และ B กับ C เป็นลูกของครอบครัวที่ 2</p> <p>4. A B และ C เป็นลูกของครอบครัวที่ 1</p> <p>5. A B และ C เป็นลูกของครอบครัวที่ 2</p>			
ความสามารถ ในการให้ เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์	1. นักเรียนจะเลือกใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในด้านใด ในการศึกษาลายพิมพ์ดีเอ็นเอ และมีขั้นตอนอย่างไรในการศึกษา (การระบุคำอธิบายหรือสมมติฐานที่เป็นไปได้)			
	2. จากความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคนิคที่ใช้ในการตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอในข้างต้น ให้นักเรียนระบุตัวแปรทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่อะไรบ้าง (การระบุและควบคุมตัวแปรในการทดลอง)			
	3. จากความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคนิคที่ใช้ในการตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่นักเรียนเลือก ในข้อ 1 ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่สนับสนุนสมมติฐาน พร้อมให้เหตุผลประกอบ (การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน)			
	4. จากข้อ 2 จงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นักเรียนระบุ (การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร)			
ความสามารถ ในการ ตัดสินใจทาง ชีวจริยธรรม	5. จากสถานการณ์ข้างต้น ข้อควรระวังในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ได้แก่อะไรบ้าง (การระบุปัญหา)			
	6. จากข้อควรระวังดังกล่าว นักเรียนจะมีวิธีการป้องกันอย่างไร (การเสนอทางเลือก)			
	7. ให้นักเรียนเลือกวิธีการป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นที่เหมาะสมที่สุด โดยคำนึงถึงหลักการทางชีวจริยธรรม (การเลือกทางเลือกได้อย่างเหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา)			

ตาราง 25 แสดงผลการพิจารณาความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ (ผู้เชี่ยวชาญ)

สถานการณ์/ข้อสอบ	ความคิดเห็น			IOC	แปลผล
	ของผู้เชี่ยวชาญ				
	1	2	3		
สถานการณ์ที่ 1					
ข้อคำถามที่ 1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 2	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 3	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 4	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 5	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 6	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 7	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 2					
ข้อคำถามที่ 1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 2	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 3	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 4	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 5	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 6	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 7	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 3					
ข้อคำถามที่ 1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 2	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 3	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 4	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 5	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 6	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 7	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

สถานการณ์/ข้อสอบ	ความคิดเห็น			IOC	แปลผล
	ของผู้เชี่ยวชาญ				
	1	2	3		
สถานการณ์ที่ 4					
ข้อคำถามที่ 1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 2	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 3	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 4	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 5	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 6	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 7	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 5					
ข้อคำถามที่ 1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 2	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 3	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 4	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 5	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 6	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 7	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 6					
ข้อคำถามที่ 1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 2	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 3	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 4	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 5	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 6	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 7	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 7					
ข้อคำถามที่ 1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 2	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

สถานการณ์/ข้อสอบ	ความคิดเห็น			IOC	แปลผล
	ของผู้เชี่ยวชาญ				
	1	2	3		
ข้อคำถามที่ 3	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 4	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 5	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 6	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 7	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 8					
ข้อคำถามที่ 1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 2	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 3	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 4	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 5	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 6	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 7	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

จากผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน พบว่าข้อคำถามจำนวน 56 ข้อ มีความสอดคล้องทั้งหมดจึงสามารถนำไปใช้ได้

ภาคผนวก จ ค่าความเที่ยงของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการ
ตัดสินใจทางชีวจริยธรรม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ตาราง 26 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากจากผู้ตรวจจำนวน 2 คน

เนื้อหา	สถานการณ์	\bar{X}_1	SD_1	\bar{X}_2	SD_2	r_{xy}
พันธุวิศวกรรม	ที่ 1	17.60	1.35	17.67	1.35	0.942**
	ที่ 2	17.40	0.83	17.40	1.06	0.784**
การโคลนยีน	ที่ 3	17.67	1.11	18.13	1.06	0.828**
	ที่ 4	17.40	0.99	17.47	0.92	0.995**
พอลิเมอเรสเชนรีแอคชัน	ที่ 5	17.53	0.99	17.47	1.19	0.867**
	ที่ 6	17.33	0.90	17.53	0.83	0.793**
เจลอิเล็กโทรริซิส	ที่ 7	17.33	0.90	17.47	1.25	0.871**
	ที่ 8	17.33	1.18	17.47	1.06	0.784**

หมายเหตุ: ** $p < .01$

จากผลการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation) อยู่ระหว่าง 0.758 ถึง 0.978 และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในแต่ละเหตุการณ์ จะพบว่าเหตุการณ์ที่ 4 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนมากที่สุดคือ 0.978 รองลงมาคือ เหตุการณ์ที่ 7, 6, 1, 5, 3, 8 และ 2 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ตรวจทั้ง 2 คน มีค่าใกล้เคียงกัน

ภาคผนวก ฉ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทาง
ชีวจริยธรรม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม
เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชื่อ-นามสกุลเลขที่.....ชั้น.....

คำชี้แจง

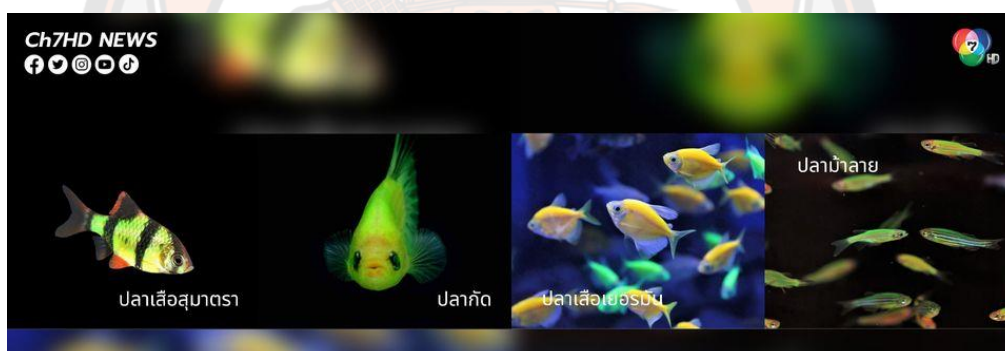
1. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม มีทั้งหมด 4 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์จะประกอบไปด้วยคำถามย่อย จำนวน 7 ข้อ รูปแบบเขียนตอบ
2. ใช้เวลาสอบทั้งหมด 60 นาที

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

ปลาเรืองแสง

ในปัจจุบันมีการนำปลาสวยงามหลากหลายชนิด อาทิเช่น ปลาเสือสุมาตรา ปลาม้าลาย ปลาเทวดา และ ปลากัด เป็นต้น มาพัฒนาพันธุ์ทำให้ปลาเรืองแสงสีเขียวได้เหมือนแมงกระพรุน หรือแสงสีแดงได้เหมือนดอกไม้ทะเล สร้างความแปลกตา สวยงาม เพื่อหวังเพิ่มมูลค่าทางการค้าในอุตสาหกรรมปลาสวยงาม

อธิบดีกรมประมง เผยว่า ปลาเรืองแสงที่ถูกพัฒนาพันธุ์เหล่านี้ เป็นเรื่องที่น่ากังวล และเป็นสิ่งที่อันตราย หากไม่ยับยั้งคาดว่าในอนาคตอาจเกิดการปนเปื้อนทางพันธุกรรมกับชนิดพันธุ์ที่มีในท้องถิ่น และยากที่จะเอาออกทำให้สูญเสียความเป็นสายพันธุ์ดั้งเดิมไป และนอกจากนี้ ผู้เพาะเลี้ยงยังมีความผิดทางกฎหมาย เรื่อง กำหนดชนิดพันธุ์สัตว์น้ำที่ห้ามเพาะเลี้ยงในราชอาณาจักร พ.ศ. 2564



1.1 นักเรียนคิดว่า มีวิธีการอย่างไรทำให้ปลาสวยงามสามารถเรืองแสงได้

.....

.....

.....

.....

1.2 นักเรียนคิดว่า ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการทดลองพัฒนาพันธุ์ปลาเรืองแสง ได้แก่อะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

1.3 จากสมมติฐาน วิธีการทำให้ปลาสวยงามสามารถเรืองแสงได้ ในข้อ 1.1 ที่นักเรียนเลือกนั้น ให้
นักเรียนระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่สนับสนุนสมมติฐาน พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

1.4 จากข้อ 1.2 จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นักเรียนระบุ

.....

.....

.....

.....

1.5 นักเรียนคิดว่า ปัญหาที่เกิดขึ้น จากการพัฒนาพันธุ์ปลาสวยงามที่สามารถเรืองแสงได้ คืออะไร

.....

.....

.....

.....

1.6 จากปัญหาดังกล่าว ให้นักเรียนเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

1.7 ให้นักเรียนเลือกตัดสินใจแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด โดยคำนึงถึงหลักการทางชีวจริยธรรม

.....

.....

.....

.....

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

การควบคุมลูกน้ำยุงโดยใช้แบคทีเรีย



ยุงเป็นสาเหตุก่อโรคหลายชนิดต่อมนุษย์ซึ่งการกำจัดยุงในอดีตมักนิยมใช้สารเคมีที่ออกฤทธิ์ต่อยุงได้ รวดเร็ว เห็นผลชัดเจน แต่พบว่าสารเคมีเหล่านี้กลับก่อให้เกิดผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงได้มีการ พัฒนาวิธีการกำจัดยุงโดยใช้ชีววิธี ซึ่งไม่ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์ โดยการใช้แบคทีเรียที่มี ความสามารถในการผลิตผลึกโปรตีนฆ่าลูกน้ำยุงที่ออกฤทธิ์จำเพาะต่อลูกน้ำยุงและไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอื่น โดยผลึกโปรตีนเหล่านี้จะละลายในสภาวะที่เป็นต่างในกระเพาะของลูกน้ำยุง และจะถูกกระตุ้นด้วยเอนไซม์ โปรติเอสภายในกระเพาะลูกน้ำยุงทำให้ได้โปรตีนที่สามารถออกฤทธิ์ต่อลูกน้ำยุงได้ และโปรตีนฆ่าลูกน้ำยุงนี้จะไม่ มีผลกระทบต่อมนุษย์ แต่การใช้แบคทีเรียเหล่านี้พบว่ามีข้อจำกัดคือไม่สามารถทนอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นาน ไม่ทน ต่อแสงและอุณหภูมิ จึงมีการพัฒนาวิธีการผลิตโปรตีนฆ่าลูกน้ำยุง รวมถึงการศึกษาโครงสร้างของโปรตีนฆ่าลูกน้ำ ยุง ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาการผลิตโปรตีนฆ่าลูกน้ำยุงให้มีปริมาณเพิ่มขึ้น หรือให้มีประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์ต่อ ลูกน้ำยุงสูงขึ้น

บุญศรี จงเสรีจิตต์ และ วชิราภรณ์ ภูปาอ่าง

1.1 นักเรียนคิดว่า มีวิธีการอย่างไรในการพัฒนาแบคทีเรียที่มีความสามารถในการผลิตผลึกโปรตีนฆ่า
ลูกน้ำยุงได้ และผลิตได้ในปริมาณมากขึ้นอย่างรวดเร็ว

.....

.....

.....

.....

1.2 นักเรียนคิดว่า ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการทำให้แบคทีเรียที่มีความสามารถในการผลิตผลึกโปรตีน
ฆ่าลูกน้ำยุงได้ ได้แก่อะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

1.3 จากสมมติฐาน วิธีการทำให้แบคทีเรียที่มีความสามารถในการผลิตผลึกโปรตีนฆ่าลูกน้ำยุงได้ ใน
ข้อ 1.1 ที่นักเรียนเลือกนั้น ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่สนับสนุนสมมติฐาน พร้อมให้เหตุผล
ประกอบ

.....

.....

.....

.....

1.4 จากข้อ 1.2 จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นักเรียนระบุ

.....

.....

.....

.....

1.5 นักเรียนคิดว่า ปัญหาหรือผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้น จากการใช้แบคทีเรียในการกำจัดลูกน้ำยุง คืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

1.6 จากปัญหาหรือผลข้างเคียงดังกล่าว จะมีแนวทางอย่างไรในแก้ไขและการป้องกันไม่ให้เกิดขึ้น

.....

.....

.....

.....

.....

1.7 ให้นักเรียนเลือกแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือป้องกันปัญหาที่เหมาะสมที่สุด โดยคำนึงถึงหลักการทางชีวจริยธรรม

.....

.....

.....

.....

.....

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

ไขข้อสงสัยคดีน้องชมพู

จาก **"คดีน้องชมพู"** การเสียชีวิตปริศนาของเด็กหญิงวัย 3 ขวบ ชาวบ้านกกกอก จ. มุกดาหาร ตั้งแต่ 11 พ.ค. 2563 ที่เด็กหญิงหายตัวไปจากบ้านพัก ก่อนพบศพเปลือย เมื่อวันที่ 14 พ.ค. บนภูเหล็กไฟ เขาสูงชัน ห่างบ้านพักอย่างน้อย 1.8 กม. ซึ่งหนึ่งในผู้ต้องสงสัยในคดีนี้ คือ ลุงพล เป็นลุงเขยของน้องชมพู แต่ก็มีกรณียกเถียงและตั้งข้อสงสัยของคนไทยจำนวนมาก เรื่องการที่ลุงพล เป็นผู้กระทำความผิดในคดีนี้จริงหรือไม่

เมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2564 ศาลจังหวัดมุกดาหารได้ออกหมายจับ นายไชย์พล วิภา หรือลุงพล อายุ 44 ปี ทั้งหมด 3 ข้อหา หลังชุดสืบสวนหาหลักฐาน 1 ปี จนหลักฐานมัดตัว เป็นผู้ก่อเหตุพราก ทิ้ง และทำให้น้องชมพู เด็กหญิง วัย 3 ขวบ ถึงแก่ความตาย สำหรับหลักฐานในการออกหมายจับครั้งนี้คือหลักฐานบริเวณจุดพบศพ ได้แก่ กางเกง รองเท้า เส้นขนจำนวน 3 เส้น ที่ตรวจดีเอ็นเอจนสามารถระบุได้แล้วว่าเป็นของใคร เชื่อมโยงถึงคนร้าย รวมถึงเส้นผมน้องชมพูที่ถูกสับด้วยมีดถึง 36 เส้น ขนาดเส้นละ 1 เซนติเมตร ที่พบความเชื่อมโยงกับคนร้าย ประกอบคำให้การของพยานแวดล้อมทั้งหมด และผลการตรวจพิสูจน์หลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ ที่ชี้ชัดว่ามีความเชื่อมโยงกับลุงพล



<https://www.pptvhd36.com/news/>

1.1 นักเรียนคิดว่า เจ้าหน้าที่นิติวิทยาศาสตร์ มีวิธีการอย่างไรในการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอที่พบในที่เกิดเหตุ

.....

.....

.....

.....

.....

1.2 นักเรียนคิดว่า ตัวแปรทางวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องในวิธีการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอ ได้แก่อะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

1.3 จากสมมติฐาน วิธีการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอที่พบในที่เกิดเหตุ ในข้อ 1.1 ที่นักเรียนเลือกนั้น ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่สนับสนุนสมมติฐาน พร้อมให้เหตุประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

1.4 จากข้อ 1.2 จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นักเรียนระบุ

.....

.....

.....

.....

.....

1.5 นักเรียนคิดว่า คดีการเสียชีวิตของน้องชมพู สะท้อนปัญหาที่เกิดขึ้นในด้านใด

.....

.....

.....

.....

.....

1.6 จากปัญหาดังกล่าว นักเรียนจะมีวิธีการจัดการอย่างไรในแก้ไขปัญหาไม่ให้เกิดขึ้นซ้ำ

.....

.....

.....

.....

.....

1.7 ให้นักเรียนเลือกแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุด โดยคำนึงถึงหลักการทางชีวจริยธรรม

.....

.....

.....

.....

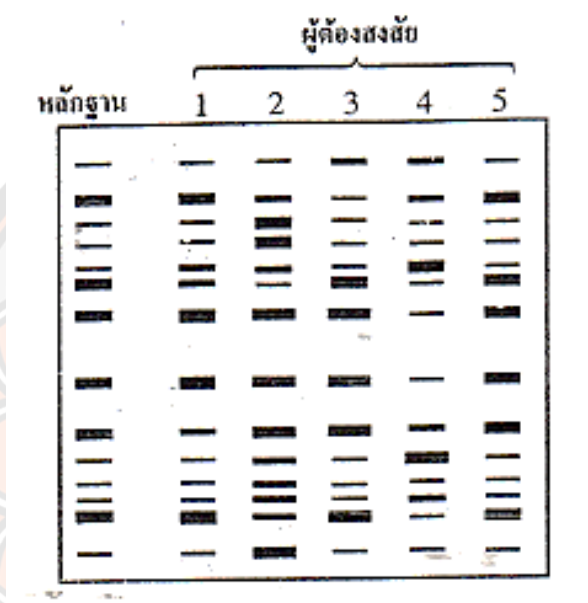
.....

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

ใครคือฆาตกรตัวจริง

1. จากลายพิมพ์ DNA ที่เก็บตัวอย่างจากคราบเลือดของผู้เสียชีวิตในคดีฆ่าข่มขืน และเก็บตัวอย่าง DNA

จากหลักฐานที่พบในที่เกิดเหตุ ปรากฏลายพิมพ์ DNA ผู้ต้องสงสัยทั้งหมด 5 คน



- 1.1 นักเรียนคิดว่าผู้ต้องสงสัยหมายเลขใด คือ ฆาตกรตัวจริง และมีวิธีการอย่างไรในการศึกษาลายพิมพ์ DNA จากหลักฐาน และผู้ต้องสงสัย

.....

.....

.....

.....

- 1.2 จากสถานการณ์ให้นักเรียนระบุตัวแปรทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ อะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

1.3 จากสมมติฐาน ในการคาดคะเน ฆาตกรตัวจริง ที่นักเรียนเลือก ในข้อ 1.1 ให้นักเรียนระบุข้อมูล หรือหลักฐานที่สนับสนุนสมมติฐาน พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

1.4 จากข้อ 1.2 จงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นักเรียนระบุ

.....

.....

.....

1.5 จากสถานการณ์ ให้นักเรียนระบุปัญหาที่เกิดขึ้น

.....

.....

.....

1.6 จากปัญหาดังกล่าว นักเรียนจะมีวิธีการจัดการอย่างไรในแก้ไขปัญหาไม่ให้เกิดซ้ำ

.....

.....

.....

1.7 ให้นักเรียนเลือกแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุด โดยคำนึงถึงหลักการทางชีวจริยธรรม

.....

.....

.....

ภาคผนวก ข ผลการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวิตจริงธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 27 แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวิตจริงธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียนจำนวน 9 คน

แผน ที่	คะแนนระหว่างเรียน	นักเรียนคนที่									รวม	E ₁	E ₂
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
2	คะแนนความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (12)	10	8	10	8	7	7	7	11	9	67	68.78	-
	คะแนนความสามารถในการตัดสินใจ	7	6	8	7	7	6	8	8	6	63		
	ทางชีวิตจริงธรรม (9)												
3	คะแนนความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (12)	9	8	11	8	8	8	9	11	9	81	74.60	-

แผน ที่	คะแนนระหว่างเรียน	นักเรียนคนที่									รวม	E ₁	E ₂
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
4	คะแนนความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (12)	10	9	11	9	8	7	10	10	10	84	75.66	-
	คะแนนความสามารถในการ ตัดสินใจทางชีวจริยธรรม (9)	7	5	7	6	7	7	6	8	6	59		
5	คะแนนความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (12)	11	9	11	9	8	8	10	11	9	86	76.72	-
	คะแนนความสามารถในการ ตัดสินใจทางชีวจริยธรรม (9)	7	6	8	7	6	6	5	7	7	59		
	คะแนนทดสอบหลังเรียน	65	58	70	63	57	55	62	69	64	563	-	74.47
		รวมเฉลี่ย E₁/E₂ = 73.94/74.47											



ภาคผนวก ข ผลคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก

ตาราง 28 แสดงผลความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน

คนที่	ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์		
	คะแนนสอบก่อนเรียน (48 คะแนน)	คะแนนสอบหลังเรียน (48 คะแนน)	คะแนนผลต่าง
1	16	37	21
2	20	47	27
3	17	44	27
4	15	34	19
5	19	43	24
6	20	45	25
7	16	44	28
8	19	44	25
9	20	45	25
10	17	42	25
11	16	31	15
12	23	41	18
13	25	46	21
14	22	48	26
15	20	41	21
16	27	43	16
17	24	41	17
18	19	40	21
19	19	38	19

คนที่	ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์		
	คะแนนสอบก่อนเรียน (48 คะแนน)	คะแนนสอบหลังเรียน (48 คะแนน)	คะแนนผลต่าง
20	17	43	26
21	25	44	19
22	24	47	23
23	22	40	18
24	22	39	17
25	21	37	16
26	23	39	16
27	20	43	23
28	27	47	20
29	20	44	24
30	23	43	20
\bar{x}	20.60	42.00	21.40
S.D.	3.29	3.94	3.86

ภาคผนวก ฅ ผลคะแนนความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม ก่อนเรียนและหลังเรียนที่
เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและ
สิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก

ตาราง 29 แสดงผลความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม ก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียน
ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับ
อินโฟกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน

คนที่	ความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม		
	คะแนนสอบก่อนเรียน (36 คะแนน)	คะแนนสอบหลังเรียน (36 คะแนน)	คะแนนผลต่าง
1	13	23	10
2	16	34	18
3	13	27	14
4	12	23	11
5	14	33	19
6	13	30	17
7	11	32	21
8	13	31	18
9	14	33	19
10	13	31	18
11	11	24	13
12	16	32	16
13	20	34	14
14	16	35	19
15	15	29	14
16	18	31	13
17	16	30	14
18	13	31	18
19	12	27	15

คนที่	ความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม		
	คะแนนสอบก่อนเรียน (36 คะแนน)	คะแนนสอบหลังเรียน (36 คะแนน)	คะแนนผลต่าง
20	12	31	19
21	16	33	17
22	16	35	19
23	16	35	19
24	15	33	18
25	14	25	11
26	15	31	16
27	13	30	17
28	17	35	18
29	13	33	20
30	15	29	14
\bar{x}	14.37	30.67	16.30
S.D.	2.09	3.51	2.90

ภาคผนวก ๗ ตัวอย่างแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจทางชีวจริยธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

เวลา 12 ชั่วโมง

เรื่อง พันธุวิศวกรรม

เวลา 3 ชั่วโมง

สาระการเรียนรู้ชีววิทยา

การใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ สามารถนำไปใช้ในการสร้าง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม โดยนำยีนที่ต้องการ มาตัดต่อใส่ในสิ่งมีชีวิต ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นมีสมบัติ ตามต้องการ

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม โดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. สามารถวิเคราะห์และตั้งสมมติฐานในสถานการณ์ เรื่อง ข้าวโพดต้านแมลงศัตรูพืช โดยใช้ ความรู้เรื่องพันธุวิศวกรรม อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

2. สามารถระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และเชื่อมโยงข้อมูลกับประจักษ์พยานที่พบในสถานการณ์ เรื่อง ข้าวโพดต้านแมลงศัตรูพืช เพื่ออ้างอิงถึงสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้อย่างสมเหตุสมผล โดยใช้ความรู้เรื่อง พันธุวิศวกรรม

ด้านทักษะ

3. สามารถเสนอทางเลือกในการแก้ปัญหา จากสถานการณ์ ข้าวโพดต้านแมลงศัตรูพืช โดยใช้ ความรู้เรื่องพันธุวิศวกรรม

ด้านเจตคติ

4. เลือกรวิธีการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงปัจจัยด้านชีวจริยธรรม

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ความสามารถในการคิด

ความสามารถในการสื่อสาร

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มุ่งมั่นในการทำงาน

สาระสำคัญ

การระบุประเด็นปัญหา การตั้งสมมติฐาน การวางแผนหาคำตอบ การสืบค้นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และนำข้อมูลทางวิทยาศาสตร์มาสร้างคำอธิบายจากสถานการณ์ เรื่อง ข้าวโพดต้านแมลงศัตรูพืช อย่างเป็นทางการเป็นผล เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลระหว่างตัวแปร ประกอบการการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น จากสถานการณ์เรื่อง ข้าวโพดต้านแมลงศัตรูพืช โดยคำนึงถึงหลักการทางชีวจริยธรรม และนำเสนอข้อสรุปเป็นอินโฟกราฟิก เป็นการแสดงออกถึงความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การให้ความสำคัญกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และสามารถเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไต่ตรอง

สาระการเรียนรู้

เนื้อหาพันธุวิศวกรรม

1. หลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม
 - 1.1 การสร้างดีเอ็นเอสายผสม
 - 1.2 การถ่ายยีนด้วยการใช้แบคทีเรีย
 - 1.3 การใช้เครื่องยิงอนุภาค
 - 1.4 การถ่ายยีนเข้าไปในนิวเคลียสของสัตว์
2. การใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม
 - 2.1 ด้านการเกษตร
 - 2.2 ด้านการแพทย์
3. ข้อกังวลเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม
 - 3.1 ด้านสิ่งแวดล้อม
 - 3.2 ด้านสุขภาพ
 - 3.3 ด้านเศรษฐกิจ

กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 รุกให้นักเรียนค้นหาข้อมูล (15 นาที)

ครูนำเสนอสถานการณ์จากข่าวบนเว็บไซต์ไทยรัฐแก่นักเรียน เรื่อง ข่าวโศกด้านแมลงศัตรูพืช โดยสถานการณ์นี้ เป็นเรื่องการดัดแปลงพันธุกรรมของข้าวโพดให้สามารถสร้างยีนบีทีได้ โดยนำกรายีนบีทีจากแบคทีเรียในดิน ที่มีคุณสมบัติเฉพาะในการทำลายตัวอ่อนของแมลงบางประเภทได้อย่างเจาะจง จากนั้นให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ที่ครูนำเสนอ แล้วตั้งข้อความหรือข้อสงสัย ในสิ่งที่จะต้องหาที่หาคำตอบจากสถานการณ์ รวมทั้งระบุประเด็นปัญหาหรือผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นผ่านแอปพลิเคชัน Mentimeter

ขั้นที่ 2 ให้อิสระในการค้นหาและสร้างข้อมูลเชิงภาพ (60 นาที)

ครูใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงไปสู่เนื้อหาเรื่อง พันธุวิศวกรรม หลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม ประโยชน์และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

1. ข่าวโศกด้านแมลงศัตรูพืช

1. นักวิทยาศาสตร์มีวิธีการอย่างไร เพื่อให้ได้พันธุ์ข้าวโพดด้านแมลงศัตรูพืช
2. นักเรียนคิดว่ามีตัวแปรใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับการสร้างพันธุ์ข้าวโพดด้านแมลงศัตรูพืช
3. ทำไมมนุษย์ถึงต้องมีการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม
4. ข้อดี ข้อเสียจากการสร้างพันธุ์ข้าวโพดด้านแมลงศัตรูพืช

จากนั้นให้นักเรียนวางแผนหาคำตอบ สืบค้น ค้นคว้าข้อมูลตามความสนใจของนักเรียน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้ ระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง สร้างคำอธิบายจากสถานการณ์

นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม สรุปข้อมูลแต่ละกลุ่ม แล้วนำข้อมูลที่ได้ จัดทำเป็นอินโฟกราฟิกแสดงข้อมูลเชิงภาพลงบนกระดาน โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะ

■ คำถามชี้แนะการวางแผนหาคำตอบและตั้งสมมติฐาน

1. ข้อมูลที่จำเป็นใดบ้างที่จำเป็นจะต้องรู้เพื่อใช้ในการตอบคำถามดังกล่าว (หลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม ตัวแปรทางวิทยาศาสตร์ที่อธิบายถึงข้อมูลจากสถานการณ์ข่าวโศกด้านแมลงศัตรูพืช ผลดีและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการดัดแปรพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต)

2. วิธีการใดบ้างในการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม (การสร้างดีเอ็นเอสายผสม การถ่ายยีนด้วยการใช้แบคทีเรีย การใช้เครื่องยิงอนุภาค และการถ่ายยีนเข้าไปในนิวเคลียสของสัตว์)

3. เพราะเหตุใด ถึงมีการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวโพดด้านแมลงศัตรูพืช (เพราะต้องการแก้ไขปัญหาผลผลิตข้าวโพดตกต่ำ เนื่องจากโดนแมลงศัตรูพืชทำลาย)

4. ตัวแปรใดบ้าง ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวโพดต้านแมลงศัตรูพืช (ตัวแปรต้น คือยีนบีทีจากแบคทีเรียในดิน สายพันธุ์ข้าวโพดท้องถิ่น วิธีการสร้างดีเอ็นเอสายผสม ตัวแปรตาม คือพันธุ์ข้าวโพดที่มียีนบีทีต้านแมลงศัตรูพืช)

5. ผลดีที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวโพดต้านแมลงศัตรูพืช (ได้สายพันธุ์ข้าวโพดที่ต้านทานต่อแมลงศัตรูพืช ทนต่อสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง และได้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ข้าวโพดทั่วไป)

6. ปัญหาหรือผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวโพดมียีนบีทีต้านแมลงศัตรูพืช (ทำลายแมลงศัตรูพืชที่ไม่ใช่ศัตรูเป้าหมาย แมลงศัตรูพืชดื้อต่อโปรตีนสารพิษบีที การผสมข้ามพันธุ์อาจทำให้สูญเสียพันธุ์ท้องถิ่น อาจเกิดความไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคระยะยาว เป็นต้น)

7. แนวทางการลดปัญหาหรือผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวโพดมียีนบีทีต้านแมลงศัตรูพืช (รณรงค์ให้อนุรักษ์สายพันธุ์ข้าวโพดท้องถิ่น ใช้วิธีการกำจัดแมลงศัตรูพืชแบบไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมและปลอดภัย การพัฒนาสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมต้องคำนึงถึงหลักการทางชีวจริยธรรม รมั้ตระวังในการนำความรู้ด้านเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอมาใช้ในการสร้างสิ่งมีชีวิตตามต้องการ เป็นต้น)

หลังจากที่ครูใช้คำถามกระตุ้น นักเรียนจะร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดและใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์และคำถาม เพื่อนำมาตั้งสมมติฐานใน แต่ละประเด็นคำถาม

▪ การตั้งสมมติฐานจากคำถาม

1. หลักการสร้างสายพันธุ์ข้าวโพดที่มียีนบีทีต้านแมลงศัตรูพืช (นำยีนบีทีจากแบคทีเรียที่ต้องการนำไปตัดต่อลงในยีนข้าวโพดสายพันธุ์ท้องถิ่น เพิ่มจำนวนข้าวโพดที่มีการดัดแปรพันธุกรรม)

2. ปัญหาหรือผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวโพดมียีนบีทีต้านแมลง (ทำลายสายพันธุ์ท้องถิ่น อาจส่งผลต่อผู้บริโภคระยะยาว)

ขั้นที่ 3 อภิปรายและตัดสินใจร่วมกัน (40 นาที)

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนออินโฟกราฟิกของกลุ่มตนเอง และวิเคราะห์ข้อมูล แสดงข้อดี และข้อเสียของข้อมูลของแต่ละกลุ่ม

จากนั้นนักเรียนและครูผู้สอนอภิปรายร่วมกันถึงประเด็นคำถาม แนวคำตอบ เนื้อหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดและหลักการในการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากสถานการณ์โดยนักเรียนร่วมกันระดมสมอง ระบุปัญหาที่เกิดขึ้น แสดงความคิดเห็นเพื่อเสนอทางเลือกในการแก้ไขปัญหา และร่วมกันตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้อสรุปหรือแนวทางการปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่สุด โดยคำนึงถึงหลักชีวจริยธรรม

ขั้นที่ 4 ประยุกต์ใช้ความรู้และสร้างข้อสรุปเชิงภาพ (45 นาที)

นักเรียนทุกคนนำข้อสรุปที่ได้มาสร้างสรรคอินโฟกราฟิกของตนเอง(รายบุคคล)

■ ตัวอย่างข้อสรุปของข้อมูลในอินโฟกราฟิก

1. ข้าวโพดด้านแมลงศัตรูพืช คือ ข้าวโพดที่มีการตัดต่อพันธุกรรม ที่มีคุณสมบัติต้านทานต่อแมลง

ศัตรูพืช ผลผลิตสูง ทนต่อสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง

2. หลักการสร้างสายพันธุ์ข้าวโพดแมลงศัตรูพืช (นำยีนบีทีจากแบคทีเรียที่ต้องการนำไปตัดต่อลงใน

ยีนข้าวโพดสายพันธุ์ท้องถิ่น เพิ่มจำนวนข้าวโพดที่มีการตัดแปรพันธุกรรม)

3. ผลดีที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวโพดด้านแมลงศัตรูพืช (ได้สายพันธุ์ข้าวโพดที่ต้านทานต่อแมลงศัตรูพืช ทนต่อสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง และได้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ข้าวโพดทั่วไป)

6. ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวโพดด้านแมลงศัตรูพืช (ทำลายแมลงศัตรูพืชที่ไม่ใช่ศัตรูเป้าหมาย แมลงศัตรูพืชคือต่อโปรตีนสารพิษบีที การผสมข้ามพันธุ์อาจทำให้สูญเสียพันธุ์ท้องถิ่น อาจเกิดความไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคระยะยาว)

7. แนวทางในการลดปัญหาหรือผลกระทบอาจเกิดขึ้นจากการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวโพดมีบีทีที่ด้านแมลงศัตรูพืช (รณรงค์ให้อนุรักษ์สายพันธุ์ข้าวโพดท้องถิ่น ใช้วิธีการกำจัดแมลงศัตรูพืชแบบไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมและปลอดภัย การพัฒนาสิ่งมีชีวิตตัดแปรพันธุกรรมต้องคำนึงถึงหลักการทางชีวจริยธรรม ระมัดระวังในการนำความรู้ด้านเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอมาใช้ในการสร้างสิ่งมีชีวิตตามต้องการ)

ขั้นที่ 5 การประเมินผล (20 นาที)

ครูแจกใบงานเรื่อง พันธุวิศวกรรม แก่นักเรียน โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้อชีววิทยาศาสตร์เรื่องพันธุวิศวกรรม จากสถานการณ์ เรื่อง ข้าวโพดด้านแมลงศัตรูพืช ไปสู่สถานการณ์อื่น ๆ ที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาเรื่องพันธุวิศวกรรม หลักการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ เพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตตัดแปรพันธุกรรม

ใบงานเรื่องพันธุวิศวกรรม ประกอบไปด้วยสถานการณ์เรื่อง วัวทรร้อน (เรื่องราว ปัญหาอุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลให้ฝูงวัวในฟาร์มประสบปัญหาเครียดจากความร้อน กินอาหารน้อยลง ไม่สามารถผลิตนม หรือผสมพันธุ์ได้ บางตัวอาจถึงขั้นเสียชีวิต นักวิทยาศาสตร์จึงได้พัฒนาสายพันธุ์วัวให้มลักษณะสีผิวสว่างขึ้น เนื่องจากสีสว่างจะเก็บกักเก็บความร้อนน้อยลง จากวัวที่มีผิวสีขาวสลับดำตัวที่ออกมาใหม่จะมีสีขาวสลับเทา) ประเด็นคำถามจากสถานการณ์ คำถามตรวจสอบความรู้เรื่องพันธุวิศวกรรม หลักการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ การได้มาซึ่งสิ่งมีชีวิตตัดแปรพันธุกรรมโดยประเด็นคำถามจากสถานการณ์ มีดังนี้

ตอนที่ 1 จุดประสงค์เพื่อตรวจสอบการนำความรู้เรื่องพันธูวิศวกรรมไปใช้อธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์เรื่อง วัวนร้อน

ตอนที่ 2 จุดประสงค์เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเรื่องพันธูวิศวกรรม

ตอนที่ 3 จุดประสงค์เพื่อความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจเชิงชีวจริยธรรมของนักเรียน เรื่องพันธูวิศวกรรม

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้เรื่อง พันธูวิศวกรรม
2. ใบงานเรื่อง พันธูวิศวกรรม

การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้			
สามารถวิเคราะห์และตั้งสมมุติฐานในสถานการณ์ เรื่อง ข้าวโพดด้านแมลงศัตรูพืช โดยใช้ความรู้เรื่อง พันธูวิศวกรรม อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	ตรวจจากใบงานเรื่อง พันธูวิศวกรรม	ใบงาน เรื่อง พันธูวิศวกรรม	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
สามารถระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และเชื่อมโยงข้อมูลกับประจักษ์พยานที่พบในสถานการณ์ เรื่อง ข้าวโพดด้านแมลงศัตรูพืช เพื่ออ้างอิงถึงสมมุติฐานที่ตั้งไว้ได้อย่างสมเหตุสมผล โดยใช้ความรู้เรื่องพันธูวิศวกรรม	ตรวจจากใบงานเรื่อง พันธูวิศวกรรม	ใบงาน เรื่อง พันธูวิศวกรรม	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
ด้านทักษะ			
สามารถเสนอทางเลือกในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ ข้าวโพดด้านแมลงศัตรูพืช โดยใช้ความรู้ เรื่องพันธูวิศวกรรม	ตรวจจากใบงานเรื่อง พันธูวิศวกรรม	แบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจ	ผ่านเกณฑ์ในระดับดี

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านเจตคติ			
เลือกวิธีการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงปัจจัยด้านชีวจริยธรรม	ตรวจจากใบงานเรื่อง พันธุ์วิศวกรรม	แบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจ	ผ่านเกณฑ์ในระดับดี

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ปัญหา อุปสรรคและแนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....
(.....)

ผู้สอน

วันที่.....

ใบงาน เรื่อง วัคซีนโควิด-19

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

โควิด-19 เป็นโรคติดต่อทางเดินหายใจที่เกิดจากเชื้อไวรัสซาร์ล-โควี-2 (SARS-COV-2) ติดต่อได้จากการสัมผัส ละอองฝอย จากน้ำลาย เสมหะ น้ำมูก อาการของโรค คือ มีไข้ อ่อนเพลีย ปวดศีรษะ มีน้ำมูก เจ็บคอ ไอ คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเสีย ตาแดง มีผื่น จมูกไม่ได้กลิ่น ลิ้นไม่รับรส ในบางรายอาจมีปอดอักเสบ และอาจรุนแรงถึงขั้นเสียชีวิต

บริษัทเอกชนหลายแห่ง จึงได้มีการพัฒนาและผลิตวัคซีนป้องกันโรคโควิด-19 เพื่อลดความรุนแรงของโรค ตัวอย่างเช่น บริษัทแอสตราเซเนกา ได้ผลิตวัคซีนแอสตราเซเนกา ซึ่งเป็นวัคซีนป้องกันโควิดชนิดไวรัสเวกเตอร์ (Viral Vector) โดยวัคซีนแต่ละชนิดมีวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน แต่ที่คล้ายคลึงกันคือการนำวัคซีนไปทดลองใช้กับสัตว์ทดลอง และนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขจนได้เป็นวัคซีนที่มีประสิทธิภาพ ปลอดภัยก่อนนำไปใช้ในมนุษย์



ที่มา <https://www.bangkokhospital.com/content/know-well-before-getting-the-covid-19-vaccine>

1.1 นักเรียนคิดว่า การผลิตวัคซีนแอสตราเซเนกา ชนิดไวรัสเวกเตอร์ ใช้วิธีการอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

1.2 นักเรียนคิดว่า ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการผลิตวัคซีนแอสตราเซนเกา ได้แก่อะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

1.3 จากสมมติฐาน วิธีการผลิตวัคซีนแอสตราเซนเกา ในข้อ 1.1 ที่นักเรียนเลือกนั้น ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่สนับสนุนสมมติฐาน พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

1.4 จากข้อ 1.2 จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นักเรียนระบุ

.....

.....

.....

.....

.....

1.5 นักเรียนคิดว่า ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการผลิตและทดลองใช้วัคซีนโควิด-19 ในสัตว์ทดลอง ก่อนนำมาใช้ในมนุษย์นั้น คืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

1.6 จากผลกระทบดังกล่าว จะมีวิธีการอย่างไรที่จะป้องกันผลกระทบหรือลดความรุนแรงของผลกระทบนั้น

.....

.....

.....

.....

.....

1.7 ให้นักเรียนเลือกวิธีการป้องกันผลกระทบหรือลดความรุนแรงของผลกระทบนั้นที่เหมาะสมที่สุด โดยคำนึงถึงหลักการทางชีวจริยธรรม

.....

.....

.....

.....

.....



ใบงาน เรื่อง นักวิทยาศาสตร์ สกัด DNA จากสิ่งมีชีวิตในก้อนอำพันได้สำเร็จเป็นครั้งแรก

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

การค้นพบก้อนอำพัน ภายในมีขุมที่เคยอาศัยร่วมโลกกับไดโนเสาร์ ทำให้นักวิทยาศาสตร์ จึงได้มีการสกัดเอา “เลือดไดโนเสาร์” จากขุมในก้อนอำพัน เพื่อนำไปโคลนนิ่งไดโนเสาร์ให้กลับมามีชีวิตบนโลกปัจจุบันอีกครั้ง.....



ที่มาของภาพ https://jurassicpark.fandom.com/wiki/DNA_in_Amber

แม้ความพยายามในการสกัดเอาเลือดจากขุมในอำพันดูเป็นเรื่องเหนือความคาดหมาย แต่มีนักวิทยาศาสตร์ไม่น้อยที่เคยทำการทดลองเพื่อพิสูจน์แนวคิดนี้ และไม่เคยทำได้สำเร็จเลยสักครั้ง นั่นเป็นเพราะ DNA หรือสารพันธุกรรมพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตในเลือดเหล่านั้น ได้ถูกทำลายไปหมดจนไม่สามารถนำมาใช้การได้อีก หมายความว่าความพยายามนี้ล้มเหลวใช่หรือไม่ ? นักวิทยาศาสตร์จากพิพิธภัณฑสถานชาติเซงก์เคนเบิร์ก ประเทศเยอรมนี ได้นำเสนอว่า หากคุณต้องการจะโคลนนิ่งสิ่งมีชีวิตขึ้นมาสักตัวหนึ่ง ส่วนประกอบสำคัญคือ DNA สารพันธุกรรมที่สามารถพบได้ทั่วร่างกายและมีอยู่ในสิ่งมีชีวิตเกือบทุกชนิดบนโลก เลือดของไดโนเสาร์ที่ถูกขุมดูดกินก็มีส่วนประกอบของ DNA ด้วยเช่นกัน แต่เหตุที่เราไม่สามารถทำการโคลนนิ่งหรือศึกษาข้อมูลจากเลือดไดโนเสาร์ได้นั้น เป็นเพราะ DNA ได้ถูกทำลายหรืออยู่ในสภาพที่ใช้การไม่ได้แล้ว

1.1 นักเรียนคิดว่า นักวิทยาศาสตร์ มีวิธีการอย่างไรในการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอที่พบของเลือด ไดโนเสาร์จากยูงในก้อนอำพัน

.....

.....

.....

.....

.....

1.2 นักเรียนคิดว่า ตัวแปรทางวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องในวิธีการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอ ได้แก่อะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

1.3 จากสมมติฐาน วิธีการการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอเลือดของไดโนเสาร์จากยูงในก้อนอำพัน ในข้อ 1.1 ที่นักเรียนเลือกนั้น ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่สนับสนุนสมมติฐาน พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

1.4 จากข้อ 1.2 จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นักเรียนระบุ

.....

.....

.....

.....

.....

1.5 นักเรียนคิดว่า การที่นักวิทยาศาสตร์พยายามค้นหาชีพให้ไดโนเสาร์ จากการนำสารพันธุกรรมไปโคลนนิ่งนั้น อาจส่งผลกระทบต่ออย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

1.6 จากผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นดังกล่าวนี้ ถ้านักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาในเรื่องนี้ นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรในการป้องกันหรือลดความรุนแรงของผลกระทบนั้น

.....

.....

.....

.....

.....

1.7 ให้นักเรียนเลือกวิธีการป้องกันหรือลดความรุนแรงของผลกระทบนั้น โดยคำนึงถึงหลักการทางชีวจริยธรรม

.....

.....

.....

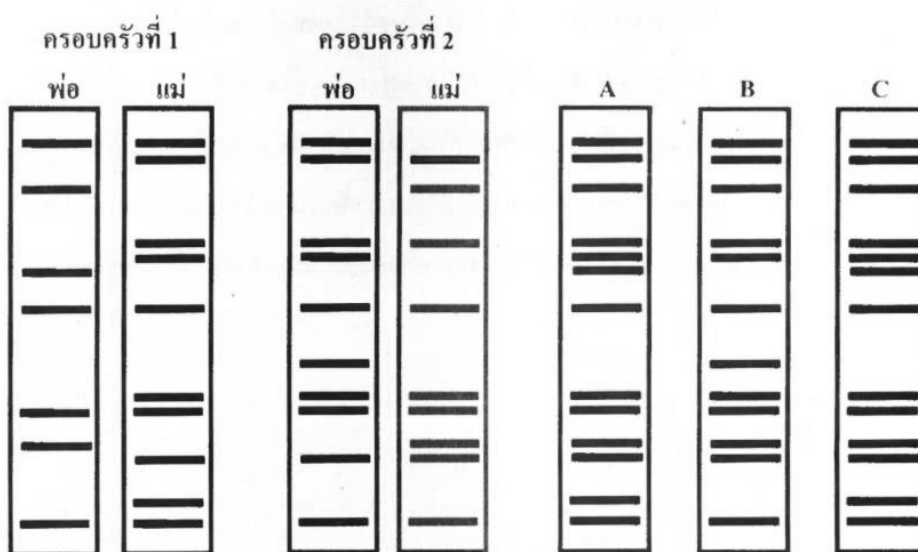
.....

.....

ใบงาน เรื่อง ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ของพ่อแม่สองครอบครัว และลูกสามคน ได้แก่ A B และ C เป็นดังภาพ (O-net 61)



จากข้อมูล ข้อใดระบุความสัมพันธ์ของครอบครัวได้ถูกต้อง

1. A กับ C เป็นลูกของครอบครัวที่ 1 และ B เป็นลูกของครอบครัวที่ 2
2. A กับ C เป็นลูกของครอบครัวที่ 2 และ B เป็นลูกของครอบครัวที่ 1
3. A เป็นลูกของครอบครัวที่ 1 และ B กับ C เป็นลูกของครอบครัวที่ 2
4. A B และ C เป็นลูกของครอบครัวที่ 1
5. A B และ C เป็นลูกของครอบครัวที่ 2

1.1 นักเรียนจะเลือกใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในด้านใด ในการศึกษาลายพิมพ์ดีเอ็นเอ และมีขั้นตอนอย่างไรในการศึกษา

.....

.....

.....

.....

1.2 จากความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคนิคที่ใช้ในการตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอในข้างต้น ให้นักเรียน
ระบุตัวแปรทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่อะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

1.3 จากความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคนิคที่ใช้ในการตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่นักเรียนเลือก ในข้อ
1.1 ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่สนับสนุนสมมติฐาน พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

1.4 จากข้อ 1.2 จงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นักเรียนระบุ

.....

.....

.....

.....

.....

1.5 จากสถานการณ์ข้างต้น ข้อควรระวังในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาลายพิมพ์ดีเอ็นเอ
เอ ได้แก่อะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

1.6 จากข้อควรระวังดังกล่าว นักเรียนจะมีวิธีการป้องกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

1.7 ให้นักเรียนเลือกวิธีการป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้น ที่เหมาะสมที่สุด โดยคำนึงถึงหลักการทางชีวจริยธรรม

.....

.....

.....

.....

.....



ใบงาน เรื่อง วัวทร้อน

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่



เมื่อพูดถึงปัจจัยที่ทำให้โลกร้อน สิ่งแรกๆ ที่เรามักจะนึกถึงก็คงจะเป็นการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากยานพาหนะ แต่จริงๆ อีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ และมักถูกมองข้ามไปคือการปล่อยก๊าซจากการทำปศุสัตว์ประมาณ 14.5% ของก๊าซเรือนกระจกทั่วโลกมาจากภาคปศุสัตว์ ซึ่งตอนนี้ก๊าซที่ถูกปล่อยไปเหล่านี้กำลังตามมาหลอกหลอนอุตสาหกรรมนี้อย่างหนัก เนื่องจากความร้อนจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้ฝูงวัวในฟาร์มประสบปัญหาเครียดจากความร้อน บางตัวเครียดจนกินน้อยลง และไม่สามารถผลิตนม หรือผสมพันธุ์ต่อได้ บางตัวอาจต้องจบชีวิตลง เพราะทนความร้อนต่อไปไม่ไหวส่งผลให้เจ้าของฟาร์มหลายคนขาดทุนหนัก

ด้วยเหตุนี้ นักวิทยาศาสตร์จึงได้ตัดต่อพันธุกรรมของวัวพันธุ์ Holstein-Friesian ขึ้นมาใหม่ โดยทำให้สีผิวของวัวสว่างขึ้น เนื่องจากสีที่สว่างจะไม่คอยกักเก็บความร้อนได้เหมือนสีที่เข้ม จากวัวที่มีสีผิวขาวสลับดำตัวที่ออกมาใหม่จะมีสีขาวสลับเทา หลังจากนั้น พวกเขาจะนำตัวอ่อนเหล่านี้ไปโคลนและฝังลงในแม่วัว ซึ่งจากการฝังตัวอ่อนลงไปดังกล่าว มีวัวเพียงสองตัวที่สามารถอุ้มลูกต่อลูกวัวต่อไปได้ และคลอดออกมาสำเร็จ แต่สิ่งที่น่าเศร้า คือ ลูกวัวตัวนี้ต้องถูกวางยาให้ตายทันทีหลังคลอดเนื่องจากปัญหาด้านสุขภาพ ส่วนอีกตัวมีชีวิตอยู่รอดต่อไปได้แค่ 4 อาทิตย์เพราะติดเชื้อ

อย่างไรก็ตาม มีเสียงวิพากษ์วิจารณ์มากมายเกี่ยวกับการดัดแปลงพันธุกรรมสัตว์ในครั้งนี้อย่างไรก็ตาม การลดความเครียดจากความร้อนในสัตว์ สามารถทำได้โดยไม่ต้องมีการแก้ไขยีน ในปัจจุบันมีการใช้ร่มเงาการระบายอากาศที่เหมาะสมและการเข้าถึงน้ำสะอาดเพื่อป้องกันความเครียดจากความร้อน

1.1 นักเรียนคิดว่า มีวิธีการอย่างไรในการพัฒนาสายพันธุ์วัวทนมร้อน และจุดประสงค์ในการพัฒนาสายพันธุ์ คืออะไร จงอธิบาย

.....

.....

.....

1.2 นักเรียนคิดว่า ตัวแปรทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาสายพันธุ์วัวทนมร้อน ได้แก่ อะไรบ้าง

.....

.....

.....

1.3 จากสมมติฐาน วิธีการทำให้วัวสามารถทนมร้อนได้ ในข้อ 1.1 ที่นักเรียน เลือกนั้น ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือ หลักฐานที่สนับสนุนสมมติฐาน พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

1.4 จากข้อ 1.2 จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นักเรียนระบุ

.....

.....

.....

1.5 นักเรียนคิดว่า ผลดีและผลกระทบ จากการพัฒนาสายพันธุ์วัวทนมร้อนคืออะไร

.....

.....

.....

1.6 จากผลกระทบหรือปัญหาดังกล่าว ให้นักเรียนเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือป้องกันผลกระทบที่เกิดขึ้น

.....

.....

.....

.....

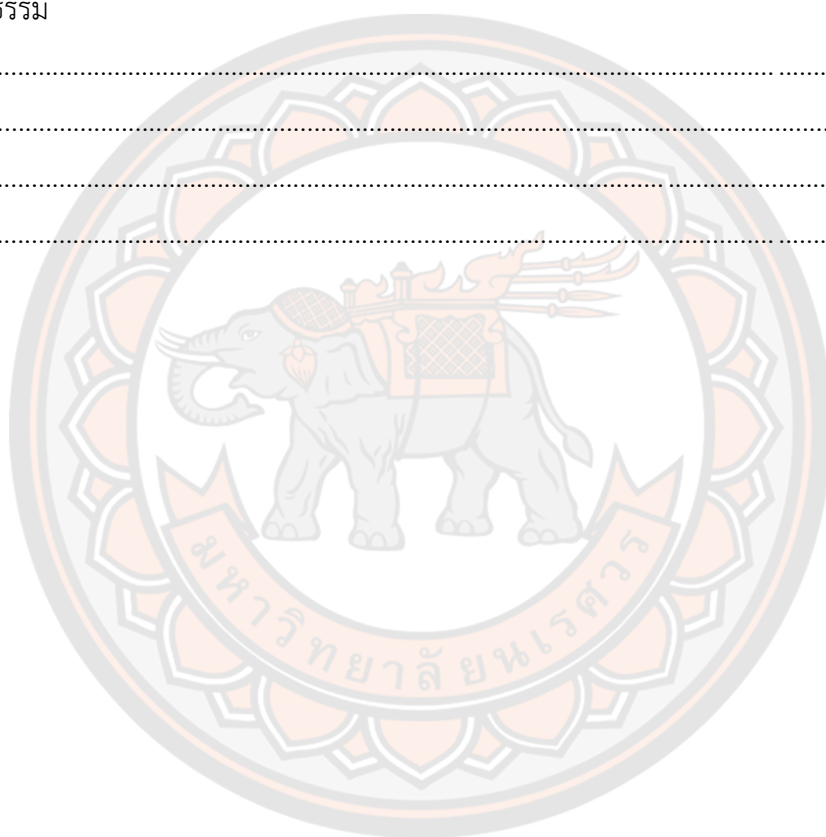
1.7 ให้นักเรียนเลือกตัดสินใจแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุด โดยคำนึงถึงหลักการทางชีวจริยธรรม

.....

.....

.....

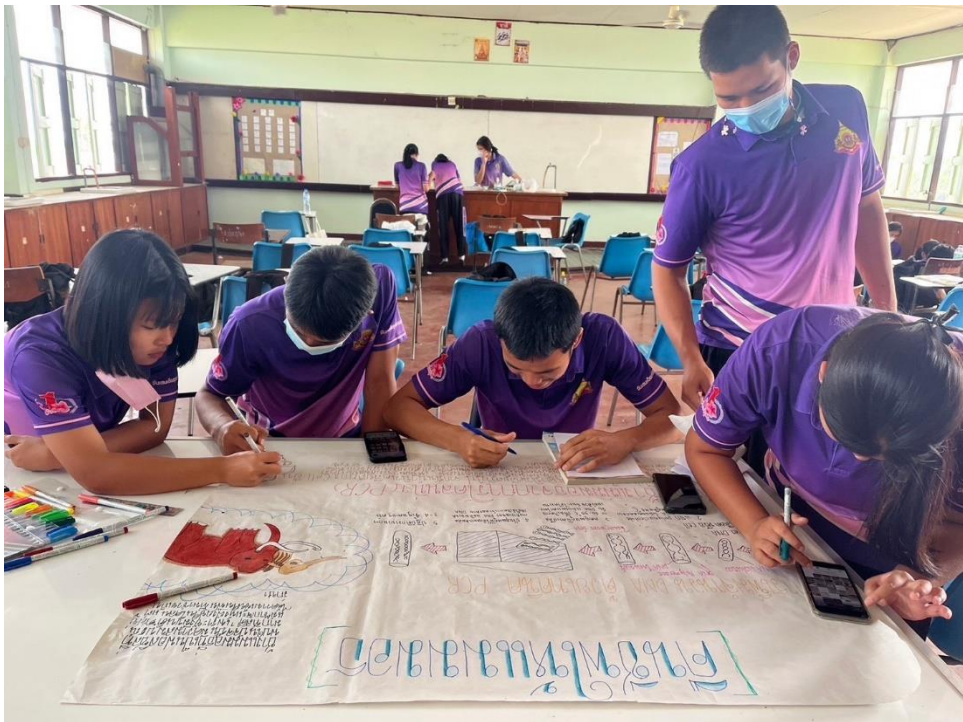
.....



ภาคผนวก ณ ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และตัวอย่างผลงาน



ชั้นที่ 1 รุกให้นักเรียนค้นหาข้อมูล



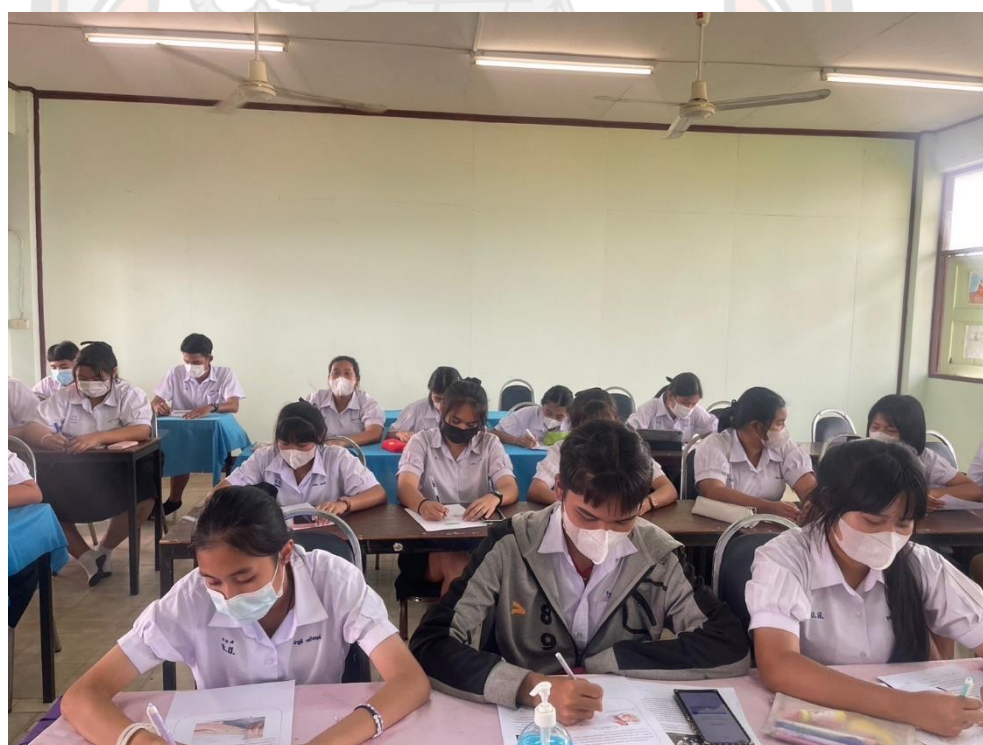
ขั้นที่ 2 ให้อิสระในการค้นคว้าและสร้างข้อมูลเชิงภาพ



ชั้นที่ 3 อภิปรายและตัดสินใจร่วมกัน



ขั้นที่ 4 ประยุกต์ใช้ความรู้และสร้างข้อสรุปเชิงภาพ



ขั้นที่ 5 การประเมินผล

ข้าวโพดต้านแมลงศัตรูพืช

สามารถสร้างสารพิษข้าวโพดที่ฆ่าแมลงศัตรูข้าวโพดสายได้ โดยได้ใช้ชิ้น (gene) ของแบคทีเรียชื่อ *Bacillus thuringiensis* แทรกเข้าไปในชิ้น (gene) ของเมล็ดข้าวโพด จึงสามารถทำข้าวโพดที่สร้างสารพิษที่เป็นพิษต่อแมลงที่เป็นศัตรูของข้าวโพดได้

วิธีการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวโพดต้านแมลงศัตรูพืช

- ใส่ดีเอ็นเอที่มีชิ้นที่ต้องการ เข้าไปโอบบริเวณ T-DNA ของ Ti plasmid
- ใส่พลาสมิดเข้าไปในเซลล์แบคทีเรียด้วยกระแสไฟฟ้า
- เลี้ยงแบคทีเรียร่วมกับชิ้นส่วนของพืช
- เลี้ยงชิ้นส่วนของพืชนี้ในอาหารที่มียาปฏิชีวนะ
- นำเนื้อเยื่อที่เจริญเติบโตไปกระตุ้นให้เจริญเป็นต้น แล้วนำไปปลูก

การตัดแต่งพันธุกรรม

ตัดแต่งสายพันธุ์ข้าวโพด

ข้าวโพดที่เป็นพืชต้านแมลงศัตรูพืช

การปรับปรุงพันธุ์แต่เดิม

ต้นพ่อแม่พันธุ์ต้องเป็นสายพันธุ์ที่มีเมล็ดสีส้ม

พันธุ์ผสมชาติที่ต้านทานต่อโรค

ข้อดี	ข้อเสีย
<p>ทำให้เกิดพืชที่พืชผลผลิตมากขึ้น ผลใหญ่ขึ้น ได้พืชที่ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ ทำให้เกิดพืชที่ทนต่อศัตรูพืช ลดการใช้สารเคมี ผลผลิตที่สามารถเก็บรักษาเป็นเวลานานและอยู่ได้นาน</p>	<p>อาจก่อให้เกิดสิ่งอันตรายเมื่อปนมาได้ ทำให้อาจเกิดการเจ็บป่วยตามหา หากเกิดความบกพร่องในการควบคุมคุณภาพระหว่างผ่านกระบวนการตัดแปลงพันธุกรรม</p>

ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการมีพันธุ์ข้าวโพดนี้

ปัจจุบันมีการคิดแปลงพันธุกรรมของข้าวโพดใช้ต้านทานโรคและแมลง เพื่อลดการใช้สารเคมีและต้นทุนการผลิต แต่การคิดแปลงพันธุกรรมดังกล่าวอาจส่งผลกระทบต่อคุณลักษณะของข้าวโพด เมื่อนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์

การตั้งสมมติฐาน ในการแก้ไขปัญหาโดยคำนึงถึงหลักจริยธรรม

หากมีการปฏิวัติสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม ให้ทำร้ายหรืออันตรายต่อสัตว์สิ่งมีชีวิต เพื่อการศึกษารวบรวม แล้วผ่านสู่ผู้ควบคุมและแจกจ่ายโดยบริษัท ได้พยายาม ค้นหาผลิตภัณฑ์ GMO ที่ไม่เกิดอันตรายต่อคนและสัตว์ แต่ในฐานะผู้บริโภคและประชาชนต้องระวังให้เกิดผลเสียต่อธรรมชาติได้หรือไม่จำเป็นก็ควร แต่เราในฐานะโลกควรระวังด้วยว่าอาจมีใครบางคนจะนำเอาข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมมาใช้โดยไม่จำเป็นก็ควรระวังด้วย

ตัวอย่างแนวทางวิทยาศาสตร์


ตัวอย่างประเด็น : ข้าวโพดต้านแมลงศัตรูพืชโดยวิธีการพันธุวิศวกรรม
 ตัวอย่างประเด็น : ข้าวโพดต้านศัตรูพืช
 ตัวอย่างประเด็น : แบคทีเรียบีที พันธุ์ข้าวโพด คุณประโยชน์ น้ำ ดิน

ตัวอย่างอินโฟกราฟิกที่นักเรียนสร้าง


การผลิตอินซูลินจากแบคทีเรีย

อินซูลิน

อินซูลินคือเป็นฮอร์โมนที่สร้างจากตับอ่อนออกฤทธิ์โดยการนำน้ำตาลจากเรียกเข้าไปในเซลล์ของร่างกายเพื่อใช้เป็นพลังงานในผู้ป่วยที่ขาดอินซูลินหรืออินซูลินไม่สามารถออกฤทธิ์ได้ตามปกติทำให้เซลล์ไม่สามารถนำน้ำตาลไปใช้จึงทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงจะเกิดเป็นโรคเบาหวาน



อินซูลินมีชนิดอะไรบ้าง





อินซูลินออกฤทธิ์สั้น ออกฤทธิ์เร็วมากภายใน 5 นาที และมีระยะเวลาการออกฤทธิ์สั้น ออกฤทธิ์สูงสุดภายใน 30 นาที ได้แก่อินซูลินไลโซโปรและกูดดูซึมอย่างรวดเร็ว

อินซูลินออกฤทธิ์เร็ว ออกฤทธิ์เร็วและมีระยะเวลาการออกฤทธิ์สั้นภายใน 30 นาที ออกฤทธิ์สูงสุดภายใน 5-7 ชั่วโมง ได้แก่ คริสตอล ซิงค์ เป็นอินซูลินชนิดเดียวกันที่ให้ทางหลอดเลือดดำได้โดยการหยดให้กับน้ำเกลือ นิยมให้แก่ผู้ป่วยที่ต้องได้รับการผ่าตัด และมีโรคภาวะคีโตแอซิโดซิส

อินซูลินออกฤทธิ์ปานกลาง ออกฤทธิ์เร็วปานกลางและมีระยะเวลาการออกฤทธิ์ปานกลาง ได้แก่ Lente insulin หรือ NPH insulin ให้ทางเข้าใต้ผิวหนังเท่านั้น


อินซูลินออกฤทธิ์นาน ออกฤทธิ์ช้าและมีระยะเวลาการออกฤทธิ์นาน 24 ชั่วโมง

ผลดี
สามารถรักษาผู้ป่วยที่จำเป็นต้องรักษาสามารถรักษาด้วยการฉีดอินซูลินได้แก่ ผู้เบาหวานชนิดที่ 1, ผู้เบาหวานชนิดที่ 2 ที่ไม่สามารถควบคุมเบาหวานได้ด้วยยาปรับประทานร่วมกับการควบคุมอาหารและการออกกำลังกายหรือเป็นโรคตับหรือโรคไต, ผู้ป่วยที่มีภาวะป่วยอยู่แล้วนะ

ผลเสีย
ผู้ป่วยบางรายอาจเกิดอาการแพ้และมีผดผื่นคัน และผิวหนังบริเวณที่ฉีดอินซูลินเกิดรอยบวมหรือรอยนูนขึ้นได้ รวมทั้งอาจเกิดภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำได้ซึ่งอาจมีอาการ ใจสั่น มือสั่นเหงื่อออก หน้าซีดและหมดสติ

ขั้นตอนการผลิตอินซูลิน



ขั้นตอน
หาตำแหน่งยีนที่ควบคุมการสร้างอินซูลินในมนุษย์
ตัดยีนออกจากมนุษย์
เลือกเอนไซม์ตัดจำเพาะเพื่อตัดยีนที่ควบคุมการสร้างอินซูลินออกมา
จากนั้นนำยีนที่ควบคุมการสร้างอินซูลินมาใส่ในพลาสมิดแบคทีเรีย
Recombinant-DNA
ใส่กลับเข้าไปในเซลล์แบคทีเรีย
นำไปสังเคราะห์อินซูลิน
เพิ่มจำนวน
เซลล์แบคทีเรียที่ผลิตอินซูลิน
เพิ่มจำนวน

ตัวอย่างอินโฟกราฟิกที่นักเรียนสร้าง

การคืนชีพให้ช้างแมมมอ ด้วยเทคนิคPCR

ช้างแมมมอ มีตัวเล็กกว่าคน มีลำตัวและรูปร่างใหญ่กว่าช้างยุคปัจจุบัน ตามตัวมีขนปกคลุม ถ้าเช็ดไขกระดูก โฟสโธซิน ตอขน ซึ่งปัจจุบันช้างแมมมอ ได้สูญพันธุ์ไปแล้ว

เทคนิค Polymerase Chain Reaction (PCR)



การคืนชีพให้ช้างแมมมอ

โครงการเพาะพันธุ์ลูกผสมช้างเอเชีย กับช้างแมมมอ ด้วย การสร้างตัวอ่อน โนโพรทอดมอ ที่มีดีเอ็นเอของช้างแมมมอ ที่เก็บรักษาอย่างดี และจะนำไปฝากเลี้ยงในแม่ช้าง อุ้มบุญ หรืออาจเพาะเลี้ยงในครรภ์เทียม หากสำเร็จเมื่อ ลูกช้างแมมมอคลอดออกมาต้องจัดระบบนิเวศให้เหมือน กับถิ่นเดิมที่ช้างแมมมอชอบ

ประโยชน์ในการคืนชีพให้ช้างแมมมอ

- ✓ ช่วยสภาพอากาศจากภาวะโลกร้อนในบริเวณเขตรักษาพันธุ์
- ✓ ลดปริมาณแก๊ส CO₂ และซับซิ่ง การกระจายของแก๊ส CH₄
- ✓ อนุรักษ์สัตว์ใกล้สูญพันธุ์

ตัวอย่างอินโฟกราฟิกที่นักเรียนสร้าง

การคัดเลือกหอยเชลล์

Gel electrophoresis

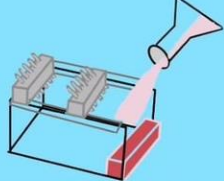
ใช้หาขนาดโมเลกุลของ DNA โดยอาศัยการแยกโมเลกุล DNA ต่างชนิดกันออกจากกัน ด้วยสนามไฟฟ้า

ตัวแปรต้น
: DNA ที่ทราบขนาด
: DNA ที่ต้องการหาขนาด
: Loading dye
: ตัวแปรตาม
: ขนาดของ DNA

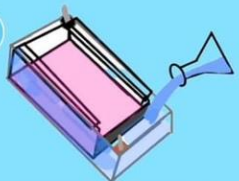
ตัวแปรควบคุม
: ปริมาณอากาศไลสเจล
: ปริมาณบัฟเฟอร์
: ปริมาณหยด DNA
: เวลา
: ค่าความต่างศักย์

วิธีการทดลอง

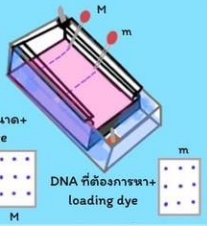
- 1



นำถาดเจลที่ใส่หัวลิงไปแล้ว ค่อยๆ เท 1% อากาศไลสเจลที่ หลอมแล้วลงในถาดเจล
- 2

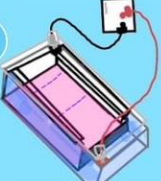


นำถาดเจลที่เซตตัวแล้วไป ใส่ในเครื่องรันเจล เทบัฟเฟอร์ลงไปในแผ่น เจลและดึงหัวออก
- 3

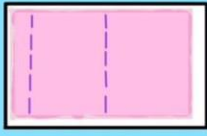


DNA ที่ทราบขนาด + loading dye
DNA ที่ต้องการหา + loading dye

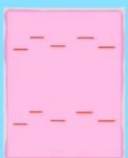
นำไปหยดลงช่องว่างในแผ่นเจล ระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศ
- 4




ปิดฝาและตั้งเวลา รวมถึง ตั้งค่าความต่างศักย์
- 5



นำแผ่นเจลไปย้อมด้วย สารละลายอีทีเดียมโบไมด์
- 6



นำแผ่นเจลไปตรวจ จะสามารถเห็นแถบสี DNA



ตัวอย่างอินโฟกราฟิกที่นักเรียนสร้าง


BIOETHICS

ชีวจริยธรรม (bioethics)

หมายถึง การปฏิบัติต่อสิ่งมีชีวิตอย่างมีคุณธรรม ไม่ทำร้ายหรือทำอันตรายต่อสัตว์หรือมนุษย์เนือการศึกษาหรือการวิจัย


การใช้สัตว์ทดลอง

การใช้สัตว์ทดลองทางชีววิทยา ทดลองเนื้อเยื่อ การทดลองความปลอดภัยของยา อาหาร และใช้ในการผลิตชีววัตถุ เช่น วัคซีนป้องกันโรค แอชเชอร์ม้านิงเงอ แต่ต้องไม่ทำร้ายสัตว์หรือทำอันตรายต่อสัตว์ได้ ความรู้มากที่สุด และไม่ผิดกฎหมาย




การทำแท้ง

การทำแท้งบางกลุ่มเชื่อว่า เป็นบาปหรือฆาตกรรม แต่ในบางประเทศ เช่น ประเทศไทย มีการขายยาที่ทำให้เกิดการทำแท้ง และกฎหมายอนุญาตให้ทำแท้ง 2 กรณี คือ สุขภาพของผู้เป็นแม่และ ตั้งครรภ์เพราะถูกข่มขืน




โคลนนิ่งมนุษย์

เมื่อใช้วิธีบางส่วนของมารีทาร์ดา หรือเนื้อเยื่อแต่จะขาดความหลากหลายทางชีวภาพ วิวัฒนาการลดลง ลดความอยู่รอดของเผ่าพันธุ์ มีปัญหาในด้านกฎหมาย ไม่มีเอกลักษณ์ของสิ่งมีชีวิตต้นแบบ




GMOs

สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม คือ สิ่งมีชีวิตที่องค์ประกอบทางพันธุกรรมถูกดัดแปลงโดยใช้กลวิธีทางพันธุวิศวกรรม จีเอ็มโอ เป็นแหล่งของยาและอาหารดัดแปรพันธุกรรมและมิใช่แค่หลากหลายในการวิจัยทางวิทยาศาสตร์และการผลิตสินค้าอื่น




อาวุธชีวภาพ

อาวุธชีวภาพ หรือเทคโนโลยีชีวภาพ คือ การนำสิ่งมีชีวิตมาปรุงเปลี่ยนแปลงโดยเทคโนโลยี เพื่อให้ได้ประโยชน์มากขึ้น แต่ในทางลบ เช่น ใช้เป็นอาวุธทำลายล้างกัน (อาวุธชีวภาพ)



อื่นๆ

การใช้สารเร่งการเจริญเติบโตในพืชและสัตว์ ซึ่งมีผลเสียต่อผู้บริโภค เช่น การใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ ปลา กุ้ง ใช้สารบอแรกซ์ให้ลูกขึ้นแต่ต้องการฉีดใส่ปลาเค็ม



ตัวอย่างอินโฟกราฟิกที่นักเรียนสร้าง

1.1 นักเรียนคิดว่า มีวิธีการอย่างไรในการพัฒนาสายพันธุ์วัวที่ทนร้อน และจุดประสงค์ในการพัฒนาสายพันธุ์คืออะไร จงอธิบาย

- ตัด ตัดพันธุ์กรรมของวัวพันธุ์

- จุดประสงค์ : เมื่อได้วัวที่มีสีสว่าง ไม่ค่อยกักเก็บความร้อน ทำให้วัวแข็งแรง
น้อยลง

1.2 นักเรียนคิดว่า ตัวแปรทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาสายพันธุ์วัวที่ทนร้อน ได้แก่อะไรบ้าง

ตัวแปรต้น : วัวที่ทนร้อนโดย พันธุ์กรรม

ตัวแปรตาม : ได้วัวที่ทนร้อน

ตัวแปรควบคุม : พันธุ์ของวัว สีของวัว

1.3 จากสมมติฐาน วิธีการทำให้วัวสามารถทนร้อนได้ ในข้อ 1.1 ที่นักเรียน เลือกนั้น ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่สนับสนุนสมมติฐาน พร้อมให้เหตุผลประกอบ

ตัดต่อพันธุ์กรรมของวัวพันธุ์ โดย ตัดต่อให้วัว มีสีที่สว่าง เมื่อที่ จะไม่กักเก็บ
ความร้อน หรือส่งผล ทำให้ ลดความเครียดจากความร้อนในสัตว์
(แก้ไฟขึ้น)

1.4 จากข้อ 1.2 จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นักเรียนระบุ

วัวที่ทนร้อน โดย พันธุ์กรรม \rightarrow พันธุ์สีของวัว \rightarrow วัวที่แข็งแรง

1.5 นักเรียนคิดว่า ผลดีและผลกระทบ จากการพัฒนาสายพันธุ์วัวที่ทนร้อนคืออะไร

ผลดี \gg วัวที่แข็งแรงน้อยลง ทำให้วัวสามารถผลิตนม หรือ ประสมพันธุ์ต่อได้

ผลเสีย \gg - นมที่ได้จากวัว อาจเกิดผลกระทบต่อผู้บริโภค

- อาจเกิดภาวะแทรกซ้อนของวัวได้

1.6 จากผลกระทบหรือปัญหาดังกล่าว ให้นักเรียนเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือป้องกันผลกระทบที่เกิดขึ้น

- ใจร้อนเงา จากต้นไม้ หรือ สว่าง นิ่งด่าให้ กับวัว และ ระบงอากาศได้ดี

- เติร์ปมเงาใส่เอาดให้ กับวัว เพื่อป้องกันความเครียด จากความร้อน

- สักการตรวจสุขภาพสัตว์ได้จากวัวที่ทนร้อน อย่างละเอียด ก่อนจะส่งถึงผู้บริโภค

1.7 ให้นักเรียนเลือกตัดสินใจแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุด โดยคำนึงถึงหลักการทางชีวจริยธรรม

การใช้ร่มเงา จากต้นไม้ หรือ สว่าง นิ่งด่าให้วัว และ บริเวณพื้นที่ต่าง
ระบงอากาศได้ดี

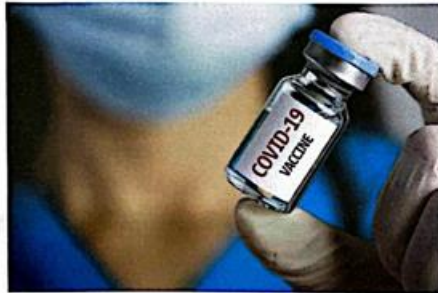
ตัวอย่างใบงาน

ชื่อ นางสาว นิตยา นามสกุล ทรัพย์มงคล ชั้น ม.4/1 เลขที่ 15

วัคซีนโควิด-19

โควิด-19 เป็นโรคติดต่อทางเดินหายใจที่เกิดจากเชื้อไวรัสซาร์ล-โควี-2 (SARS-COV-2) ติดต่อได้จากการสัมผัส ละอองฝอย จากน้ำลาย เสมหะ น้ำมูก อาการของโรค คือ มีไข้ อ่อนเพลีย ปวดศีรษะ มีน้ำมูก เจ็บคอ ไอ คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเสีย ตาแดง มีผื่น จมูกไม่ได้กลิ่น ลิ้นไม่รับรส ในบางรายอาจมีปอดอักเสบ และอาจรุนแรงถึงขั้นเสียชีวิต

บริษัทเอกชนหลายแห่ง จึงได้มีการพัฒนาและผลิตวัคซีนป้องกันโรคโควิด-19 เพื่อลดความรุนแรงของโรค ตัวอย่างเช่น บริษัทแอสตราเซนเนกา ได้ผลิตวัคซีนแอสตราเซนเนกา ซึ่งเป็นวัคซีนป้องกันโควิดชนิดไวรัสเวกเตอร์ (Viral Vector) โดยวัคซีนแต่ละชนิดมีวิธีการผลิตที่ต่างกััน แต่ที่คล้ายคลึงกันคือการนำวัคซีนไปทดลองใช้กับสัตว์ทดลอง และนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขจนได้เป็นวัคซีนที่มีประสิทธิภาพ ปลอดภัยก่อนนำไปใช้ในมนุษย์



ที่มา <https://www.bangkokhospital.com/content/know-well-before-getting-the-covid-19-vaccine>

- 1.1 นักเรียนคิดว่า การผลิตวัคซีนแอสตราเซนเนกา ชนิดไวรัสเวกเตอร์ ใช้วิธีการอย่างไร
 การผลิตวัคซีนเป็นการนำจีโนมไปทดลองใช้กับสัตว์ทดลอง แล้วนำผลที่ได้
 มาปรับปรุงแก้ไขจนได้เป็นวัคซีนที่มีประสิทธิภาพ
- 1.2 นักเรียนคิดว่า ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการผลิตวัคซีนแอสตราเซนเนกา ได้แก่อะไรบ้าง
 ต่อโปรตีน การผลิตวัคซีนไวรัสเวกเตอร์ เซลล์โฮสต์
 ต่อโปรตีน วัคซีนที่นำมาใช้ป้องกันโควิด-19
 คนป่วยจากโควิด-19 สร้างภูมิคุ้มกัน

1.3 จากสมมติฐาน วิธีการผลิตวัคซีนแอสตราเซนเนกา ในข้อ 1.1 ที่นักเรียนเลือกนั้น ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่สนับสนุนสมมติฐาน พร้อมให้เหตุผลประกอบ

การที่นำวัคซีนไปทดลองใช้กับสัตว์ทดลอง เช่น หนู ลิง หนูตัวเล็ก ตามวิธีปฏิบัติที่ถูกต้องได้
 ไม่ผลิตขึ้นที่สหรัฐอเมริกา คือ ผลิตที่อังกฤษ ก่อนนำเข้าไปใช้ในประเทศไทย เพราะทำให้
 ผู้ป่วยมีอาการโควิดได้ หรือมีผลข้างเคียง
 หลักฐานที่สนับสนุน คือ การที่ผลิตได้ร่วมกับจีนแล้ว ผลการทดลอง

1.4 จากข้อ 1.2 จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นักเรียนระบุ

ตัวแปรต้น → ตัวแปรตาม
 การผลิตวัคซีนของสหราชอาณาจักร → วิธีการผลิตวัคซีนของสหราชอาณาจักร ก่อนนำเข้าไปใช้ในประเทศไทย

1.5 นักเรียนคิดว่า ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการผลิตและทดลองใช้วัคซีนโควิด-19 ในสัตว์ทดลอง ก่อนนำมาใช้ในมนุษย์นั้น คืออะไร

ต้องดู การทดลอง ก่อนนำมาใช้กับคน ซึ่ง การผลิตวัคซีนนั้น ไม่สามารถคิด
 ได้ในรอบเดียวได้ จึงต้องมีการทดลองกับสัตว์ก่อนด้วย

1.6 จากผลกระทบดังกล่าว จะมีวิธีการอย่างไรที่จะป้องกันผลกระทบหรือลดความรุนแรงของผลกระทบนั้น

- 1) คัดกรองถึงคุณภาพของสิ่งมีชีวิต
- 2) วิธีการบางอย่างอื่นนอกเหนือจากนี้ ในหลอดทดลอง
- 3) มีการทดลองที่ดี ก่อนทดลอง

1.7 ให้นักเรียนเลือกวิธีการป้องกันผลกระทบหรือลดความรุนแรงของผลกระทบนั้นที่เหมาะสมที่สุด โดยคำนึงถึงหลักการทางชีวจริยธรรม

การนำวิธีที่ดี ของสัตว์ ในทางที่ ทำ ทดลอง ของเราทุก สิ่งมีชีวิต
 มีความเหมือนกัน

ตัวอย่างใบงาน

ชื่อ นางสาวอรุณีชา..... นามสกุลรวมทังษ์..... ชั้นม.4/1..... เลขที่ 21.....

นักวิทยาศาสตร์ สกัด DNA จากสิ่งมีชีวิตในก้อนอำพันได้สำเร็จเป็นครั้งแรก

การค้นพบก้อนอำพัน ภายในมียุงที่เคຍอาศัยร่วมโลกกับไดโนเสาร์ ทำให้นักวิทยาศาสตร์ จึงได้มีการสกัดเอา "เลือดไดโนเสาร์" จากยุงในก้อนอำพัน เพื่อนำไปโคลนนิ่งไดโนเสาร์ให้กลับมามีชีวิตบนโลกปัจจุบันอีกครั้ง.....



ที่มาของภาพ https://jurassicpark.fandom.com/wiki/DNA_in_Amber

แม้ความพยายามในการสกัดเอาเลือดจากยุงในอำพันดูเป็นเรื่องเหนือความคาดหมาย แต่มีนักวิทยาศาสตร์ไม่น้อยที่เคยทำการทดลองเพื่อพิสูจน์แนวคิดนี้ และไม่เคຍทำได้สำเร็จเลยสักครั้ง นั่นเป็นเพราะ DNA หรือสารพันธุกรรมพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตในเลือดเหล่านั้น ได้ถูกทำลายไปหมดจนไม่สามารถนำมาใช้การได้อีก หมายความว่าความพยายามนี้ล้มเหลวใช่หรือไม่ ? นักวิทยาศาสตร์จากพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติเชิงก์เคน เบิร์ก ประเทศเยอรมนี ได้นำเสนอว่า หากคุณต้องการจะโคลนนิ่งสิ่งมีชีวิตขึ้นมาสักตัวหนึ่ง ส่วนประกอบสำคัญคือ DNA สารพันธุกรรมที่สามารถพบได้ทั่วร่างกายและมีอยู่ในสิ่งมีชีวิตเกือบทุกชนิดบนโลก เลือดของไดโนเสาร์ที่ถูกยุงดูดกินก็มีส่วนประกอบของ DNA ด้วยเช่นกัน แต่เหตุที่เราไม่สามารถทำการโคลนนิ่งหรือศึกษาข้อมูลจากเลือดไดโนเสาร์ได้นั้น เป็นเพราะ DNA ได้ถูกทำลายหรืออยู่ในสภาพที่ใช้การไม่ได้แล้ว

1.1 นักเรียนคิดว่า นักวิทยาศาสตร์ มีวิธีการอย่างไรในการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอที่พบของเลือดไดโนเสาร์จากยุงในก้อนอำพัน

ใช้เทคนิค PCR โดยการนำ DNA แม่แบบที่ได้จากยุงในก้อนอำพันของนัองไดโนเสาร์ไปแยกเป็น DNA สายเดี่ยว ที่อุณหภูมิ 95°C การลดอุณหภูมิต่อ 55°C เพื่อให้น DNA แม่แบบจับกับไพรเมอร์ และปรับอุณหภูมิในขั้นนี้เหมาะสมต่อการจำลอง DNA สำเร็จให้นำไปฝากไว้บนใบของสิ่งมีชีวิตที่ใกล้เคียงกัน

1.2 นักเรียนคิดว่า ตัวแปรทางวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องในวิธีการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอ ได้แก่อะไรบ้าง - ตัวแปรต้น, ตาม

ตัวแปรต้น เพิ่มขึ้นด้วยเทคนิค PCR

ตัวแปรตาม โดโนเสาร์คืนชีพ

ตัวแปรควบคุม DNA อุณหภูมิ

1.3 จากสมมติฐาน วิธีการการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอเลือกของโดโนเสาร์จากยูงในก้อนอำพัน ในข้อ 1.1 ที่นักเรียนเลือกนั้น ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่สนับสนุนสมมติฐาน พร้อมให้เหตุผลประกอบ

จากปริมาณ DNA เลือดของโดโนเสาร์จากยูงในก้อนอำพัน มีปริมาณเพิ่มขึ้นได้โดยเทคนิค PCR เป็นวิธีการเพิ่มจำนวน DNA ที่เหมาะสมที่สุด

1.4 จากข้อ 1.2 จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นักเรียนระบุ

เพิ่มขึ้นด้วยเทคนิค PCR → โดโนเสาร์คืนชีพ → PNA อุณหภูมิ

1.5 นักเรียนคิดว่า การที่นักวิทยาศาสตร์พยายามคืนชีพให้โดโนเสาร์ จากการนำสารพันธุกรรมไปโคลนนิ่งนั้น อาจส่งผลกระทบต่ออย่างไรบ้าง ปัญหาที่เกิดขึ้น

อาจเกิดพันธุกรรมแปลกจากเดิม เกิดความผิดปกติทางพันธุกรรมได้ และเมื่อโดโนเสาร์ออกมาจึงมีชีวิตที่สั้นและสุขภาพอ่อนแอ อาจต้องเปลี่ยนแปลงจากเดิมซึ่งมีผลกระทบต่อชีวิต

1.6 จากผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นดังกล่าวนี้ ถ้านักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาในเรื่องนี้ นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรในการป้องกันหรือลดความรุนแรงของผลกระทบนั้น 3 วิธี

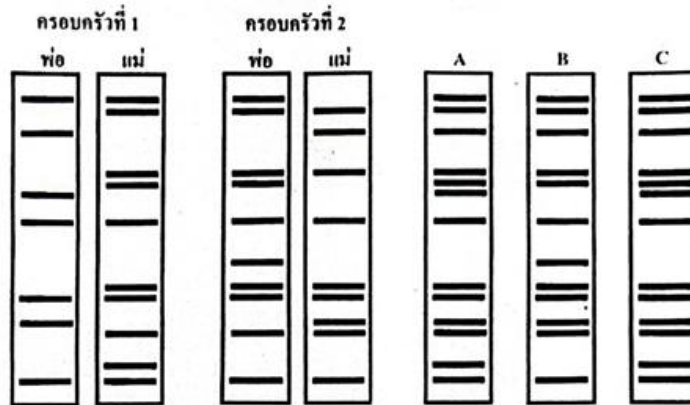
- 1.) ความคมชัดจำกัดลง
- 2.) เลือดวิธีการคืนชีพที่โดโนเสาร์รูปแบบใหม่
- 3.) ศึกษาว่าโดโนเสาร์อยู่ในช่วงไหนของชีวิตหรือไม่ใช่สายพันธุ์ที่สูญพันธุ์แล้ว

1.7 ให้นักเรียนเลือกวิธีการป้องกันหรือลดความรุนแรงของผลกระทบนั้น โดยคำนึงถึงหลักการทางชีวจริยธรรม
1. ความคมชัดที่ลดลง เพื่อไม่ให้ไปทำลายวิถีชีวิตของโปรซิธอนในสภาพแวดล้อมปัจจุบัน และจำกัดขอบเขตของสัตว์ทดลอง

ตัวอย่างใบงาน

ชื่อ นางสาว สุวิมล นามสกุล เกตุวงศา ชั้น ม.4/1 เลขที่ 4

ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ของพ่อแม่สองครอบครัว และลูกสามคน ได้แก่ A B และ C เป็นดังภาพ (O-net 61)



จากข้อมูล ข้อใดระบุความสัมพันธ์ของครอบครัวได้ถูกต้อง

- A กับ C เป็นลูกของครอบครัวที่ 1 และ B เป็นลูกของครอบครัวที่ 2
- 2. A กับ C เป็นลูกของครอบครัวที่ 2 และ B เป็นลูกของครอบครัวที่ 1
- 3. A เป็นลูกของครอบครัวที่ 1 และ B กับ C เป็นลูกของครอบครัวที่ 2
- 4. A B และ C เป็นลูกของครอบครัวที่ 1
- 5. A B และ C เป็นลูกของครอบครัวที่ 2

1.1 นักเรียนจะเลือกใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในด้านใด ในการศึกษาลายพิมพ์ดีเอ็นเอ และมีขั้นตอนอย่างไรในการศึกษา

Gel electrophoresis
 วิธีการ - ใช้หลักการที่ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกันในสนามไฟฟ้า
 - นำสารละลายดีเอ็นเอที่สกัดได้ + สารละลายบัฟเฟอร์ + สารละลายสี (染料) ใส่ลงในช่องต้น
 - เมื่อ Loading dye กับ DNA ที่สกัดได้ แล้วไปทอดลงในช่องต้นของแผ่นเจลในครอบครัวที่ 1
 - เมื่อ Loading dye กับ DNA ที่สกัดได้ แล้วไปทอดลงในช่องต้นของแผ่นเจลในครอบครัวที่ 2
 - ปิดฝา และใช้กระแสไฟฟ้า + ส่วนของตัวถัง
 - นำแผ่นเจลไปย้อมด้วยสี สามารถดูสายดีเอ็นเอได้
 - จากนั้นดูแถบของสายดีเอ็นเอ

1.2 จากความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคนิคที่ใช้ในการตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอในข้างต้น ให้นักเรียนระบุตัวแปรทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่อะไรบ้าง

ตัวแปรอิสระ Loading dye + DNA จากวิธีการสกัด + DNA จากวิธีใหม่
ตัวแปรตาม ขนาด DNA
ตัวแปรควบคุม ปริมาณสารสกัด เกลือ, ปริมาณสารเติม, ปริมาณของ DNA, เกลือ, ภาชนะใส่ยีน

1.3 จากความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคนิคที่ใช้ในการตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่นักเรียนเลือก ในข้อ 1.1 ให้นักเรียนระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่สนับสนุนสมมติฐาน พร้อมให้เหตุผลประกอบ

ผลใช้วิธีนี้ สามารถแยก DNA ที่ใหญ่กว่าได้

1.4 จากข้อ 1.2 จงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นักเรียนระบุ
Loading dye + DNA จากวิธีใหม่ \rightarrow ขนาด DNA
Loading dye + DNA จากวิธีเก่า \rightarrow ขนาด DNA

1.5 จากสถานการณ์ข้างต้น ข้อควรระวังในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ได้แก่อะไรบ้าง

อาจเกิดข้อผิดพลาดได้ จากการทำกระบวนการสกัดยีน ที่ผิดพลาด DNA ที่วางยีนผิดพลาด

1.6 จากข้อควรระวังดังกล่าว นักเรียนจะมีวิธีการป้องกันอย่างไร

การตรวจสอบความถี่ ความยาว และอัตราการเกิดซ้ำในผลสกัดยีน

1.7 ให้นักเรียนเลือกวิธีการป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้น ที่เหมาะสมที่สุด โดยคำนึงถึงหลักการทางชีวจริยธรรม

ใช้วิธีใหม่ที่มีความถี่ และอัตราการเกิดซ้ำที่แน่นอน

ตัวอย่างใบงาน