



การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษาคุณวุฒิบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย"

ของ วิภา อาสิงสมานันท์

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษาดุสิตบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธ เนืองเฉลิม)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรียพร สว่างเมฆ)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มลิวรรณ นาคขุนทด)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกันธ์ชัย ชะนูนันท์)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ดร.สุรียา ชาปุ)

อนุมัติ

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.กรองกาญจน์ ชูทิพย์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
ผู้วิจัย	วิภา อาสิงสมานันท์
ประธานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรียพร สว่างเมฆ
กรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มลิวรรณ นาคขุนทด
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ กศ.ด. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2564
คำสำคัญ	รูปแบบการจัดการเรียนรู้, ความเป็นพลเมือง, ความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์, นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สังเคราะห์ความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ และ 2) พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดำเนินการสังเคราะห์ความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ จากการวิเคราะห์เอกสาร ช่วง พ.ศ. 2543 ถึง 2563 และสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน แล้ววิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา หลังจากนั้นดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสม และทดลองใช้นำร่องเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง แล้วนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 53 คน ที่กำลังเรียนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก คัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง ดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยแบบวัดความเป็นพลเมืองพลเมืองวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 13 ข้อ ทำการวิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน เปรียบเทียบโดยใช้สถิติทดสอบทีที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน และเปรียบเทียบกับคะแนนจุดตัดเป็นเกณฑ์ ด้วยการทดสอบทางสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

ผลการศึกษา พบว่า 1) ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ หมายถึง บุคคลที่มีความรู้ วิทยาศาสตร์ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ และเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานในการดำรงชีวิต และแสดงจุดยืนของตนเองในสังคมได้อย่างมีเหตุผล มีองค์ประกอบ 3 ด้าน 7 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ องค์ประกอบด้านบุคคล หมายถึง บุคคลต้องมีความรู้พื้นฐาน

วิทยาศาสตร์และความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมสมัย มี 3 ตัวบ่งชี้ คือ ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม หมายถึง บุคคลต้องทำงานร่วมกับผู้อื่น มีการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์และตัดสินใจบนพื้นฐานของความรู้วิทยาศาสตร์ ข้อมูล ข่าวสาร เพื่อแก้ปัญหาการอยู่ร่วมกันในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มี 2 ตัวบ่งชี้ คือ ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจ องค์ประกอบด้านความตระหนักต่อสังคม หมายถึง บุคคลจะต้องตระหนักในตนเองทั้งความคิด การตัดสินใจ และการปฏิบัติตนในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มี 2 ตัวบ่งชี้ คือ การตระหนักในตัวบุคคล และการตระหนักต่อส่วนรวมตามหน้าที่ในสังคม ผลการตรวจสอบความเหมาะสมความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 และ 2) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 เฝ้าดูหน้าประเด็นปัญหาทางสังคมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ขั้นที่ 2 การตรวจสอบผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ขั้นที่ 3 การสำรวจและค้นหาทางเลือกของพลเมืองวิทยาศาสตร์ในมุมมองต่าง ๆ ขั้นที่ 4 การรับรู้และพิจารณา มุมมองที่แตกต่าง และขั้นที่ 5 การแสดงออกของการมีส่วนร่วมในสังคม ผลการตรวจสอบความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54 หลังจากนักเรียนเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์หลังเรียนเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าคะแนนจุดตัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Title	THE DEVELOPMENT OF LEARNING MANAGEMENT MODEL FOR ENHANCING SCIENTIFIC CITIZENSHIP OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS
Author	WIPA ARSINGSAMANAN
Advisor	Assistant Professor Sureeporn Sawangmek, Ed.D.
Co-Advisor	Assistant Professor Maliwan Nakkuntod, Ph.D.
Academic Paper	Ed.D. Dissertation in Science Education - (Type 2.1), Naresuan University, 2021
Keywords	Learning Management Model, Citizenship, Scientific Citizenship, Upper Secondary School Students

ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to synthesize the meaning, components, and indicators of scientific citizenship, and 2) to develop a learning management model for enhancing the scientific citizenship of upper secondary school students. The meaning, components, and indicators were conducted by the document analysis method from 2000 to 2020, and semi-structured interviews were carried out with 5 experts. The data were analysed by content analysis. Afterward, the collected data were utilised to create and verify the quality of the learning management model. The 5 experts examined the appropriateness of the learning management model and conducted pilot trials to determine the feasibility of practical application. Subsequently, the developed learning management model was applied to grade 10 students comprised of 53 participants studying in the second semester of 2020 at a large school in Phitsanulok Province, Thailand. Purposive sampling was applied for identifying the samples. The collected data were obtained through a scientific citizenship test containing 13 open-ended questions. The analysis aimed to compare the average of the pre-test and post-test scores by t-test for dependent sample. The cut-off score was used as a criterion compared with post-test scores by a t-test for one sample at a significance level of .05.

The research results indicated that 1) scientific citizenship refers to a person who has scientific knowledge as well as scientific skills, and understands the nature of science, thus being able to apply scientific knowledge as a basis for living and having the capacity to express their position in society with reason. There are 3 components with 7 indicators. The personal component means that a person must have scientific knowledge and contemporary scientific knowledge. There are 3 indicators including basic scientific knowledge, scientific inquiry, and scientific mind. The social interaction component means that a person can work with others, make scientific arguments, and make decisions based on scientific knowledge, information, news, and livelihood to solve problems of coexistence in society related to science. There are 2 indicators including scientific argumentation and decision-making. The social awareness component means that a person has to be self-aware of personal thoughts, decisions, and behaviours in a society related to science. There are 2 indicators including self-awareness and public awareness according to social duties. The suitability results of meaning, components, and indicators were at the most appropriate level, with an average of 4.58. The research results also indicated that 2) the developed learning management model consisted of 5 components. There were 5 steps, comprising step 1: confronting socioscientific issues, step 2: analysing stakeholders, step 3: exploring the alternatives of scientific citizenship from various perspectives, step 4: realising and considering different perspectives, and step 5: expressing participation in society. The results of the assessment for suitability by experts were at the most appropriate level, with an average of 4.60 and a standard deviation of 0.54. Students who learned using the learning management model had higher pre-test scores than post-test scores and higher than the cut-off score at a significance level of .05.

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจากความช่วยเหลือและสนับสนุนจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรียพร สว่างเมฆ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มลิวรรณ นาคขุนทด กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องด้วยความเอาใจใส่ ส่งผลให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และให้กำลังใจในการฝ่าฟันอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนร่วมในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย และให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์แก่งานวิจัย อันประกอบด้วย ดร.กานจูลี ปัญญาอินทร์ ดร.พรชัย อินทร์ฉาย รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม และคุณครูขวัญ ตาใจ และขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญที่ให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ อันประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมจิตต์ หอมจันทร์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย วิชัยดิษฐ์ คุณครูขวัญ ตาใจ และคุณครูปิยะมาศ เจริญชัย

ขอบพระคุณคุณครูอภิวัลย์ มาสขรัตน์ ที่มีส่วนร่วมในการเก็บข้อมูลวิจัย และขอขอบพระคุณคณะครูโรงเรียนขนาดใหญ่ในจังหวัดพิษณุโลก ที่คอยให้คำแนะนำและสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้ รวมถึงขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี จนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวรทุกท่าน ที่คอยให้คำแนะนำในระหว่างการทำวิจัย และขอบใจเพื่อนนิสิตปริญญาเอกที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกคน ที่คอยช่วยเหลือ เป็นกำลังใจ และให้คำแนะนำที่ดีเสมอมา และที่สำคัญขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่เป็นกำลังใจและสนับสนุนผู้วิจัยในทุก ๆ ด้านอย่างดีที่สุด ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต่อไป

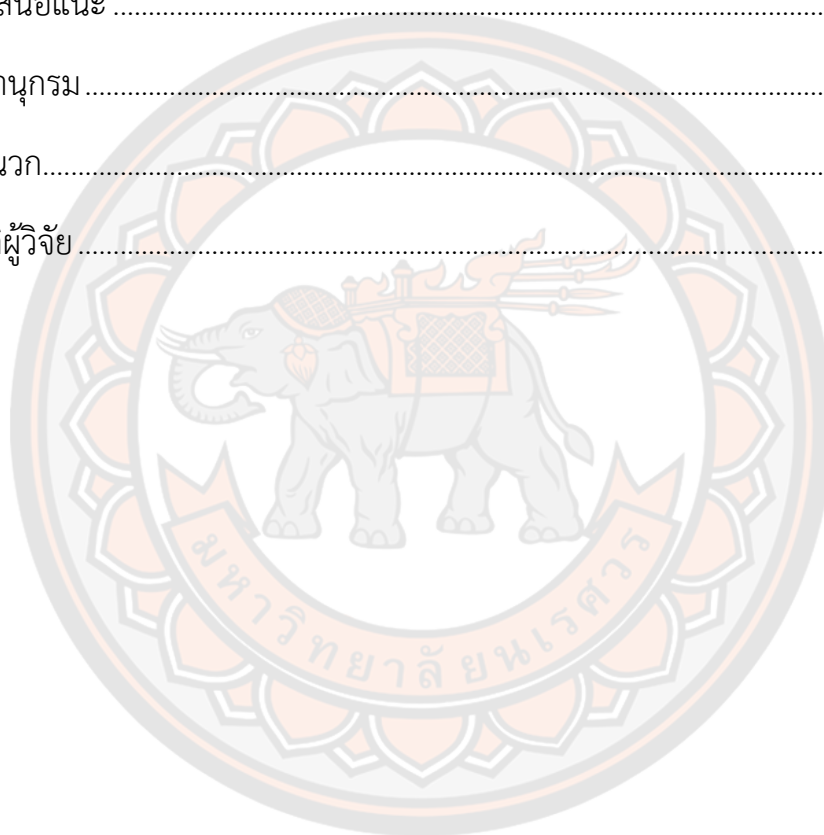
วิภา อาสิงสมานันท์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
ประกาศคุุณุปการ.....	ช
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
คำถามในการวิจัย.....	5
วัตถุประสงค์.....	5
ความสำคัญของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของงานวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
1. วิทยาศาสตร์ศึกษากับการส่งเสริมความเป็นพลเมือง.....	12
1.1 ความหมายและความสำคัญของความเป็นพลเมือง.....	12
1.2 ความหมายและความสำคัญของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์.....	14
1.3 การจัดการศึกษาเพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองของไทยและต่างประเทศ.....	15
1.4 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับการส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์.....	23

1.5 แนวการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ร่วมสมัยเพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์.....	37
2. แนวทางการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	62
2.1 ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	62
2.2 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	63
2.3 ประเภทของรูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	65
2.4 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	66
3. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	69
3.1 งานวิจัยในประเทศ.....	69
3.2 งานวิจัยต่างประเทศ.....	71
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	74
ระยะที่ 1 การสังเคราะห์ความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์.....	75
ระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	80
ชั้นที่ 1 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความ เป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	80
ชั้นที่ 2 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	86
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	94
ระยะที่ 1 การสังเคราะห์ความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์.....	94

ระยะเวลาที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	106
บทที่ 5 บทสรุป.....	135
สรุปผลการวิจัย.....	135
อภิปรายผลการวิจัย.....	138
ข้อเสนอแนะ	146
บรรณานุกรม.....	148
ภาคผนวก.....	161
ประวัติผู้วิจัย.....	236



สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 การสังเคราะห์คุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์จากการวิเคราะห์ เอกสาร	31
ตาราง 2 เปรียบเทียบระดับการวัดสติปัญญา.....	59
ตาราง 3 เนื้อหา ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และจำนวนคาบที่ใช้ใน การจัดการเรียนรู้	84
ตาราง 4 เกณฑ์การจัดระดับความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์	88
ตาราง 5 ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความเป็น พลเมืองวิทยาศาสตร์	99
ตาราง 6 ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญและรายการการปรับปรุงองค์ประกอบ ตัวบ่งชี้ และ พฤติกรรมสังเกตของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์	102
ตาราง 7 การวิเคราะห์หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้กับวัตถุประสงค์ของรูปแบบ การจัดการเรียนรู้	109
ตาราง 8 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ บทบาทครู และบทบาทนักเรียน ตามรูปแบบการ จัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลาย	113
ตาราง 9 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความ เป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้เชี่ยวชาญ 118	118
ตาราง 10 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ วัตถุประสงค์ และหลักการของรูปแบบการจัดการ เรียนรู้	120

ตาราง 11 ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญและรายการการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้	121
ตาราง 12 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยแยกตามองค์ประกอบของความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อ ส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์	124
ตาราง 13 ผลการทดสอบคะแนนจุดตัดของคะแนนความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์	133
ตาราง 14 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ห้องที่จัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นตามรูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริม ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับคะแนนจุดตัด	134
ตาราง 15 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการ จัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลาย	164
ตาราง 16 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence; IOC)ของแบบ วัดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์	172
ตาราง 17 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก เป็นรายข้อของแบบวัดความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์	174
ตาราง 18 ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความเป็น พลเมืองวิทยาศาสตร์	227
ตาราง 19 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความ เป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้เชี่ยวชาญ	232

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 การแบบวิจัยแบบผสมผสานวิธีแบบ Exploratory Sequential design	74
ภาพ 2 การจัดกลุ่ม 7 ตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์.....	98
ภาพ 3 องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์	104
ภาพ 4 หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์	108
ภาพ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างหลักการ ขั้นตอน และวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการ เรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์	112
ภาพ 6 รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	117
ภาพ 7 คำตอบของนักเรียน S2 ตัวบ่งชี้ ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์.....	126
ภาพ 8 คำตอบของนักเรียน S10 ตัวบ่งชี้ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์.....	126
ภาพ 9 คำตอบของนักเรียน S5 ตามตัวบ่งชี้ ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์	127
ภาพ 10 คำตอบของนักเรียน S11 ตามตัวบ่งชี้ ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์	128
ภาพ 11 คำตอบของนักเรียน S2 ตามตัวบ่งชี้ ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์.....	128
ภาพ 12 คำตอบของนักเรียน S13 ตามตัวบ่งชี้ ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์	129
ภาพ 13 คำตอบของนักเรียน S6 ตัวบ่งชี้ ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ .	129
ภาพ 14 คำตอบของนักเรียน S14 ตัวบ่งชี้ ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์	130
ภาพ 15 คำตอบของนักเรียน S2 ตัวบ่งชี้ ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ .	130
ภาพ 16 คำตอบของนักเรียน S14 ตัวบ่งชี้ ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์	131
ภาพ 17 คำตอบของนักเรียน S8 ตัวบ่งชี้ ความสามารถในการตัดสินใจ.....	132

ภาพ 18 คำตอบของนักเรียน S15 ตัวบ่งชี้ ความสามารถในการตัดสินใจ.....	132
ภาพ 19 กราฟแสดงคะแนนเกณฑ์ของแบบวัดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์.....	133
ภาพ 20 บรรยากาศขณะนักเรียนโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์และสวมบทบาทเป็นรัฐบาล..	234
ภาพ 21 บรรยากาศขณะนักเรียนที่เป็นฝ่ายรัฐบาลกำลังโต้แย้งผู้ประกอบการ.....	234
ภาพ 22 บรรยากาศขณะนักเรียนกำลังเผยแพร่จุดยืนของตนเองบนบอร์ดแสดงความคิดเห็นในห้องเรียน.....	235
ภาพ 23 บรรยากาศขณะนักเรียนกำลังยื่นอ่านจุดยืนของเพื่อนต่างห้องบนบอร์ดแสดงความคิดเห็นในห้องเรียน.....	235



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

หลายประเทศทั่วโลกให้ความสำคัญกับแนวคิดในการสร้างความเป็นพลเมือง (Citizenship) ให้เกิดขึ้นกับประชาชน และพยายามผลักดันให้เกิดขึ้นมาโดยตลอด เนื่องจากความเป็นพลเมืองนั้นมีคุณค่าสามารถนำพาประเทศให้อยู่รอดและผ่านพ้นวิกฤตการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ หากประชาชนในประเทศเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพแล้ว จะส่งผลต่อคุณภาพของสังคมทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคมวัฒนธรรม การเมืองการปกครอง สิ่งแวดล้อมและประชากร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ และทำให้เกิดการพัฒนาสังคมที่มีรากฐานที่แข็งแกร่ง ซึ่งถือว่าการพัฒนาที่ยั่งยืนอย่างแท้จริง ดังนั้น การพัฒนาประชาชนในสังคมให้มีคุณภาพ มีภูมิคุ้มกัน เพื่อกลายเป็นพลเมืองที่พร้อมตั้งรับกับวิกฤติ และการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในยุคโลกาภิวัตน์ได้เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง (ชัยอนันต์ สมุทวณิช, 2557)

แต่ในปัจจุบันโลกพัฒนาไปอย่างรวดเร็วมากและถูกขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และความคิดสร้างสรรค์ (สถาบันส่งเสริมการจัดการความรู้เพื่อสังคม, 2560) จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องส่งเสริมให้พลเมืองมีความรู้วิทยาศาสตร์และทักษะที่สำคัญในการใช้ชีวิตและการทำงานที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยหากพลเมืองมีความรู้วิทยาศาสตร์ สามารถประเมินทางเลือกด้วยตนเองอย่างมีวิจารณญาณ และตัดสินใจตอบรับหรือหลีกเลี่ยงข้อเสนอของรัฐบาลเพื่อประโยชน์ทั้งด้านสุขภาพและการดำรงชีวิตได้ จะเรียกว่า มีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ (Scientific Citizenship) (Sternsdorff-Cisterna, 2015) ซึ่งการเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์นี้จะให้ความสำคัญทั้งส่วนบุคคล และความสัมพันธ์ของบุคคลในสังคมที่มีความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเน้นเรื่อง เศรษฐศาสตร์การเมือง และการเปลี่ยนแปลงของสังคม อันเกิดมาจากการมีส่วนร่วมของพลเมืองในสังคมด้วย (Irwin, 2015)

ดังนั้นการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์จะต้องเปิดกว้างต่อพลวัตความเปลี่ยนแปลงจากภายนอก ทั้งในระดับประเทศ ระดับภูมิภาค และระดับโลก จึงจำเป็นต้องมีการเสริมสร้างความร่วมมือในด้านการศึกษาและให้ความสำคัญกับการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์และทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงอยู่ในสังคมที่มีความเป็นโลกาภิวัตน์และมีความแตกต่างหลากหลายทางวัฒนธรรมมากขึ้น จึงกล่าวได้ว่าการศึกษามิใช่เพียงแต่ผลิตคนเพื่อเข้าสู่ตลาดแรงงานเท่านั้น แต่จะต้องเป็นเครื่องหล่อหลอมคนให้เป็นคนที่สมบูรณ์และมีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์มากขึ้น (สำนักงานเลขาธิการสภา

การศึกษา, 2557) ปัจจุบันมีการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) โดยกำหนดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies) ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับเป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ผ่านรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Burns, O'Connor and Stocklmayer, 2003; Bybee, McCrae and Laurie, 2009) และองค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), 2006) ก็ได้เน้นให้ความสำคัญกับการให้ความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่พลเมืองในอนาคต เพื่อเตรียมเยาวชนให้พร้อมสำหรับชีวิตในสังคมร่วมสมัย แต่อย่างไรก็ตามในแวดวงการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ยังมีการศึกษาและให้ข้อมูลเกี่ยวกับความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ค่อนข้างจำกัด

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า พลเมืองควรมีความรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน รวมถึงความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมสมัย เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันในสังคมปัจจุบัน และพลเมืองต้องมีส่วนร่วมกำหนดบรรทัดฐานร่วมสมัยในสังคมด้วย ตัวอย่างความรู้ที่พลเมืองควรมี เช่น ความรู้เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ อาหารดัดแปรพันธุกรรม พันธุวิศวกรรม และเทคโนโลยีดีเอ็นเอ เป็นต้น (Osborne, 2000; Willington, 2003; Davies, 2004; Unesco 2015) ดังนั้นความรู้ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีดีเอ็นเอ จึงเป็นหนึ่งในความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมสมัยที่มีความสำคัญ ที่ต้องพัฒนาพลเมืองให้มีความรู้และมีความเข้าใจในเรื่องนี้ ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับที่องค์การศึกษาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ ได้ระบุถึงความสำคัญของความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมสมัย เรื่อง พันธุศาสตร์ใน UNESCO Science Report: towards 2030 ว่ามีความสำคัญต่อพลเมืองในอนาคต เนื่องจากความรู้เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีดีเอ็นเอ นั้น เริ่มมีบทบาทกับสุขภาพและความเป็นอยู่ของประชาชนมากขึ้น (Unesco, 2015)

การพัฒนาความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของประเทศต่าง ๆ ดำเนินการโดยการปรับระบบการศึกษาให้มีการบูรณาการส่งเสริมความเป็นพลเมืองในรายวิชาวิทยาศาสตร์ และปรับหลักสูตรให้มีความยืดหยุ่นมากขึ้น อย่างเช่นในประเทศสหรัฐอเมริกา มีการจัดทำหลักสูตรระดับชาติ ที่มีการส่งเสริมความเป็นพลเมืองให้เกิดขึ้นในสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน และบูรณาการกับรายวิชาวิทยาศาสตร์ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2561; NGSS Lead States, 2013) ประเทศออสเตรเลียได้มีการพัฒนาหลักสูตรขึ้นมาใหม่และมีการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเป็นพลเมืองที่มีความรู้ ทักษะ ค่านิยม และมีความรับผิดชอบ โดยจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นพลเมืองที่สามารถแก้ปัญหาด้วยวิทยาศาสตร์ที่สร้างสรรค์ (MCEETYA, 2008; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2561) เช่นเดียวกับประเทศอังกฤษ ที่มีการพัฒนาหลักสูตรแห่งชาติ สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ที่

ยืดหยุ่นได้ เพื่อเป็นการสนับสนุนให้โรงเรียนสามารถพัฒนาเนื้อหาที่สอน ให้ส่งเสริมความเป็นพลเมืองแก่ผู้เรียนโดยใช้วิทยาศาสตร์ (Oxfam, 2006)

ส่วนแนวทางการพัฒนาความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยนั้น ทางสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2559) ได้มีการจัดทำข้อเสนอเชิงนโยบายการพัฒนาการศึกษาเพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมือง โดยให้แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ ตั้งคำถาม ปฏิบัติ จนเกิดเป็นความรู้และความเข้าใจ ทักษะ เจตคติ และเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เช่น การสวมบทบาทสมมติ การสนทนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้และประสบการณ์ การทำงานร่วมกัน การสะท้อนกลับ การชี้แจงทำความเข้าใจร่วมกัน การใช้โครงงาน และการจัดแสดงนิทรรศการผลงานที่เกิดจากการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นต้น นอกจากนี้การจัดการศึกษาในประเทศไทยได้มีการส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์มาอย่างต่อเนื่อง โดยพบว่าในแผนการศึกษาชาติ พ.ศ.2560-2579 ได้มีการกำหนดจุดประสงค์ในการพัฒนาคนไทยให้เป็นพลเมืองดี มีคุณลักษณะ ทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับบทบัญญัติของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย รวมถึงการกำหนดเป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมความเป็นพลเมืองไว้ในยุทธศาสตร์ที่ 3 เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะ คุณลักษณะพื้นฐานของพลเมืองไทย และคุณลักษณะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 อีกทั้งประเทศไทยยังมีการปฏิรูปการศึกษาและการเรียนรู้ โดยให้ความสำคัญกับการศึกษาเพื่อสร้างคุณภาพของคนไทยให้สามารถเรียนรู้ พัฒนาตนได้เต็มตามศักยภาพโดยสะท้อนในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และยุทธศาสตร์ชาติระยะยาว 20 ปี พ.ศ. 2560-2579 ที่มีเป้าหมายให้คนไทยในอนาคต มีศักยภาพและร่วมกันพัฒนาประเทศ สามารถปรับตัวรองรับบริบทการพัฒนาในอนาคต มีทักษะในการวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล มีภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลงภายใต้สังคมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) นอกจากนี้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ยังได้กล่าวถึงการสร้างนักเรียนให้เป็นพลเมือง มีความรู้อันเป็นสากล และมีความสามารถในการคิดและแก้ปัญหาในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2561)

จากการศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยที่ผ่านมาพบว่า แม้ว่าจะมีการกำหนดหลักสูตรในแต่ละระดับการศึกษาให้มีการส่งเสริมความเป็นพลเมือง แต่ก็ยังไม่สามารถทำให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้เท่าที่ควร ประกอบกับการจัดการเรียนรู้นั้นเน้นความรู้พื้นฐาน ไม่ได้ให้ความสำคัญกับการส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ และไม่ได้กล่าวชัดเจนถึงความเป็นพลเมืองในวิชาวิทยาศาสตร์ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2559) สอดคล้องกับงานวิจัยของ International Civic and Citizenship Education Study : ICCS ในปี 2553 ที่ระบุว่า การจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในประเทศไทยนั้นเน้นให้ความรู้เรื่อง สิทธิและหน้าที่พลเมือง ในขณะที่ประเทศที่ประสบความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองนั้น ให้ความสำคัญกับ

ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และนักเรียนทุกคนมีเสรีในการแสดงความคิดเห็น (Schulz, et al., 2010) อีกทั้งสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ที่ควรจะต้องเกิดกับผู้เรียนนั้น ค่อนข้างจะแยกออกจากงานของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ทำให้ยากในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในบริบทจริง (Fensham, 2007, 2009) ซึ่งทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศยังมีการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ค่อนข้างจำกัด

ดังนั้นแนวทางการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยเพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ต้องมีแบบจำลองที่แสดงความรู้และทักษะที่จำเป็นแบบองค์รวม เพื่อให้ง่ายสำหรับครูวิทยาศาสตร์ในการนำไปใช้ (DeBoer, 2011) รวมถึงควรจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริงมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้เกิดการสร้างความรู้และเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ อย่างมีเหตุผล ตามทฤษฎีสรคินิยม หรือ Constructivism เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทักษะ ค่านิยม และทัศนคติ ผ่านการปฏิบัติจริง และการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ เกิดการเรียนรู้ภายในตัวผู้เรียน โดยผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ และเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ อย่างมีเหตุผล (วัฒนาพร รัชชบุทช์, 2541)

นอกจากนี้การส่งเสริมความเป็นพลเมืองผ่านวิชาวิทยาศาสตร์ ต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ผ่านการสร้างสังคม เข้าร่วมสังคม และได้รับประสบการณ์โดยตรงจากการเข้าร่วมการโต้แย้ง อภิปราย และมีส่วนร่วมในการตัดสินใจประเด็นปัญหาในห้องเรียน ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีสรคินิยมเชิงสังคม หรือ Social constructivist (Osborne, 2000; Ratcliffe and Grace, 2003; Barrue and Albe, 2013; Bayram-Jacobs, Wieske and Henze, 2019) โดยประเด็นปัญหาที่ใช้ควรจะเป็นประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Socioscientific Issue; SSI) ที่กำลังเป็นที่ถกเถียงในสังคม (Sadler and Zeidler, 2005; ประสาท เนืองเฉลิม, 2552) และควรสอดคล้องกับบริบทและเชื่อมโยงสู่ชุมชนของผู้เรียน (Context-Based Learning) จึงจะทำให้ให้นักเรียนได้เกิดประสบการณ์จากบริบทในสิ่งแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรมรอบตัวนักเรียนและครู รวมถึงสามารถถ่ายโอนความรู้ความเข้าใจไปสู่สถานการณ์อื่น ๆ ได้ (Bennett and Lubben, 2005; Overton, 2007) อีกทั้งยังต้องจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์การเรียนรู้ที่ทำลายต่อโลกทัศน์ของตนเอง จนเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งมุมมอง ความรู้ความเข้าใจ พฤติกรรม และเข้าใจการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นรอบตัว จึงควรเกิดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง (Transformative Learning Theory) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจภายในตนเอง ไปสู่กรอบการอ้างอิงที่เปิดกว้าง จนเกิดเป็นการตระหนักรู้ต่อโลก สามารถสะท้อนและนำเสนอความรู้สึกรู้สึกนึกคิดของตนเองได้ ทำให้เกิดการยอมรับกับการเปลี่ยนแปลงของโลกได้มากขึ้น ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองเป็นคนที่สมบูรณ์ และมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อสิ่งแวดล้อมรอบตัวในลักษณะที่

เกี่ยวคู่กันต่อไป (Meziow, 2003; ธนา นิลชัยโกวิทย์ และอดิศร จันทรสขุ, 2552; วิจารย์ พานิช, 2558)

จากความสำคัญและปัญหาของการส่งเสริมความเป็นพลเมืองผ่านการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่ได้กล่าวไปข้างต้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งเป็นระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศไทย โดยหวังว่าจะมีประสิทธิผลช่วยส่งเสริมความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชนไทยให้ทัดเทียมกับนานาชาติประเทศ ทั้งในด้านความรู้ ทักษะ เจตคติ และค่านิยม รวมถึงปฏิกริยาทางอารมณ์ เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาและสร้าง พลเมืองไทยให้บรรลุตามเป้าหมายของประเทศต่อไป

คำถามในการวิจัย

1. ความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ มีอะไรบ้าง
2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีลักษณะเป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสังเคราะห์ความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์
2. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ความสำคัญของการวิจัย

1. เป็นการพัฒนาเยาวชนไทยระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายให้มีความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอน การจัดการเรียนรู้ที่ชัดเจน และแต่ละขั้นตอนสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความ เป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้จริง
2. ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เป็นแนวทางสำหรับครูวิทยาศาสตร์ในการประยุกต์และนำรูปแบบ การจัดการเรียนรู้ ตัวอย่างกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ รวมถึงการวัดและประเมินผล ไปใช้เพื่อส่งเสริม เยาวชนให้มีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยได้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสานวิธี แบบ Exploratory Sequential (Creswell and Plano Clark, 2018) มีขอบเขตการวิจัย 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การสังเคราะห์ความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา
 - 1.1 ความหมายและความสำคัญของความเป็นพลเมือง
 - 1.2 ความหมายและความสำคัญของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์
 - 1.3 องค์ประกอบความเป็นพลเมืองที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
 - 1.4 คุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์
 - 1.5 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์
2. ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล
 - 2.1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเป็นพลเมืองทั้งในประเทศไทยและ ต่างประเทศ
 - 2.2 ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับนโยบายทางการศึกษาของประเทศไทย จำนวน 1 ท่าน
 - 2.3 ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นผู้นำองค์กรที่มีส่วนกำหนดหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับประเทศ จำนวน 1 ท่าน
 - 2.4 ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 2 ท่าน
 - 2.5 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน วิชยฐานะครูชำนาญการพิเศษ จำนวน 1 ท่าน
3. ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์

ระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริม ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

ในการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตรายละเอียด องค์ประกอบของรูปแบบ ประกอบด้วย หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ และเงื่อนไขในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น โดยนำทฤษฎีการเรียนรู้สรุคนิยม ทฤษฎีสรุคนิยมเชิงสังคม ทฤษฎีการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง แนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานมาใช้

2. ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

2.1 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 36 คน เข้าร่วมการทดลองนำร่อง

2.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

2.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน

2.4 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ จำนวน 2 ท่าน

2.5 ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 1 ท่าน

3. ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ขั้นที่ 2 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา คือ เนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2. ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

2.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรายวิชา วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 53 คน โดยเลือกแบบเฉพาะเจาะจง

3. ขอบเขตด้านตัวแปร

3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ หมายถึง บุคคลที่มีความรู้วิทยาศาสตร์ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ และเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานในการดำรงชีวิต และแสดงจุดยืนของตนเองในสังคมได้อย่างมีเหตุและผล ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ 7 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

องค์ประกอบที่ 1 ด้านบุคคล (Personal) หมายถึง บุคคลต้องมีความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์และความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมสมัย โดยมีตัวบ่งชี้ คือ ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบที่ 2 ด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม (Social interaction) หมายถึง บุคคลต้องทำงานร่วมกับผู้อื่น มีการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์และตัดสินใจบนพื้นฐานของความรู้วิทยาศาสตร์ ข้อมูล ข่าวสาร เพื่อแก้ปัญหาการอยู่ร่วมกันในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยมีตัวบ่งชี้ คือ ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจ

องค์ประกอบที่ 3 ด้านความตระหนักรู้ต่อสังคม (Social awareness) หมายถึง บุคคลจะต้องตระหนักในตนเองทั้งความคิด การตัดสินใจ และการปฏิบัติตนในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยมีตัวบ่งชี้ คือ การตระหนักในตัวบุคคล และการตระหนักต่อส่วนรวมตามหน้าที่ในสังคม

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หมายถึง แบบแผนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา มีการเปิดรับมุมมองที่กว้างขึ้น สามารถใช้ชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วได้อย่างมีความสุข ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้สรคินิยม ทฤษฎีสรคินิยมเชิงสังคม และทฤษฎีการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง โดยมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด

ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 3) รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4) การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ และ 5) เงื่อนไขในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 เผชิญหน้าประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นที่นักเรียนเผชิญหน้ากับสถานการณ์ในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในบริบทประเทศไทย และแสดงจุดยืนของตนเองจากความรู้เดิมในฐานะพลเมืองวิทยาศาสตร์ของสังคม

ขั้นที่ 2 การตรวจสอบผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องระบุผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสียจากสถานการณ์ในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ให้ครอบคลุมที่สุด และวิเคราะห์ว่าผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสียแต่ละกลุ่มแต่ละคนนั้นมีส่วนเกี่ยวข้องกับหรือได้รับผลกระทบอย่างไร

ขั้นที่ 3 การสำรวจและค้นหาทางเลือกของพลเมืองวิทยาศาสตร์ในมุมมองต่าง ๆ เป็นขั้นที่นักเรียนวางแผนและระบุความรู้วิทยาศาสตร์ แนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และแนวปฏิบัติภายใต้กฎหมายในสังคมที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในสังคมตามบทบาทผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสียที่ได้รับในระดับบุคคล ชุมชน ประเทศ และโลก หลังจากนั้นจะได้ลงมือสำรวจและค้นหาข้อมูลตามที่วางแผนไว้เพื่อใช้เป็นหลักฐานสนับสนุนจุดยืนจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย

ขั้นที่ 4 การรับรู้และพิจารณามุมมองที่แตกต่าง เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้โต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนโดยให้เหตุผลและเสนอหลักฐานสนับสนุนจุดยืนของบทบาทผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสียที่ได้รับ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลเพื่อให้เกิดความตระหนักว่าบทบาทของตนเองและผู้อื่นมีความสัมพันธ์กัน และส่งผลต่อสังคมในระดับต่าง ๆ โดยไม่ตัดสินว่าฝ่ายใดถูกหรือผิด

ขั้นที่ 5 การแสดงออกของการมีส่วนร่วมในสังคม เป็นขั้นที่นักเรียนตัดสินใจและลงข้อสรุปจุดยืนของตนเองในบทบาทพลเมืองวิทยาศาสตร์ซึ่งนักเรียนจะได้ไตร่ตรองและตระหนักในการตัดสินใจของตนเองถึงผลที่อาจจะเกิดขึ้นในระดับบุคคล ชุมชน ประเทศ และโลก หลังจากนั้นจะได้เสนอจุดยืนของตนเองเกี่ยวกับสถานการณ์ในสังคมให้คนในสังคมรับรู้ผ่านวิธีการที่ไม่ขัดต่อกฎหมาย

3. ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หมายถึง ผลการวัดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้แบบวัดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ หลังจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

4. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หมายถึง นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิษณุโลก อุตรดิตถ์



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. วิทยาศาสตร์ศึกษาเกี่ยวกับการส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์
 - 1.1 ความหมายและความสำคัญของความเป็นพลเมือง
 - 1.2 ความหมายและความสำคัญของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์
 - 1.3 การจัดการศึกษาเพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของไทยและต่างประเทศ
 - 1.4 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับการส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์
 - 1.5 แนวทางการจัดการเรียนรู้พันธุศาสตร์เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์
2. แนวทางการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้
 - 2.1 ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
 - 2.2 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
 - 2.3 ประเภทของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
 - 2.4 การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้
3. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 3.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 3.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. วิทยาศาสตร์ศึกษากับการส่งเสริมความเป็นพลเมือง

1.1 ความหมายและความสำคัญของความเป็นพลเมือง

1.1.1 ความหมายของความเป็นพลเมือง

พลเมือง นั้นถูกให้ความหมายไว้อย่างหลากหลาย โดยผู้วิจัยได้รวบรวมความหมาย และนิยามจากนักวิชาการและผู้ที่เกี่ยวข้องไว้ ดังต่อไปนี้

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2554) กล่าวว่า พลเมือง หมายถึง สมาชิกของ สังคมที่มีความรับผิดชอบและสามารถพึ่งพาตัวเองได้ เคารพสิทธิเสรีภาพและความแตกต่างของผู้อื่น แก้ปัญหาด้วยเหตุผล กระตือรือร้นที่จะร่วมรับผิดชอบและมีส่วนร่วมในการขับเคลื่อนสังคมทั้งใน ระดับครอบครัว ชุมชน ประเทศ และประชาคมโลก

ปริญญา เทวานฤมิตรกุล (2555) ระบุว่า พลเมืองในระบอบประชาธิปไตย หมายถึง พลเมืองที่มีอิสรภาพในการเลือกใช้ชีวิต และมีสิทธิเสรีภาพที่เสมอภาคกัน แต่ต้องควบคู่กับความ รับผิดชอบต่อตนเอง ผู้อื่น และสังคม

ชัยอนันต์ สมุทวณิช (2557) ให้ความหมายของพลเมือง คือ ผู้ที่มีความรู้ รับผิดชอบต่อข้อมูล ข่าวสาร และมีการแสดงความคิดเห็นที่มีส่วนร่วมกับสังคมในระบอบประชาธิปไตย และต้องเคารพ สิทธิและหน้าที่ของตนเองและผู้อื่น มีระเบียบวินัย ความรับผิดชอบ ความเสมอภาค เรียนรู้การอยู่ใน สังคม และดำรงตนตามกฎหมายเกณฑ์ในระบอบการปกครองของตน

ทิพย์พาพร ตันตีสุนทร (2557) ให้ความหมายของพลเมือง หมายถึง คนที่แสดง ความรับผิดชอบต่อตนเองและส่วนรวม มีความรู้ และมีส่วนร่วมในการช่วยตัดสินใจปัญหาสังคม ชุมชน และประเทศ นอกจากนี้ยังกล่าวถึง ประชาชน ว่าหมายถึง ผู้ที่ได้รับคำสั่ง ดังนั้น การ เปลี่ยนแปลงประชาชนให้กลายเป็นพลเมืองสามารถช่วยกำหนดทิศทางและการพัฒนาของประเทศได้

Marshall (2009) ระบุว่า ความเป็นพลเมือง คือ สถานะที่ถูกมอบให้กับสมาชิกของ ชุมชน ควบคู่กับสิทธิและหน้าที่ที่สมาชิกทุกคนในสังคมมีเท่าเทียมกัน โดยสิทธิและหน้าที่เหล่านั้น จะ ถูกสังคมแต่ละแห่งกำหนดขึ้น

Unesco (2015) ระบุว่า พลเมืองโลก หรือพลโลก หมายถึง บุคคลที่มีความรู้ลึก สำนึกร่วมเป็นส่วนหนึ่งในชุมชน ทั้งในระดับภาพกว้างและการเป็นส่วนหนึ่งของมนุษยชาติ

จากการศึกษาความหมายของคำว่า พลเมือง ผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายได้ว่า พลเมือง หมายถึง สมาชิกในสังคมที่มีความรับผิดชอบต่อตนเองและส่วนรวม เคารพสิทธิ เสรีภาพ ของตนเอง และความแตกต่างของผู้อื่น มีความรู้ที่ทำให้สามารถพึ่งพาตนเองได้ รวมถึงมี ความกระตือรือร้นในการร่วมรับผิดชอบและร่วมตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาส่วนรวมด้วยเหตุผลเพื่อเป็น พลังในการช่วยขับเคลื่อนสังคมต่อไป

1.1.2 ความสำคัญของความเป็นพลเมือง

ความเป็นพลเมืองนั้นมีความสำคัญต่อทิศทางการพัฒนาประเทศในด้านเศรษฐกิจ การเมืองการปกครอง สังคม วัฒนธรรม และประชากร เป็นอย่างมาก โดยผู้วิจัยได้รวบรวม ความสำคัญของความเป็นพลเมืองจากนักวิชาการและผู้ที่เกี่ยวข้องไว้ ดังต่อไปนี้

Center for Civic Education (2010) กล่าวว่า การศึกษาพลเมืองในประเทศ สหรัฐอเมริกานั้นเป็นสิ่งที่สำคัญ โดยผู้เรียนต้องมีความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่จำเป็นในการปฏิบัติ หน้าที่ของตนเอง และต้องได้รับสิทธิในการควบคุมรัฐบาล เพื่อพัฒนาตนเองเป็นพลเมืองที่มี ประสิทธิภาพ

ประเวศ วะสี (2552) กล่าวว่า การพัฒนาการศึกษาและการเรียนรู้เพื่อสร้างความเป็นพลเมืองและพลโลกที่ดีอย่างมีประสิทธิภาพมีความสำคัญมาก เนื่องจากหากมีการพัฒนาคนใน ด้านการจัดการศึกษา โดยมุ่งเน้นวิชา และเน้นแต่ให้คนเป็นคนเก่ง ส่งผลให้คนเห็นแก่ตัว ขาดความ ช่วยเหลือเกื้อกูล ขาดระเบียบวินัย ความรับผิดชอบ ไม่รู้จักหน้าที่ของพลเมืองทั้งหน้าที่ของการเป็น นักเรียน ครู ผู้บริหาร พ่อแม่ ผู้ปกครอง ประชาชน หรือความเป็นพลเมืองของสังคม ประเทศชาติและ สังคมโลกหรือความเป็นพลโลก ถ้าประชาชนไม่มีสำนึกในความเป็นพลเมืองจะส่งผลให้เกิดวิกฤติที่ รุนแรงมากต่อสังคมและเกิดปัญหาการอยู่ร่วมกันในด้านสังคมและวัฒนธรรม

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2554) ระบุว่า ความเป็นพลเมืองมีความสำคัญ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและกำหนดทิศทางประเทศ เนื่องจากหน้าที่สมาชิกของสังคมในระบบ ประชาธิปไตยสามารถรับผิดชอบและพึ่งพาตัวเองได้ รู้จักการเคารพสิทธิเสรีภาพของผู้อื่น เคารพ ความเสมอภาค กตัญญูในสังคม แก้ปัญหาด้วยเหตุผล ไม่ใช่ความรุนแรง ตระหนักว่าการกระทำของ ตนเองมีผลต่อสังคม และร่วมรับผิดชอบต่อสังคม กระตือรือร้นที่จะรับผิดชอบต่อหรือร่วมขับเคลื่อน สังคม รวมถึงการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาสังคม ตั้งแต่ระดับครอบครัว ชุมชน จนถึงระดับประเทศ และระดับโลก ล้วนส่งผลต่อระบบเศรษฐกิจและการพัฒนาประเทศไปในทิศทางที่ดี

การประชุมวิชาการ เรื่อง ความเป็นพลเมืองกับอนาคตประชาธิปไตยไทย (Citizenship and the Future of Thai Democracy, 2555) ได้สรุปในเอกสารประกอบการประชุม ว่า ความเป็นพลเมืองมีความสำคัญอย่างมากในการปกครองระบอบประชาธิปไตย เพราะคำว่า พลเมืองเป็นผู้มีส่วนร่วมในกิจการต่าง ๆ ที่มีอยู่ในรัฐ มีส่วนร่วมในการปฏิบัติงานจิตสาธารณะเห็นแก่ ประโยชน์ส่วนรวม มีความรับผิดชอบ ตระหนักถึงการร่วมรับผิดชอบ พลเมืองเป็นผู้ผลิตหรือผู้สร้าง และพร้อมเป็นผู้นำแห่งการเปลี่ยนแปลงในทุกกระดับ มีผลต่อการดำเนินไปของระบบการเมืองการ ปกครองในประเทศ

จากการศึกษาความสำคัญของความเป็นพลเมือง ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ความเป็นพลเมืองนั้นมีส่วนสำคัญในการพัฒนาสังคมให้เปลี่ยนไปในทิศทางที่ดีขึ้น โดยจะส่งผลต่อด้าน

เศรษฐกิจ การเมืองการปกครอง สังคม วัฒนธรรม และประชากรในประเทศ ให้สามารถอยู่ร่วมกันในสังคมที่มีความหลากหลายทางความคิดเห็นภายใต้กฎหมายหรือแนวปฏิบัติในสังคม และช่วยกันแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมของตนโดยไม่ใช้ความรุนแรง ส่งผลให้สังคมเกิดความสงบสุข

1.2 ความหมายและความสำคัญของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

1.2.1 ความหมายของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

พลเมืองวิทยาศาสตร์ นั้นยังไม่ถูกกล่าวถึงในวงกว้าง แต่มีนักวิทยาศาสตร์และผู้ที่เกี่ยวข้องได้กล่าวถึงคำว่าพลเมืองวิทยาศาสตร์ หรือ Scientific Citizenship ดังต่อไปนี้

Aihwa (1999) กล่าวว่า ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่ประชาชนมีความรู้วิทยาศาสตร์ สามารถประเมินการจัดการวิกฤติของรัฐบาลได้ และสามารถสร้างทางเลือกในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสมด้วยตนเอง

Petryna (2002) กล่าวว่า ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่พลเมืองมีความรู้และความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ และเรียกร้องสิทธิเพื่อให้ได้รับการช่วยเหลือจากรัฐบาล

Sternsdorff-Cisterna (2015) กล่าวว่า ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่บุคคลหนึ่งที่มีทักษะหรือความสามารถในการตรวจสอบหรือวิจารณ์การตอบสนองของรัฐบาลที่มีต่อคำถามต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสังคมเพื่อความปลอดภัยของอาหารและการตัดสินใจที่จะถอนตัวจากระบบเพื่อหาวิธีการปลอดภัยด้วยตนเอง

DePace (2020) กล่าวว่า พลเมืองวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่บุคคลหนึ่งได้เรียนรู้ในความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ฝึกฝนทักษะที่สำคัญ มีทัศนคติ และสร้างความสัมพันธ์กับคนในสังคม จะทำให้สามารถเข้าใจปัญหาในสังคมและกฎหมายได้

จากการศึกษาความหมายของคำว่า พลเมืองวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายได้ว่า พลเมืองวิทยาศาสตร์ หมายถึง บุคคลที่มีความรู้วิทยาศาสตร์ มีทักษะที่สำคัญสามารถร่วมแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นร่วมกับคนในสังคม และแสดงจุดยืนของตนเองในสังคมโดยเข้าใจปัญหาในสังคมและกฎหมายได้

1.2.2 ความสำคัญของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้รวบรวมความสำคัญของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์จากนักวิชาการและผู้ที่เกี่ยวข้องไว้ ดังต่อไปนี้

Aihwa (1999) กล่าวว่า ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์จะทำให้พลเมืองเป็นบุคคลที่มีทักษะที่เป็นที่สนใจของตลาดโลกและมีความสามารถในการกลั่นกรองกฎหมายหรือการทำงานของรัฐบาล ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ระหว่างประชาชนและรัฐ และประชาชนมีสิทธิ

เรียกร้องการแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์เพื่อสรุปว่ารัฐไม่สามารถพึ่งพาและป้องกันพลเมืองจากความเสี่ยงที่เกิดขึ้นได้

Petryna (2002) กล่าวว่า ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ มีความสำคัญต่อสุขภาพของประชาชนทั้งประเทศ โดยมองในแง่มุมมองของชีวภาพ และเรียกว่า ความเป็นพลเมืองทางชีวภาพ หรือ Biological Citizenship ซึ่งผู้ที่มีความเป็นพลเมืองทางชีวภาพ จะสามารถเรียกร้องสิทธิการได้รับความช่วยเหลือจากรัฐและเรียนรู้ที่จะเข้าใจปฏิกิริยาของร่างกายและการแสดงอาการที่เกี่ยวข้องกับการสัมผัสสารพิษ ซึ่งส่งผลต่อสุขภาพ

Sternsdorff-Cisterna (2015) กล่าวว่า ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ มีความสำคัญต่อคนรุ่นปัจจุบันและอนาคต ซึ่งต้องการให้พลเมืองนั้นมีความรู้วิทยาศาสตร์เพียงพอที่จะประเมินคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญและตัดสินใจหลีกเลี่ยงมาตรการของรัฐเพื่อปกป้องสุขภาพและชีวิตของคนรุ่นปัจจุบันและอนาคต

DePace (2020) กล่าวว่า ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์จะช่วยทำให้วิทยาศาสตร์ตอบสนองต่อสังคมมากขึ้น เกิดความรับผิดชอบ และช่วยลดช่องว่างระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม ส่งผลทำให้ครอบครัว ที่ทำงาน เพื่อนบ้าน เมือง และโลกดียิ่งขึ้น

จากการศึกษาความสำคัญของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์มีส่วนสำคัญในการพัฒนาสังคม โดยประชาชนจะมีส่วนร่วมในการพัฒนาและกำหนดทิศทางการประเทศ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจ และใช้ทักษะที่สำคัญในการมีส่วนร่วมกับสังคม นอกจากนี้ยังต้องสามารถเรียกร้องสิทธิที่ควรจะได้รับ และเสนอการแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดกับสุขภาพและชีวิตของประชาชนในอนาคตได้

1.3 การจัดการศึกษาเพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองของไทยและต่างประเทศ

การจัดการศึกษาเพื่อเสริมสร้างความเป็นพลเมืองนั้นมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายด้าน ซึ่งประกอบด้วย หลักสูตรในการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอน ผู้บริหาร ผู้เรียน ครอบครัว และชุมชน ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมปัจจัยต่าง ๆ ของแต่ละประเทศที่มีการส่งเสริมความเป็นพลเมืองสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายไว้ ดังต่อไปนี้

1.3.1 ด้านหลักสูตร

หลักสูตร ซึ่งเป็นมวลประสบการณ์ หรือแผนที่กำหนดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามความต้องการที่จะส่งเสริมผู้เรียนให้มีความเป็นพลเมือง ดังนั้นหลักสูตรจึงเปรียบเสมือนมันสมองของการจัดการศึกษาที่ฝ่ายจัดการศึกษาจะต้องนำหลักสูตรไปสู่การปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเป็นพลเมือง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในสังคม เศรษฐกิจ การเมืองการ

ปกครอง ประชากรและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนเทคโนโลยี (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2559) ดังนั้นการจัดการศึกษาของหลายประเทศจึงมีหลักสูตรสำหรับการจัดการศึกษาที่ส่งเสริมความเป็นพลเมืองดังต่อไปนี้

1.3.1.1 หลักสูตรกับการส่งเสริมความเป็นพลเมืองของต่างประเทศ

ประเทศฟินแลนด์ได้จัดทำหลักสูตรแกนกลางการศึกษาแห่งชาติ บนพื้นฐานของการเรียนรู้ของบุคคลและกระบวนการชุมชนในการสร้างทักษะและความรู้ ตามแนวคิดสรรคินิยมเชิงสังคม ซึ่งในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้มีการนำการศึกษาพลเมืองมาประยุกต์ใช้ผ่านรูปแบบข้ามหลักสูตร (Cross-Curricular Themes) โดยสอนทุกวิชาผ่านวัฒนธรรมของโรงเรียนและบูรณาการความเป็นพลเมืองเข้าไปในทุกวิชาที่จัดการเรียนการสอน ได้แก่ ประวัติศาสตร์ การศึกษาสิ่งแวดล้อมและธรรมชาติ สังคมศาสตร์ ภูมิศาสตร์ ศาสนา เศรษฐกิจบ้าน และการศึกษาสุขภาพ และสะท้อนถึงวิธีการและวัฒนธรรมการดำเนินการของโรงเรียนเพื่อให้เกิดการมีส่วนร่วมแบบตื่นรู้ในการเรียนรู้และกิจกรรมอื่น ๆ ในสิ่งแวดล้อมของโรงเรียน ทำให้ผู้เรียนเข้าถึงเหตุการณ์ปัจจุบันได้ (Chen, 2011; Kaihari, 2014; Tibbitts, 2015)

ประเทศสิงคโปร์ได้นำทฤษฎีสรรคินิยมประยุกต์ใช้ในการสอนคุณลักษณะและการศึกษาหน้าที่พลเมือง โดยยึดกระบวนการเป็นหลัก (Process-based learning) และเปลี่ยนการใช้คำถามในการจัดการเรียนรู้ จากอะไร (What) เป็นทำไม (Why) กับอย่างไร (How) เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทักษะ ค่านิยม และทัศนคติ ผ่านการปฏิบัติจริง และการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ (Ministry of Education, 2014)

ประเทศอังกฤษได้มีการจัดการเรียนรู้และประสบการณ์อื่น ๆ ให้นักเรียน เพื่อวางแผนสำหรับนักเรียนของตนเอง ประกอบด้วย 3 ส่วน ตามหลัก 3C คือ Curriculum (หลักสูตร) Culture (วัฒนธรรม) Community (ชุมชน) เพื่อเตรียมผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะ และความเข้าใจและตื่นรู้ในสังคม มีส่วนร่วมเป็นพลเมืองที่มีความรับผิดชอบต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในสังคม (Department for Education, 2014)

ประเทศสหรัฐอเมริกาได้ส่งเสริมการนำหลักสูตรระดับชาติมาสู่การปฏิบัติ โดยส่งเสริมความเป็นพลเมืองในสถานศึกษาขั้นพื้นฐานของสหรัฐอเมริกา ซึ่งทุกโรงเรียนจะใช้รายวิชาสังคมศึกษาเป็นแกนหลักโดยแนวคิดบูรณาการแบบสหวิทยาการกับรายวิชาอื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ศิลปะ ภาษาอังกฤษ เป็นต้น (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2561)

1.3.1.2 หลักสูตรกับความเป็นพลเมืองของไทย

ประเทศไทยให้ความสำคัญกับการส่งเสริมความเป็นพลเมืองมาโดยตลอด โดยการพัฒนาหลักสูตรพลเมืองเพื่อให้ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจ ทักษะ เจตคติและค่านิยมของความเป็นพลเมือง โดยชื่อที่ใช้เรียกหลักสูตรวิชาพลเมือง แตกต่างกันในแต่ละยุคสมัยก่อนการ

เปลี่ยนแปลงการปกครอง หลังการเปลี่ยนแปลงการปกครอง กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดสาระวิชาแกนที่สำคัญที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนรู้ คือ การปกครองและหน้าที่พลเมืองบนพื้นฐานด้านจิตสำนึกต่อโลก และความรู้พื้นฐานด้านพลเมือง ซึ่งถือเป็นเรื่องสำคัญที่ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกที่จัดการศึกษาควรต้องคำนึงถึง (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2559)

สาระการเรียนรู้ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกับความเป็นพลเมืองนั้น ได้บรรจุไว้ในหลักสูตรการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานมาโดยตลอด ซึ่งในหลักสูตรการจัดการศึกษา พ.ศ.2503 ใช้ชื่อว่า วิชาหน้าที่พลเมือง ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2544 และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 ได้ระบุไว้ในกลุ่มสาระวิชาสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรมในสาระวิชาหน้าที่พลเมือง วัฒนธรรมและการดำรงชีวิตในสังคม เป็นการเรียนรู้บทบาทของตนเองสำหรับการอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมประชาธิปไตย โดยมุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตามสภาพ บทบาท สิทธิเสรีภาพ หน้าที่ในฐานะพลเมืองดีตามวิถีประชาธิปไตย ซึ่งเป็นการศึกษาเพื่อสร้างความเป็นพลเมืองผ่านการสอนเนื้อหาเท่านั้น ตามที่งานวิจัยของ International Civic and Citizenship Education Study : ICCS ในปี 2553 กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในประเทศไทยเน้นที่ความรู้ของสิทธิและหน้าที่พลเมือง ในขณะที่ครูในต่างประเทศที่ประสบความสำเร็จในการจัดการศึกษาเพื่อสร้างความเป็นพลเมืองนั้น ให้ความสำคัญกับการสนับสนุนผู้เรียนในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแสดงออกอย่างเสรีของนักเรียน (Schulz, et al., 2010)

ในปัจจุบันประเทศไทยใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมพลเมือง โดยรายละเอียดมีดังต่อไปนี้

เป้าหมายของหลักสูตรในประเทศไทย

ปัจจุบันประเทศไทยใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ให้เป็นคนดี เป็นคนเก่ง มีความสุข รวมถึงพัฒนาคุณภาพด้านความรู้ และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง และแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต

วิสัยทัศน์ของหลักสูตรหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีวิสัยทัศน์มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบ

พระราชบัญญัติอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็น ต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ บน พื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

หลักการสำคัญของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

พุทธศักราช 2551

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและ มาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และ คุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับ การศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วม ในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตาม อุตสาหกรรมครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

จุดมุ่งหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

มีจุดมุ่งหมายพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพใน การศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมาย เพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้น พื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่นับถือ ยึดหลักปรัชญาของ เศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้อันเป็นสากลและมีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การ แก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่น ในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน ที่กำหนดไว้ 5 ประการ ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ที่กำหนดไว้ 8 คุณลักษณะ ได้แก่ รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ ซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ อยู่อย่างพอเพียง มุ่งมั่นในการทำงาน รักความเป็นไทย มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ในส่วนของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องและส่งเสริมความเป็นพลเมืองของผู้เรียนคือ 1) มีความรู้ความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ 2) เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ 3) มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี 4) ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน 5) นำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต 6) พัฒนาระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ และ 7) มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

รวมถึงในปัจจุบันประเทศไทยดำเนินการพัฒนาโรงเรียนมาตรฐานสากลขึ้น โดยเป็นมาตรการเร่งด่วนที่ต้องการพัฒนาคนให้มีความเป็นพลเมือง โดยรายละเอียดมีดังต่อไปนี้

หลักสูตรของโรงเรียนมาตรฐานสากล (World-Class Standard School)

ตั้งแต่ปลายปีพ.ศ. 2552 ได้มีการปรับเปลี่ยนแนวทางการจัดการศึกษาให้สามารถพัฒนาคนและสังคมไทยให้มีสมรรถนะในการแข่งขัน มีคุณภาพสูงขึ้น รู้จักเลือกที่จะรับกระแสของวัฒนธรรมต่างชาติ ปลุกจิตสำนึกและความภาคภูมิใจในความเป็นคนไทย รวมถึงการกระจายอำนาจสู่ท้องถิ่นในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนให้ทันต่อสภาวะการณ์โลก จึงได้เริ่มดำเนินการพัฒนาโรงเรียนมาตรฐานสากลขึ้น และมีโรงเรียนนำร่องซึ่งยังไม่ได้ใช้แนวทางนี้กับทุกโรงเรียน

โรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนตามมาตรฐานสากลมุ่งให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เทียบเคียงมาตรฐานสากลตามปฏิญญาว่าด้วยการจัดการศึกษาของ UNESCO ผู้เรียนมีศักยภาพเป็นพลเมืองโลก เพื่อต่อยอดคุณลักษณะที่พึงประสงค์ที่เป็นมาตรฐานชาติ

ได้ประกอบด้วย 1) คนเก่ง รู้สังคมไทย สังคมสากล มีความสามารถเฉพาะทางคิดสร้างสรรค์ ทันสมัย ทันเหตุการณ์ทันโลก ทันเทคโนโลยี แสวงหา และ เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง 2) คนดี ดำเนินชีวิตอย่างมี คุณภาพดี ทั้งจิตใจและพฤติกรรม มีวินัยต่อตนเองและสังคม ควบคุมตนเองได้อยู่ร่วมกับผู้อื่นได้ พัฒนาตนเองได้เต็มศักยภาพ และ 3) มีความสุข ร่างกายแข็งแรง ร่าเริงแจ่มใส จิตใจเข้มแข็ง มีความสุขในการเรียนรู้และการทำงาน

โรงเรียนมาตรฐานสากลมีเป้าหมายบรรลุวัตถุประสงค์โครงการ ตาม เจตนารมณ์ ดังนี้

1) ผู้เรียนได้รับการพัฒนาให้เป็นพลเมืองที่มีคุณภาพ เป็นคนดี เป็นคนเก่ง เป็นคนที่สามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณค่าและมีความสุข บนพื้นฐานของความเป็นไทยภายใต้บริบท สังคมโลกใหม่ รวมทั้งเพิ่มศักยภาพและความสามารถในระดับสูงด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ การสื่อสารเพื่อการพึ่งตนเองและเพื่อสมรรถนะในการแข่งขัน

2) โรงเรียนยกระดับคุณภาพสูงขึ้นสู่มาตรฐานสากล ผ่านการรับรอง มาตรฐานคุณภาพแห่งชาติ (Thailand Quality Award: TQA) เป็นโรงเรียนยุคใหม่ที่จัดการศึกษา แบบองค์รวมและบูรณาการเชื่อมโยงกับเศรษฐกิจสังคม วัฒนธรรม ศาสนา และการเมืองเพื่อพัฒนา ประเทศอย่างยั่งยืน

3) โรงเรียนพัฒนาหลักสูตร รูปแบบและวิธีการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ มุ่งเน้นความแตกต่างตามศักยภาพของผู้เรียนโดยคำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ มีสื่อ อุปกรณ์ เครื่องมือ สื่อนวัตกรรม เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่เหมาะสม และปรับประยุกต์ใช้ได้สมประโยชน์ ทันต่อการเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์โลก

4) ผู้บริหาร ครู ศึกษานิเทศก์ และบุคลากรทางการศึกษา ได้รับการพัฒนา ด้วยวิธีการที่เหมาะสมหลากหลายอย่างทั่วถึง ต่อเนื่อง

5) โรงเรียนมีภาคีเครือข่ายการจัดการเรียนรู้และร่วมพัฒนากับ สถานศึกษาระดับท้องถิ่น ระดับภูมิภาค ระดับประเทศ และระหว่างประเทศ

เป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนของโรงเรียนมาตรฐานสากล ได้แก่

1. เป็นเลิศทางวิชาการ หมายถึง นักเรียนโรงเรียนมาตรฐานสากล มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้สูง

2. สื่อสารสองภาษา หมายถึง นักเรียนโรงเรียนมาตรฐานสากล มีทักษะ และความสามารถด้านภาษา ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษสูง ในระดับเดียวกับนักเรียนของประเทศ ที่มีคุณภาพการศึกษาสูง ทั้งเพื่อการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ เพื่อการติดต่อสื่อสาร เพื่อการนำเสนอ ผลงาน เพื่อการโต้แย้งให้เหตุผล และเพื่อการเจรจาความร่วมมือ ทั้งด้านการฟัง การพูด การอ่าน

และการเขียน และนักเรียนโรงเรียนมาตรฐานสากล มีความสนใจเรียนวิชาภาษาต่างประเทศภาษาที่สองเพิ่มมากขึ้น

3. ล้ำหน้าทางความคิด หมายถึง นักเรียนโรงเรียนมาตรฐานสากลต้องมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creative Thinking) มีความคิดอย่างวิทยาศาสตร์ (Scientific Thinking) และมีความคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ (Critical Thinking) รวมถึงมีทักษะความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) ในการแก้ปัญหา และในการใช้ ICT เพื่อการเรียนรู้สูงในระดับเดียวกับนักเรียนของประเทศที่มีคุณภาพการศึกษาสูง

4. ผลิตงานอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง นักเรียนโรงเรียนมาตรฐานสากลมีทักษะความสามารถในการศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง (Independent Study) และมีความสามารถในผลิตผลงานด้านต่าง ๆ ด้วยตนเองอย่างมีคุณภาพสูง

5. ร่วมกันรับผิดชอบต่อสังคมโลก หมายถึง นักเรียนโรงเรียนมาตรฐานสากลเป็นผู้ที่มีจิตสาธารณะ มีสำนึกในการบริการสังคม มีความรับผิดชอบต่อสังคม และมีจิตสำนึกในการส่งเสริมพิทักษ์ และปกป้องสิ่งแวดล้อม ตลอดจนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิถีชีวิต ศิลปะ วัฒนธรรม และสถานภาพทางเศรษฐกิจสังคมและสิ่งแวดล้อมของประเทศต่าง ๆ โดยเฉพาะกลุ่มประเทศอาเซียนอยู่ในระดับสูง

กล่าวโดยสรุปคือ ในแต่ละประเทศได้มีการจัดทำหลักสูตรเพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองไว้แตกต่างกันตามบริบทของประเทศตนเอง ในประเทศสิงคโปร์ได้นำทฤษฎีสรคณิคมมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้หน้าที่พลเมือง ประเทศฟินแลนด์สอนความเป็นพลเมืองผ่านวัฒนธรรมของโรงเรียนตามทฤษฎีสรคณิคมเชิงสังคม ส่วนในประเทศไทยได้มีการจัดทำหลักสูตรโรงเรียนมาตรฐานสากลโดยเป้าหมายเพื่อต้องการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นพลเมืองที่มีคุณภาพ รวมทั้งเพิ่มศักยภาพและความสามารถในระดับสูงด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แต่ไม่ได้บังคับใช้ทุกโรงเรียน

1.3.2 ด้านครูผู้สอน

ครูผู้สอนในประเทศฟินแลนด์จะมีส่วนร่วมในการตัดสินใจในหลักสูตรท้องถิ่น จึงสามารถเลือกวิธีการ เนื้อหา วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง เพื่อสร้างสถานการณ์สำหรับการเรียนรู้อย่างมีปฏิสัมพันธ์ ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Eurydice, 2005; Ministry of Justice, 2007) ส่วนครูผู้สอนในประเทศสิงคโปร์ ทางรัฐบาลได้ให้อำนาจกับครูผู้สอนในการเลือกกลยุทธ์เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน (Ministry of Education, 2014) ส่วนครูผู้สอนในประเทศอังกฤษนั้นมีส่วนสำคัญในการจัดการศึกษาพลเมือง เพื่อให้ผู้เรียนมีความคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ (Burton, 2015) โดยครูยังทำงานเป็นทีมเพื่อวางแผนการสอนและใช้เนื้อหาและหลักสูตรที่สอน

เกี่ยวกับพลเมืองร่วมกัน และมีทักษะในการตั้งคำถามและแสดงความคิดเห็น รวมถึงต้องมีการระบุวัตถุประสงค์ของการศึกษาพลเมืองอย่างชัดเจนผ่านวิชาหลัก (OFSTED, 2013; Oxfam, 2015)

ในประเทศไทย ครูผู้สอนเป็นผู้เลือกวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ให้เกิดการลงมือปฏิบัติ รวมถึงเป็นแบบอย่างในการเป็นพลเมืองในประเทศ เนื่องจากต้องเข้าร่วมในกิจกรรมพลเมืองหลาย ๆ กิจกรรม เช่น การใช้สิทธิเลือกตั้ง การรณรงค์ในการรักษาสิ่งแวดล้อมในชุมชน โครงการตระหนักรู้และรณรงค์ และมีส่วนร่วมในกิจกรรมกีฬา เป็นต้น อีกทั้งยังต้องสร้างแรงบันดาลใจ อำนวยความสะดวก กระตุ้นให้ผู้เรียนคิด สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง จัดกิจกรรมภาคปฏิบัติ นำเสนอคำถามกว้าง ๆ แต่ลงลึกในรายละเอียดและจบด้วยการวิพากษ์วิจารณ์และตั้งประเด็นปัญหาให้คิดวิเคราะห์ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2559) อย่างไรก็ตามพบว่าผลการวิจัยของ ICCS ในปี 2553 สะท้อนว่า ครูในประเทศไทยควรจัดการเรียนการสอนที่สนับสนุนผู้เรียนได้พัฒนาทักษะของตนเองทั้งการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแสดงออกอย่างเสรี เช่นเดียวกับในประเทศที่มีประสบความสำเร็จด้านการจัดการศึกษาส่งเสริมความเป็นพลเมือง (Schulz, et al., 2010)

กล่าวสรุปได้ว่า ครูมีบทบาทสำคัญต่อการจัดการศึกษา โดยในการจัดการเรียนรู้ของครูเพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมือง ครูต้องมีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ ควบคู่กับการเป็นแบบอย่างที่ดี ปฏิบัติดี เคารพสิทธิหน้าที่ เคารพผู้อื่น ทำให้ผู้เรียนเห็นเป็นประจักษ์ โดยครูจะต้องเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมกับผู้เรียนใน ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อให้เกิดทักษะในการเรียนรู้และนำไปปฏิบัติใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3.3 ด้านผู้บริหาร ผู้เรียน ครอบครัวและชุมชน

ในประเทศฟินแลนด์การจัดทำหลักสูตรท้องถิ่นเป็นความร่วมมือกันระหว่างหน่วยงาน ทั้งผู้เรียน ครูผู้สอน ผู้บริหาร ชุมชน และครอบครัว โดยครอบครัวมีส่วนสำคัญมากในการมีส่วนร่วมออกแบบหลักสูตรสถานศึกษา (Kaihari, 2006) เช่นเดียวกับประเทศเยอรมนี ที่ผู้ปกครองมีส่วนร่วมในการเข้าประชุมเพื่อวางแผนและออกแบบกิจกรรมในโรงเรียน (Berndt, 2008)

ในประเทศสหรัฐอเมริกาผู้เรียนจะต้องมีส่วนร่วมในกิจกรรมในหลักสูตรไม่เป็นทางการ (Informal activities) ผู้เรียนจะมีแรงจูงใจในการเรียนรู้ และมีความสามารถในการเป็นผู้นำ ผ่านความสัมพันธ์กับโรงเรียนครอบครัว ชุมชน และองค์กรต่าง ๆ เพื่อเป็นเครื่องมือในการป้องกันพฤติกรรมเสี่ยงของผู้เรียน (Branson and Margaret, 1998)

ในประเทศอังกฤษผู้บริหารมีอิทธิพลต่อความคิดในการสร้างความเป็นพลเมืองเป็นอย่างมาก โดยวิสัยทัศน์จะถูกเปลี่ยนเป็นนโยบาย หลักสูตร และการวางแผนที่จะมีความร่วมมือจากครอบครัวและชุมชน ซึ่งจะมีการวางแผนที่ช่วยส่งเสริมให้เกิดความสนใจและมีส่วนร่วมในกิจกรรมห้องเรียนและกิจกรรมหลักสูตรพิเศษเพื่อพัฒนาความเป็นพลเมืองของผู้เรียน (OFSTED, 2013)

ในประเทศไทยผู้บริหารมีบทบาทสำคัญในการกำหนดนโยบายและยุทธศาสตร์การสร้างความเป็นพลเมือง ส่งเสริมการนำนโยบายไปสู่การปฏิบัติ กำกับ ติดตามและประเมินผลการปฏิบัติ และสร้างเครือข่ายในการประสานร่วมมือกับหน่วยงานต่าง ๆ และชุมชน อีกทั้งงานวิจัยของ ICCS ยังพบว่า ผู้เรียนในประเทศไทยมีความเป็นพลเมืองน้อย ซึ่งมีความเชื่อถือในรัฐบาล พรรคการเมือง และสื่อ ไม่เชื่อในความคิดเห็นของประชาชน (Frailon, Schulz and Ainley, 2012)

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าบทบาทของผู้บริหารนั้นสำคัญอย่างยิ่งในการส่งเสริมความเป็นพลเมือง ทั้งการกำหนดนโยบาย และการติดตามผล รวมถึงการเป็นต้นแบบในการเป็นพลเมือง ส่วนผู้เรียนนั้นเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในการจัดการเรียนรู้ จึงต้องมีการกำหนดจุดประสงค์หรือผลที่ต้องการจะให้เกิดกับผู้เรียนให้ชัดเจน ในขณะที่ครอบครัวก็ควรได้รับการพัฒนาและเตรียมความพร้อมในการเลี้ยงดูบุตรหลานให้มีเจตคติที่ดี เนื่องจากสถาบันครอบครัวเป็นสถาบันหลักของสังคมที่เล็กที่สุด แต่มีความสำคัญและมีอิทธิพลต่อเด็กและเยาวชนมากที่สุด และชุมชนก็มีความสำคัญต่อการจัดการศึกษา เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองผ่านกระบวนการมีส่วนร่วม ตลอดจนการเรียนรู้ตลอดชีวิตของคนในชุมชนที่จะดำรงวิถีประชาธิปไตยในชุมชนได้อย่างมีความสุข

1.4 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับการส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

1.4.1 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมือง

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองนั้นมีความสำคัญต่อทิศทางการพัฒนาประเทศเป็นอย่างมากทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม การเมือง การปกครอง สิ่งแวดล้อม ประชากร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยผู้วิจัยได้รวบรวมความสำคัญของความเป็นพลเมืองจากนักวิชาการและผู้ที่เกี่ยวข้องไว้ ดังต่อไปนี้

Berkowitz and Simmons (2003) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นมีความสำคัญต่อการส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ โดยหากประชาชนมีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะช่วยให้เข้าใจการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งในระดับบุคคลและสังคม ตระหนักถึงหน้าที่และความรับผิดชอบต่อการเปลี่ยนแปลงสังคม รวมถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น

Ratcliffe and Grace (2003) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สามารถสนับสนุนการส่งเสริมความเป็นพลเมืองให้เป็นไปตามจุดประสงค์ของรายวิชาพลเมืองศึกษาได้ เนื่องจากเป้าหมายของรายวิชาพลเมืองศึกษาและการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ศึกษานั้นสนับสนุนซึ่งกันและกัน จึงส่งผลต่อการพัฒนาสังคมให้ดียิ่งขึ้น

Roth and Désautels (2004) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นส่วนสำคัญและมีความจำเป็นต่อการส่งเสริมความเป็นพลเมือง เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีถูกใช้เป็นฐานในการพัฒนาประเทศ

Vesterinen, Tolppanen, and Aksela (2014) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาประชากรให้กลายเป็นพลเมืองที่สมบูรณ์ได้ เนื่องจากการเป็นพลเมืองที่สมบูรณ์จะต้องมีความรู้วิทยาศาสตร์ทักษะที่สำคัญ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา และตัดสินใจในประเด็นปัญหาที่อาจจะส่งผลกระทบต่อสังคมได้อีกด้วย

ชัยอนันต์ สมุทวณิช (2557) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ทำให้สมาชิกในสังคมมีคุณภาพ มีภูมิคุ้มกัน และสามารถตั้งรับกับวิกฤติและการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในยุคโลกาภิวัตน์ได้เป็นอย่างดี และหากกลุ่มบุคคลในสังคมนั้นไม่มีคุณลักษณะของพลเมือง คิดอย่างไม่มีเหตุและผล ไม่มีระเบียบวินัย ใช้เสรีภาพอย่างไม่ถูกต้อง อาจส่งผลกระทบต่อสังคมในระดับที่ใหญ่ขึ้นได้

จากการศึกษาความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมือง ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองนั้นมีความสำคัญและมีความจำเป็นต่อการส่งเสริมความเป็นพลเมือง ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของประชากรในประเทศ เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม การเมืองการปกครอง สิ่งแวดล้อม รวมถึงความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศ ซึ่งเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ศึกษาและพลเมืองศึกษานั้นสนับสนุนซึ่งกันและกัน กล่าวคือ หากผู้เรียนมีความเป็นพลเมืองจะสามารถคิดอย่างมีเหตุและผล มีระเบียบวินัย ใช้เสรีภาพอย่างถูกต้อง เข้าใจการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งในระดับบุคคลและสังคม ตระหนักถึงหน้าที่และความรับผิดชอบต่อการเปลี่ยนแปลงสังคม รวมถึงสามารถแก้ปัญหา คาดการณ์ถึงผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น และตัดสินใจในประเด็นปัญหาที่อาจส่งผลกระทบต่อสังคม จะทำให้ประเทศพัฒนามากขึ้นและพร้อมรับมือกับปัญหาและการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในยุคโลกาภิวัตน์ได้

1.4.2 องค์ประกอบความเป็นพลเมืองที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบของความเป็นพลเมืองนั้นถูกกำหนดไว้แตกต่างกันในแต่ละประเทศ และนักวิชาการทางการศึกษาแต่ละคน โดยผู้วิจัยได้รวบรวมองค์ประกอบของความเป็นพลเมืองไว้ดังต่อไปนี้

Kubow, Grossman, and Ninomiya (1998) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความเป็นพลโลกเพื่อเผชิญหน้ากับศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่

1. ด้านบุคคล (The Personal Dimension) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการเป็นพลโลกที่ดี ทั้งด้านความรู้ การคิดเชิงวิพากษ์
2. ด้านสังคม (The Social Dimension) หมายถึง ความเกี่ยวข้องของบุคคลกับกิจกรรมทางสังคม รวมถึงการดำเนินชีวิตและการทำงานร่วมกัน ซึ่งต้องมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นในบริบททางสังคมได้

3. ด้านบทบาทในสังคม (The Spatial Dimension) หมายถึง การตระหนักว่าตนเป็นสมาชิกของชุมชนหลายชุมชนที่ซ้อนทับกันอยู่ ทั้งระดับท้องถิ่น ภูมิภาค ประเทศ และนานาชาติ ต้องทำให้พลโลกข้ามพรมแดนของแต่ละประเทศ เพื่อร่วมมือกันแก้ปัญหาในระดับนานาชาติ

4. ด้านเวลา (The Temporal Dimension) หมายถึง การตระหนักถึงเหตุการณ์ของโลกและความสำคัญของทัศนคติและพฤติกรรมที่จะส่งผลต่อการพัฒนาโลกในอนาคต

Kekkonen (2007) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของความเป็นพลเมืองต้องมีการเรียนรู้ที่ครอบคลุมทุกส่วนของชีวิตในตลอดช่วงชีวิต มี 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1. ด้านความรู้ หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับสิทธิและหน้าที่พลเมือง และความรู้พื้นฐานในการดำรงชีวิต

2. ด้านทักษะ หมายถึง ทักษะการคิดและการตัดสินใจ รวมถึงทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิต

3. ด้านความสามารถที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในสังคม หมายถึง ความสามารถในการปรับตัว และการอาศัยอยู่กับผู้อื่นในสังคม

Ministry of education (2014) ประเทศสิงคโปร์ ได้จัดให้หลักสูตรคุณลักษณะและการศึกษาหน้าที่พลเมือง (Character and Citizenship Education: CCE) เป็นศูนย์กลางสำหรับสมรรถนะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งจะช่วยพัฒนานักเรียนให้มีความเป็นพลเมืองตั้งแต่ในโรงเรียนจนกระทั่งการทำงานในสายอาชีพที่แตกต่างกันในอนาคต มีองค์ประกอบ 4 ด้าน ได้แก่

1. ด้านความรู้ (Knowledge) หมายถึง ความรู้ที่ตนเองต้องมี และความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง

2. ด้านทักษะ (Skills) หมายถึง ทักษะในการเข้าใจตนเอง และทักษะที่สำคัญในการอาศัยอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคม

3. ด้านค่านิยม (Values) หมายถึง การเคารพในตัวเอง การยอมรับและรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง

4. ด้านเจตคติ (Attitudes) หมายถึง การเชื่อในความสามารถของตนเอง กล้าที่จะเผชิญหน้ากับความเปลี่ยนแปลงและความท้าทายที่เกิดขึ้น และการมองเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในโลกอย่างมีเหตุผล

Unesco (2015) กล่าวว่า เป้าหมายของ Global Citizenship Education (GCED) คือ การช่วยให้ผู้เรียนทุกวัย ได้มีบทบาทในการเผชิญหน้าและแก้ปัญหาความท้าทายระดับโลก และกลายเป็นผู้มีส่วนร่วมในการทำให้โลกสงบสุข และปลอดภัย โดย GCED นั้นมีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่

1. ความรู้ความเข้าใจ (The Cognitive) หมายถึง การเป็นผู้มีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถนำความรู้ไปใช้ตัดสินใจเกี่ยวกับปัญหาในระดับโลกและความเชื่อมโยงระหว่างกันของแต่ละประเทศและความแตกต่างของประชากร

2. ความรู้สึกทางสังคม (The Socio-Emotional) หมายถึง การมีความรู้สึกเป็นมนุษยชาติร่วมกัน มีค่านิยม ความรับผิดชอบ การเอาใจใส่ผู้อื่น ความสามัคคี และการเคารพในความแตกต่างและความหลากหลายของคนในสังคม

3. พฤติกรรม (The Behavioral) หมายถึง การแสดงออกอย่างรับผิดชอบต่อให้โลกสงบสุขและยั่งยืนทั้งในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก

Ruud (1997; EU, 2006 อ้างถึงใน European Union, 2016) กล่าวว่าพลเมืองของกลุ่มประเทศยุโรปต้องเพิ่มพูนความรู้ ทักษะด้านสังคม ด้านความรู้ และด้านเทคโนโลยี เจตคติและค่านิยม โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ความรู้และความเข้าใจ (Knowledge and Understanding) หมายถึง การเรียนรู้และการทำความเข้าใจในหัวข้อต่าง ๆ

2. ทักษะและเจตคติ (Skills and Attitudes) หมายถึง ทักษะการคิด การวิเคราะห์ ข้อมูล การแสดงความคิดเห็น การอภิปรายพร้อมให้เหตุผล การมีส่วนร่วมในการอภิปรายเจรจาข้อขัดแย้ง และการมีส่วนร่วมในชุมชน

3. ค่านิยมและปฏิกิริยาทางอารมณ์ (Values and Dispositions) หมายถึง ศักยภาพและเจตคติที่ดีต่อการเคารพในความยุติธรรม ความเป็นประชาธิปไตย กฎหมาย การเปิดกว้าง อดทน และความกล้าหาญในการปกป้องมุมมองของตนเอง รวมถึงควรมีการเน้นและพัฒนาเรื่องการรับฟังผู้อื่น การตั้งใจทำงาน และการยืนหยัดเพื่อผู้อื่นด้วย

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2548 อ้างถึงใน สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา 2559) ได้เสนอเกี่ยวกับคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของความเป็นพลเมืองดีของเยาวชนไทย 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความรู้ความเข้าใจ หมายถึง การทำความเข้าใจในหลักและระเบียบการปกครองประเทศและท้องถิ่น สิทธิหน้าที่ของตนเองและผู้อื่น การเมืองการปกครอง การเปลี่ยนแปลงทางสังคม และเทคโนโลยีสมัยใหม่

2. ด้านความคิดเห็นหรือเจตคติ หมายถึง เจตคติที่ดีต่อการมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางการเมือง การอยู่ร่วมกันอย่างเอื้ออาทร เห็นคุณค่าของวัฒนธรรมไทย วิถีชีวิต ค่านิยมของไทย ผดุงความเป็นชาติร่วมกับผู้อื่น

3. ด้านการปฏิบัติตน หมายถึง การปฏิบัติตนให้ถูกต้องสอดคล้องกับกฎหมาย กฎ ศีลธรรม กฎกติกาของชุมชนท้องถิ่น ประเทศชาติ หลักสิทธิหน้าที่พลเมือง ปฏิบัติตนให้เป็นประโยชน์ ต่อผู้อื่น จรรโลงความถูกต้อง ความเป็นระเบียบ และความดีงามของสังคม

ดังนั้นสรุปได้ว่าพลเมือง คือ ผู้ที่มีความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ เจตคติและค่านิยม มีพฤติกรรมหรือความประพฤติหรือที่ดีงาม มีความรับผิดชอบทั้งต่อตนเอง สังคม ประเทศชาติ โดยมี องค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่

1. ด้านบุคคล (The Personal) หมายถึง การมีความรู้ความเข้าใจ มีข้อมูลข่าวสารที่ ถูกต้อง มีความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์และเป็นระบบ

2. ด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม (The Social Interaction) หมายถึง การมีความสามารถ ในการทำงานร่วมกับผู้อื่นและตัดสินใจบนพื้นฐานของความรู้ ข้อมูล ข่าวสาร การดำรงชีวิต ความ ซำนาญ สามารถแก้ปัญหาการอยู่ร่วมกันในสังคม และประเทศชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ด้านการตระหนักถึงสถานการณ์ในสังคม (The Social Awareness) หมายถึง การตระหนักในการตัดสินใจของตนเองต่อสังคม ภายใต้วิถีประชาธิปไตย ยึดในคุณความดี มีศีลธรรมจริยธรรม พึ่งพาตนเองและเป็นที่ยังของบุคคลอื่นได้ คำนึงถึงการมีส่วนร่วมเคารพสิทธิของ ตนเองและผู้อื่น ยอมรับและเชื่อมั่นในวิถีที่แตกต่างทั้งเชื้อชาติ ศาสนา วัฒนธรรม เพศผิวพรรณ วรณะ และความเป็นมนุษย์ของกันและกัน

องค์ประกอบในแต่ละด้าน ผู้วิจัยได้รวบรวมองค์ประกอบความเป็นพลเมืองที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไว้ ดังต่อไปนี้

ด้านบุคคล (Personal) หมายถึง การที่แต่ละบุคคลมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง ในเนื้อหาที่ต้องนำไปใช้ตัดสินใจเกี่ยวกับปัญหาในระดับต่าง ๆ ได้ (Ruud, 1997 ; Blanco- Lopez, et al., 2014; Unesco, 2015; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2548) รวมถึงมีความคิดเชิง วิพากษ์ในการไตร่ตรองแก้ปัญหา (Ruud, 1997; Blanco-Lopez, et al., 2014; Ministry of education, 2014; Unesco, 2015; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2548) มีรายละเอียด ดังนี้

1. ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ (Basic Knowledge of Science)

ความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์นั้นเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเป็น พลเมืองที่จะใช้ในการตัดสินใจเกี่ยวกับการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ โดยความรู้ที่พลเมืองควรจะ มีควรเป็นความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมสมัย (Contemporary Science) และเข้าใจในเนื้อหาเรื่องนั้นจน สามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ (Osborne, 2000) โดยเนื้อหาที่ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจนั้นเป็น เนื้อหาที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน และกำหนดบรรทัดฐานร่วมสมัยในสังคม ได้แก่ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ และพันธุศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย เรื่อง

อาหารดัดแปลงพันธุกรรม พันธุวิศวกรรม และเทคโนโลยีดีเอ็นเอ (Willington, 2003; Davies, 2004; Blanco-Lopez et al., 2014; Unesco, 2015) เป็นต้น

โดยในงานวิจัยนี้เป็นการส่งเสริมความรู้พื้นฐานพันธุศาสตร์ ซึ่งเป็นความรู้ที่มีความสำคัญและใช้เป็นพื้นฐานในสาขาเทคโนโลยีชีวภาพ หรือการพัฒนาประเทศให้ก้าวหน้า ตามที่หนังสือ UNESCO Science Report: towards 2030 ได้กล่าวถึงความสำคัญของวิชาพันธุศาสตร์ต่อพลเมืองในอนาคต เนื่องจากวิชาพันธุศาสตร์นั้นเริ่มเข้ามามีบทบาทกับสุขภาพและความเป็นอยู่ของประชาชนมากขึ้น ทั้งเรื่อง ดัชนีวัดทางชีวภาพ (Biomarker) สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม (GMOs) เซลล์ต้นกำเนิด (Stem Cells) และยังกล่าวถึงการวางแผนรักษาผู้ป่วย และการปรับการรักษาตามสรีรวิทยา ชีวเคมี และพันธุศาสตร์ของตัวผู้ป่วยเอง (Unesco, 2015)

2. การคิดเชิงวิพากษ์ (Critical Thinking)

การคิดเชิงวิพากษ์เป็นทักษะที่สำคัญที่จะช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนเป็นพลเมืองที่สมบูรณ์มีการคิดไตร่ตรองก่อนการตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาได้ (Ten Dam and Volman, 2004)

Ten Dam and Volman (2004) ได้สรุปว่า การคิดเชิงวิพากษ์ เป็นการระบุประเด็นกลางและระบุข้อสันนิษฐานในข้อโต้แย้ง ตระหนักถึงความสัมพันธ์ที่สำคัญ อนุมานคำตอบที่ถูกต้องจากข้อมูล ลงข้อสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่ และตีความข้อสรุปบนข้อมูลพื้นฐานและประเมินหลักฐานหรืออำนาจ

Blanco-Lopez et al. (2014) กล่าวว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญที่พลเมืองควรมี คือ การอ้างอิงสิ่งที่สงสัย มีความสามารถในการสะท้อนและคิดวิเคราะห์ มีใจกว้าง มีความสามารถในการตั้งคำถาม และกำหนดมูลค่าข้อมูลจากสื่อหรืออินเทอร์เน็ต

European union (2016) ได้ระบุว่าองค์ประกอบด้านทักษะและเจตคติประกอบด้วย การคิดเชิงวิพากษ์ การวิเคราะห์ข้อมูล การแสดงความคิดเห็น การมีส่วนร่วมในการอภิปรายและโต้แย้ง การเจรจาต่อรอง การแก้ปัญหาคัดแย้ง และการมีส่วนร่วมในการดำเนินการของชุมชน

ด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม (Social interaction) หมายถึง การมีความสามารถในการตัดสินใจและโต้แย้งบนพื้นฐานของความรู้ ข้อมูล ข่าวสาร การดำรงชีวิต ความชำนาญ สามารถแก้ปัญหาการอยู่ร่วมกันในสังคม และประเทศชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Ruud, 1997 ; Ministry of education, 2014; Unesco, 2015 ; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2548) มีรายละเอียดดังนี้

1. การโต้แย้ง (Argumentation)

การโต้แย้งเป็นทักษะที่มีความจำเป็นในสังคมร่วมสมัย ซึ่งเป็นสังคมที่ต้องการประชาชนที่เข้าใจการทำงานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ทำให้ต้องมีส่วนร่วมในการสนทนาที่สำคัญเกี่ยวกับ

ปัญหาในสังคมและตัดสินใจในประเด็นที่ส่งผลต่อสังคมทั้งประเด็นทางการเมืองและศีลธรรมอันเกิดจากวิทยาศาสตร์ (Osborne, 2000)

Osborne (2000) ได้กล่าวถึง การพัฒนาวิทยาศาสตร์สมัยใหม่นั้น ต้องใช้ความสามารถของประชาชนในการโต้แย้ง โดยต้องพิจารณาข้อโต้แย้ง สร้างหลักฐานจากสมมติฐานลงข้อสรุปจากการสังเกตและความสัมพันธ์จากสาเหตุได้

Willington (2003) กล่าวว่า วิชาวิทยาศาสตร์สามารถใช้พัฒนาความเป็นพลเมืองให้กับผู้เรียนได้ โดยผู้เรียนจะเกิดการพัฒนาทักษะต่าง ๆ ได้แก่ การตัดสินใจจากข้อมูลหลักฐาน การคิดและประเมินความเสี่ยง การสืบค้นข้อมูล การซักถามแหล่งที่มาของข้อมูล การอภิปราย การสื่อสาร และการคิดเกี่ยวกับผลที่ตามมาจากพฤติกรรมของตนเอง โดยทักษะเหล่านี้จะช่วยปรับสมดุลคุณภาพชีวิตของประชาชนให้เหมาะสมกับเหตุการณ์ในปัจจุบัน

Blanco-Lopez et al. (2014) กล่าวว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญของพลเมืองคือ พลเมืองต้องสามารถตีความและอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่สนใจได้ วิเคราะห์และตีความผลลัพธ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ รู้วิธีการสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์และประเมินข้อมูลที่ได้รับมาได้ ใช้หลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งได้ เขียนแสดงความคิดเห็นเพื่อใช้ในการโต้แย้งได้ และมีทักษะการโต้แย้ง

Varis, et al. (2018) อธิบายว่า การสร้างประสบการณ์ให้ผู้เรียนโดยตรง เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นพลเมืองที่กระตือรือร้น กิจกรรมในการเรียนรู้จะต้องให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และอภิปรายประเด็นต่าง ๆ ร่วมกับผู้อื่น เพื่อรับรู้และพิจารณามุมมองที่แตกต่างระหว่างบุคคล

Bayram-Jacobs, Wieske, and Henze (2019) กล่าวว่า การส่งเสริมทักษะที่จำเป็นสำหรับพลเมืองในอนาคต ต้องทำให้ผู้เรียนได้เกิดประสบการณ์ในการพัฒนาการแสดงความคิดเห็นในความคิดที่แตกต่างด้วยเหตุผลร่วมกับผู้อื่น หรือการโต้แย้งเพื่อการตัดสินใจในประเด็นที่เป็นปัญหา จัดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายผลที่อาจเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจากปัญหานั้น ๆ และตระหนักถึงข้อดีหรือข้อเสียที่อาจเกิดขึ้นจากการตัดสินใจในครั้งนั้น

2. การตัดสินใจ (Decision Making)

การตัดสินใจจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นพลเมืองที่สมบูรณ์ขึ้นซึ่งเป็นผลมาจากการคิดไตร่ตรองในข้อมูลต่าง ๆ อย่างถี่ถ้วนแล้ว (Ratcliffe and Grace, 2003)

Ratcliffe and Grace (2003) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการตัดสินใจ ซึ่งประกอบด้วย ความสามารถในการตีความข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ การจัดการกับข้อมูลที่มีความขัดแย้งกันความสามารถในการรับรู้และพิจารณามุมมองที่แตกต่างกัน การคาดการณ์และชี้แนะนัก

ความน่าจะเป็นและความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้น การโต้แย้ง และการสนทนาและการสะท้อนคุณค่าของตนเอง

Barrue and Albe (2013) กล่าวว่า การพัฒนาความเป็นพลเมืองผ่านวิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียนจะต้องพัฒนาเป็นพลเมืองที่มีวิจารณญาณ (Critical Citizen) โดยต้องมีความสนใจในเทคโนโลยีใหม่ รู้จักการสร้างสังคม มีการตัดสินใจเกี่ยวกับการเมือง การตัดสินใจเชิงจริยธรรม และมีส่วนร่วมในการอภิปรายสาธารณะ นอกจากนี้ยังต้องพัฒนาทักษะการสืบค้นข้อมูล การประเมินข้อมูล การโต้แย้งและการคิดเชิงวิพากษ์ ซึ่งเป็นการคิดขั้นสูง ประกอบด้วย การมีส่วนร่วมในการอภิปรายสาธารณะ และการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างความคิดเห็นที่แตกต่างได้

ด้านการตระหนักถึงสถานการณ์ในสังคม (Social awareness) หมายถึง การเป็นผู้ดำรงและยึดมั่นในวิถีประชาธิปไตย ยึดมั่นคุณความดี มีศีลธรรมจริยธรรม พึ่งพาตนเองและเป็นที่พึ่งของบุคคลอื่นได้ คำนึงถึงการมีส่วนร่วมเคารพสิทธิของตนเองและผู้อื่น ยอมรับและเชื่อมั่นในวิถีที่แตกต่างและความเป็นมนุษย์ของกันและกัน (Ruud, 1997 ; Ministry of education, 2014; Unesco, 2015 ; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2548) มีรายละเอียด ดังนี้

Osborne (2000) กล่าวว่า พลเมืองวิทยาศาสตร์นั้นต้องมีการสำรวจข้อมูลเชิงจริยธรรม และรู้คุณค่าของวิทยาศาสตร์

Eurydice (2012) กล่าวว่า ผู้เรียนควรได้รับการส่งเสริมการเป็นพลเมืองที่โรงเรียน เรื่อง การเคารพและเข้าใจซึ่งกันและกัน และฝึกให้เกิดความรับผิดชอบต่อสังคม มีศีลธรรม และมีความเป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกันกับผู้อื่น

European Union (2016) กล่าวว่า การจัดการศึกษาเพื่อการพัฒนาความเป็นพลเมืองควรส่งเสริมศักยภาพและทัศนคติในเรื่อง การเคารพความยุติธรรม ความเป็นประชาธิปไตย และกฎหมายในประเทศ การเป็นคนเปิดกว้าง การเป็นคนมีความอดทน กล้าหาญในการปกป้องมุมมองของตนเอง เต็มใจรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น และเต็มใจทำงานและยืนหยัดเพื่อผู้อื่น

Blanco-Lopez et al. (2014) กล่าวว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญของพลเมืองคือ พลเมืองต้องมีความรับผิดชอบต่อส่วนบุคคล มีจริยธรรมที่พลเมืองพึงจะมี และมีใจที่เปิดกว้าง สามารถทำงานร่วมกับเพื่อนร่วมงานหรือทำงานเป็นทีมได้

จากการศึกษาแนวคิด เอกสาร งานวิจัยของนักวิชาการหลายท่านจะเห็นได้ว่า องค์ประกอบของความเป็นพลเมืองของนักวิชาการแต่ละท่านมีความสอดคล้องใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นจึงสามารถสรุปรายละเอียดขององค์ประกอบความเป็นพลเมืองได้ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 การสังเคราะห์คุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์จากการวิเคราะห์เอกสาร

คุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง กับความเป็นพลเมือง	Osborne (2000)	Ratcliffe and Grace (2003)	Wellington (2003)	Davies (2004)	Ten Dam and Volman (2004)	Eurydice (2012)	Barre and Albe (2013)	Blanco-Lopez et al. (2014)	European union (2016)	Varis et al. (2018)	Bayram-Jacobs et al. (2019)
ด้านบุคคล (Personal)											
1. ความรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ (พันธุศาสตร์) (Basic Knowledge of Science (genetics))	✓		✓	✓				✓			
2. การคิดเชิงวิพากษ์ (Critical Thinking)											
2.1 การอ้างอิง สิ่งที่สงสัย								✓			
2.2 การทำ ความเข้าใจกับมุมมองที่ แตกต่างกัน		✓					✓	✓	✓	✓	✓
2.3 การระบุ ประเด็นกลางและระบุข้อ สันนิษฐานในสิ่งที่สงสัย	✓				✓			✓			
2.4 การตั้ง คำถาม								✓			

คุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง กับความเป็นพลเมือง	Osborne (2000)	Ratcliffe and Grace (2003)	Wellington (2003)	Davies (2004)	Ten Dam and Volman (2004)	Eurydice (2012)	Barrue and Albe (2013)	Blanco-Lopez et al. (2014)	European union (2016)	Varis et al. (2018)	Bayram-Jacobs et al. (2019)
2.5 การ ตระหนักถึงความสัมพันธ์ ที่สำคัญ					✓						
2.6 การ อนุมานคำตอบที่ถูกต้อง จากข้อมูล	✓				✓						
2.7 การลง ข้อสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่	✓				✓						
2.8 การตีความ ข้อสรุปบนข้อมูลพื้นฐาน		✓	✓		✓				✓		
2.9 การ ประเมินหลักฐานที่มีส่วน เกี่ยวข้อง					✓			✓			
ด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม (Social Interaction)											
1. การโต้แย้ง (Argumentation)											
1.1 การสืบค้น ข้อมูลที่เชื่อถือได้	✓		✓				✓	✓			

คุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง กับความเป็นพลเมือง	Osborne (2000)	Ratcliffe and Grace (2003)	Wellington (2003)	Davies (2004)	Ten Dam and Volman (2004)	Eurydice (2012)	Barrue and Albe (2013)	Blanco-Lopez et al. (2014)	European union (2016)	Varis et al. (2018)	Bayram-Jacobs et al. (2019)
1.2 การวิเคราะห์และตีความข้อมูล	✓	✓						✓	✓		
1.3 การจัดการกับข้อมูลที่ขัดแย้งกัน	✓										✓
1.4 การสอบถามแหล่งที่มาของข้อมูล			✓								
1.5 การอภิปราย	✓	✓	✓				✓		✓	✓	✓
1.6 การสนทนาและการสะท้อนคุณค่าของตนเอง	✓	✓									
1.7 การแสดงความคิดเห็น	✓		✓					✓	✓		✓
1.8 การเจรจาต่อรอง								✓	✓		✓
1.9 การใช้หลักฐานสนับสนุนการโต้แย้ง								✓			

คุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง กับความเป็นพลเมือง	Osborne (2000)	Ratcliffe and Grace (2003)	Wellington (2003)	Davies (2004)	Ten Dam and Volman (2004)	Eurydice (2012)	Barrue and Albe (2013)	Blanco-Lopez et al. (2014)	European union (2016)	Varis et al. (2018)	Bayram-Jacobs et al. (2019)
2.3 การรับรู้ และพิจารณามุมมองที่ แตกต่างกัน		✓								✓	✓
2.4 การ คาดการณ์และชั่งน้ำหนัก ความน่าจะเป็นของความ เสี่ยงที่จะเกิดขึ้น		✓	✓								✓
2.5 การ สนทนาและการสะท้อน คุณค่าของตนเอง		✓	✓								
ด้านการตระหนักถึงสถานการณ์ในสังคม (Social Awareness)											
1. การมีจริยธรรม		✓								✓	
2. การมีศีลธรรม						✓					
3. การมีความ รับผิดชอบส่วนบุคคล									✓		
4. การมองเห็นคุณค่า ของวิทยาศาสตร์	✓										
5. การเคารพและเข้าใจ ซึ่งกันและกัน						✓		✓	✓		
6. การมีความ รับผิดชอบต่อสังคม						✓					

คุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง กับความเป็นพลเมือง	Osborne (2000)	Ratcliffe and Grace (2003)	Wellington (2003)	Davies (2004)	Ten Dam and Volman (2004)	Eurydice (2012)	Barrue and Albe (2013)	Blanco-Lopez et al. (2014)	European union (2016)	Varis et al. (2018)	Bayram-Jacobs et al. (2019)
7. การมีความเป็นน้ำ หนึ่งใจเดียวกันกับผู้อื่น						✓			✓		
8. การเคารพ ประชาธิปไตยและ กฎหมายในประเทศ									✓		
9. การมีใจเปิดกว้าง								✓	✓		
10. การมีความกล้า หาญปกป้องมุมมองของ ตนเอง									✓		
11. การเต็มใจรับฟัง ความคิดเห็นผู้อื่น								✓	✓		

จากงานวิจัยที่ได้ศึกษาข้างต้นผู้วิจัยได้จัดกลุ่มองค์ประกอบของความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์ และสรุปเป็นองค์ประกอบของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ด้าน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ด้านบุคคล (Personal) หมายถึง การมีความรู้ความเข้าใจ มีข้อมูลข่าวสารที่ถูกต้อง มีความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์และเป็นระบบ ประกอบด้วย

1.1 ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ (Basic Knowledge of Science) คือ ความรู้ วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการค้นพบทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ และสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน ได้แก่ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีชีวภาพ ได้แก่ เรื่อง การปลูกพืชตัดแปรพันธุกรรม (GMOs) การบำบัดด้วยยีน (Gene Therapy) การจัดทำฐานข้อมูลสารพันธุกรรม (DNA Database) และการปรับแต่งจีโนม (Genome Editing) เป็นต้น

1.2 การคิดเชิงวิพากษ์ คือ การที่ผู้เรียนสามารถอ้างอิงสิ่งที่สงสัย ทำความเข้าใจ กับมุมมองที่แตกต่างกัน ระบุประเด็นกลางและระบุข้อสันนิษฐานในการโต้เถียง การตั้งคำถาม

ตระหนักถึงความสัมพันธ์ที่สำคัญ อนุমানคำตอบที่ถูกต้องจากข้อมูล ลงข้อสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่
ตีความข้อสรุปบนข้อมูลพื้นฐาน และประเมินหลักฐานหรืออำนาจที่มีส่วนเกี่ยวข้องได้

2. ด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม (Social Interaction) หมายถึง การมีความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นและตัดสินใจบนพื้นฐานของความรู้ ข้อมูล ข่าวสาร การดำรงชีวิต ความชำนาญ สามารถแก้ปัญหาการอยู่ร่วมกันในสังคม และประเทศชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย 2 ทักษะ ได้แก่

2.1 การโต้แย้ง คือ การที่ผู้เรียนสามารถสืบค้นข้อมูลที่เชื่อถือ วิเคราะห์และการตีความข้อมูล จัดการกับข้อมูลที่ขัดแย้งกัน สอบถามแหล่งที่มาของข้อมูล อภิปราย สนทนาและสะท้อนคุณค่าของตนเอง แสดงความคิดเห็น เจรจาต่อรอง ใช้หลักฐานสนับสนุนการโต้แย้ง รับรู้และพิจารณามุมมองที่แตกต่างกัน มีส่วนร่วมในสังคม จัดกระทำกับข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ ประเมินความเสี่ยงและประโยชน์ที่เกิดขึ้น และรายงานผลโดยใช้สื่อได้

2.2 การตัดสินใจ คือ การที่ผู้เรียนสามารถตีความข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ จัดการกับข้อมูลที่มีความขัดแย้งกัน รับรู้และพิจารณามุมมองที่แตกต่างกัน คาดการณ์และชี้แนะให้นักความน่าจะเป็นของความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้น สนทนาและการสะท้อนคุณค่าของตนเองได้

3. ด้านการตระหนักถึงสถานการณ์ในสังคม (Social Awareness) หมายถึง การตระหนักในการตัดสินใจของตนเองต่อสังคม ภายใต้วิถีประชาธิปไตย ยึดในคุณความดี มีศีลธรรม จริยธรรม พึ่งพาตนเองและเป็นที่ยอมรับของบุคคลอื่นได้ คำนึงถึงการมีส่วนร่วมเคารพสิทธิของตนเองและผู้อื่น ยอมรับและเชื่อมั่นในวิถีที่แตกต่างทั้งเชื้อชาติ ศาสนา วัฒนธรรม เพศผิวพรรณ วรณะ และความเป็นมนุษย์ของกันและกัน ประกอบด้วย การมีจริยธรรม การมีศีลธรรม การมีความรับผิดชอบส่วนบุคคล การมองเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ การเคารพประชาธิปไตยและกฎหมายในประเทศ การมีใจเปิดกว้าง การมีความกล้าหาญปกป้องมุมมองของตนเอง การเคารพและเข้าใจซึ่งกันและกัน การมีความรับผิดชอบต่อสังคม การมีความเป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกันกับผู้อื่น และการเต็มใจรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น

1.5 แนวการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ร่วมสมัยเพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

1.5.1 หลักสูตรการจัดการศึกษาของไทยที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เน้นจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ผ่านการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) และสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science) โดยต้องการให้ผู้เรียนใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กับการพัฒนาและฝึกฝนทักษะที่

จำเป็น เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยได้กำหนดเป้าหมายของวิชาวิทยาศาสตร์ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ไว้ดังต่อไปนี้

มาตรฐานการเรียนรู้ของ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดชั้นปีที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีดังนี้

ว1.3 ม.4/5 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

ดังนั้น ว1.3 ม.4/5 จึงเป็นตัวชี้วัดชั้นปีที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในสาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ซึ่งเป็นรายวิชาพื้นฐานที่ทุกโรงเรียนต้องจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนและครอบคลุมเนื้อหาทางพันธุศาสตร์ที่สามารถใช้ส่งเสริมความเป็นพลเมืองของผู้เรียนได้ ได้แก่ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สอดคล้องกับที่ทางยูเนสโกกล่าวถึงเนื้อหาวิชาพันธุศาสตร์ที่สำคัญและมีบทบาทต่อพลเมืองในอนาคต (Unesco, 2015)

1.5.2 ทฤษฎีการเรียนรู้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนแนวทางการจัดการเรียนรู้พันธุศาสตร์เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองของนักเรียน มีดังต่อไปนี้

1.5.2.1 ทฤษฎีสรคินิยม (Constructivist theory)

มีนักการศึกษาของไทยใช้คำศัพท์ที่หมายถึงทฤษฎีสรคินิยมไว้หลายคำ ได้แก่ ทฤษฎีสรคินิยมความรู้ ทฤษฎีสรคินิยม ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า ทฤษฎีสรคินิยม ตามพจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ (2558) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ทฤษฎีสรคินิยม คือ ทฤษฎีที่มีความเชื่อว่าผู้เรียนสามารถสรคินิยมความรู้ของตนเองจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นทฤษฎีทางการศึกษาที่เปลี่ยนจากรูปแบบการศึกษาที่อยู่บนพื้นฐานตามทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) ที่เน้นในเรื่องเชาวน์ปัญญา จุดประสงค์ ระดับความรู้ และการให้แรงเสริม มาเป็นรูปแบบการจัดการศึกษาที่เน้นทฤษฎีความรู้ ความคิด (Cognitive theory) ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีสรคินิยม (Gagnon and Collay, 2001)

ทฤษฎีสรณคณยมมุ่งเน้นการสร้างความรู้ใหม่ของแต่ละบุคคล ซึ่งการเรียนรู้ นั้นเกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน โดยผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ และเชื่อมโยงประการณเดอมกับประสการณ ใหม่อย่างมเหตุผล เพื่อสร้างเป็นโครงสร้างเชิงปัญญา (Cognitive Structure) หรือสกีมา (Schema) โครงสร้างทางปัญหานี้ ประกอบด้วย ความหมายหรือความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่แต่ละบุคคลประสพบ เจอมา อาจเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ของแต่ละบุคคล โดยมี จัน เพียเจต์ (Jean Piaget) ได้ อธิบายแนวคตสรณคณยมเชิงปัญญา (Cognitive Constructivism) เพื่อทำความเข้าใจว่าผู้เรียนจะมีการพัฒนาความสามารถทางการรู้คตหรือเชาว์ปัญญา ไปตามลำดับ ไม่สามารถจะเข้าใจสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เมื่อมีอายุแตกต่างกันได้ ซึ่งพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลจะมีการปรับตัวผ่านกระบวนการดูดซึม (Assimilation) และปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) โดยพัฒนาการจะเกิด เมื่อมีการดูดซึมข้อมูลหรือประสการณใหม่แล้วสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ ก่อน แต่หากไม่สัมพันธ์กันจะเกิดภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium) หลังจากนั้นจะเกิดการพยายาม ปรับให้เข้าสู่ภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (วัฒนาพร ระงับทุกข์, 2541) ซึ่งเป้าหมายของการสอนตามทฤษฎีสรณคณยมจะสนับสนุนการสร้างมากกว่าการ ถ่ายทอดความรู้ ดังนั้น จึงมุ่งเน้นการสร้างความรู้ใหม่ของแต่ละบุคคล ในการจัดการเรียนรู้จะมุ่งเน้น ให้ผู้เรียนลงมือกระทำในการสร้างความรู้ (Duffy and Cunningham, 1996) จะเห็นได้ว่าการ เรียนรู้ในมุมมองของกลุ่มทฤษฎีสรณคณยม เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนสร้างความรู้ขึ้นภายในอย่างมี ความหมาย โดยการตีความหมายจะแตกต่างกันตามประสการณของแต่ละคนมีอยู่ เป็นกระบวนการ ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง (Bednar, et al., 1995)

จากการศึกษาเอกสารของ Ministry of Education (2014) พบว่า ประเทศสิงคโปร์ได้มีการนำทฤษฎีทฤษฎีสรณคณยมมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้หน้าที่พลเมือง เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทักษะ ค่านิยม และทัศนคต ด้วยตนเอง โดยมีการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ เชื่อมโยงประการณเดอมกับประสการณใหม่ อย่างมเหตุผล เพื่อสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญาผ่านการปฏิบัติจริง และการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนจัดขึ้นในห้องเรียน

1.5.2.2 ทฤษฎีสรณคณยมเชิงสังคม (Social Constructivist theory)

จากการศึกษางานวิจัยพบว่านักการศึกษาหลายท่าน กล่าวถึงการส่งเสริม ความเป็นพลเมืองผ่านวิชาวิทยาศาสตร์ ต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดประสการณผ่านการ สร้างสังคม เข้าร่วมสังคม และได้รับประสการณโดยตรงจากการเข้าร่วมการโต้แย้ง อภิปราย และมีส่วนร่วมในการตัดสินใจประเด็นปัญหาในห้องเรียน (Osborne, 2000; Ratcliffe and Grace, 2003; Willington, 2003; Ten Dam and Volman, 2004; Barrue and Albe, 2013; Varis et

al., 2018; Bayram-Jacobs et al., 2019) ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะใช้ทฤษฎีนี้มาสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ทฤษฎีสรณินิยมเชิงสังคม คือ ทฤษฎีที่มีความเชื่อว่าปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาด้านปัญญา ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคม โดยมนุษย์จะรับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่เกิด ทั้งสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทางสังคม ได้แก่ วัฒนธรรมที่แตกต่างกันในแต่ละสังคม นอกจากนี้ภาษาในแต่ละสังคมยังเป็นเครื่องมือสำคัญของการคิดและพัฒนาปัญญาขั้นสูง พัฒนาการทางภาษาและทางความคิดของเด็กเริ่มด้วยการพัฒนาที่แยกจากกัน แต่เมื่ออายุมากขึ้นทั้งสองด้านจะมีการพัฒนาไปร่วมกัน เน้นความสำคัญของความแตกต่างระหว่างบุคคล และการให้ความช่วยเหลือผู้เรียนเพื่อให้ก้าวหน้าจากระดับพัฒนาการที่เป็นอยู่ไปถึงระดับพัฒนาการที่เด็กมีศักยภาพจะไปถึงได้ (Vygotsky, 1978)

แนวคิดสำคัญของทฤษฎีสรณินิยมเชิงสังคม คือ การจัดการเรียนรู้จะต้องคำนึงถึงระดับพัฒนาการ 2 ระดับ คือ ระดับพัฒนาการที่เป็นจริงและระดับพัฒนาการที่สามารถจะเป็นไปได้ ระยะห่างระหว่างสองระดับนี้ เรียกว่า พื้นที่รอยต่อพัฒนาการ จึงได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับ Zone of proximal development (ZPD) ว่าเป็นระยะห่างระหว่างระดับพัฒนาการทางปัญญาที่แท้จริง ที่พิจารณาจากบุคคลหนึ่งสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง และระดับศักยภาพของการพัฒนา ซึ่งเป็นความแตกต่างกันระหว่างบุคคล (Vygotsky, 1978) แนวคิดนี้ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่จะต้องนำหน้าระดับพัฒนาการเสมอ ซึ่งการเรียนรู้ของผู้เรียนควรจัดให้มีบริบทที่มีความหมายและไม่แยกออกจากการเรียนรู้ และควรมีการจัดบริบทพัฒนามาจากสภาพชีวิตจริงนอกโรงเรียน (McLellan, 1996) เพื่อนักเรียนจะได้เชื่อมโยงประสบการณ์ในโรงเรียนไปสู่ นอกโรงเรียนได้

ประเทศฟินแลนด์มีการเปลี่ยนแปลงการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสรณินิยมเชิงสังคม บนพื้นฐานของการเรียนรู้ของบุคคล และกระบวนการชุมชน โดยมีแนวคิดว่าการเรียนรู้เป็นผลจากกิจกรรมที่มีความหมาย ผู้เรียนจะประมวลผลและแปลความหมายจากสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ และวิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น การเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง และการมีส่วนร่วมในชุมชน เป็นต้น (Tibbitts, 2015)

1.5.2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง (Transformative Learning theory)

การเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลงนั้นถูกให้ความหมายไว้อย่างหลากหลาย โดยผู้วิจัยได้รวบรวมความหมายและนิยามจากนักวิชาการและผู้ที่เกี่ยวข้องไว้ ดังต่อไปนี้

Meziow (2003) กล่าวว่า การเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง เป็นการเรียนรู้ที่เปลี่ยนกรอบการอ้างอิง (Frame of Reference) ที่ยังไม่ชัดเจน ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง ได้แก่ ชุดความเชื่อสมมติฐาน และความคาดหวังที่ตายตัว นำไปสู่กรอบการอ้างอิงที่

ใหญ่ขึ้น สามารถแยกแยะความแตกต่าง เปิดรับ สะท้อน และนำเสนอความรู้สึกนึกคิดได้มากขึ้น รวมถึงยังสามารถรับการเปลี่ยนแปลงได้มากขึ้น โดยมีกรอบอ้างอิง 2 มิติ คือ มิติที่ 1 แบบแผนความคิดที่เป็นความเคยชิน (Habits of Mind) ซึ่งเป็นชุดข้อสรุปในใจของแต่ละบุคคล ที่ได้ตั้งข้อสรุปไว้อย่างกว้าง ตามภูมิหลังและการรับรู้ของแต่ละบุคคล และมิติที่ 2 นิสัยของจิตใจ ได้แก่ ชุดของความหมายต่าง ๆ (Meaning Scheme) เช่น ความเชื่อ ความรู้สึก ความคาดหวัง ความคิด การตัดสินใจ ในเรื่องที่มีความจำเพาะ

ชลลดา ทองทวี และคณะ (2551) กล่าวว่า การเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลงเป็นการเรียนรู้เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะภายในของผู้เรียน บนฐานการเปลี่ยนแปลงมุมมองต่อโลกและชีวิต โดยอาศัยการวิพากษ์เชิงเหตุผล และการใคร่ครวญภายในตนเอง หรือการใคร่ครวญผ่านญาณทัศนะ อารมณ์ หรือสิ่งที่เหนือเหตุผล เพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค์ตนเองในระดับจิตใหม่ และการขยายจิตสำนึกสู่การยอมรับความจริง

ธนา นิลชัยโกวิท และอดิสร จันทรสุข (2552) กล่าวว่า การเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลงเป็นการเรียนรู้เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างลึกซึ้ง ซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดการตระหนักรู้ต่อโลกและเกิดการพัฒนาเป็นคนที่สมบูรณ์ รวมถึงการสร้างปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อสิ่งรอบตัว ซึ่งประกอบด้วยความคิด ความรู้สึก ความเชื่อ และทัศนคติ รวมถึงพฤติกรรมในชีวิตประจำวัน

วิจารณ์ พานิช (2558) กล่าวว่า การเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลงเป็นการเปลี่ยนแปลงทั้งโลกทัศน์ (Affective Attributes) ความรู้ความเข้าใจ (Cognitive Attributes) และพฤติกรรม (Psychomotor Attributes) ต้องมีการเปลี่ยนแปลงครบทุกด้าน โดยเรียกว่า การเปลี่ยนแปลงทั้งเนื้อทั้งตัว (Holistic Change)

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปได้ว่า การเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง เป็นการเรียนรู้เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างลึกซึ้ง ทั้งโลกทัศน์ ความรู้ความเข้าใจ และพฤติกรรมต่อโลกและชีวิต โดยอาศัยการวิพากษ์เชิงเหตุผล และการใคร่ครวญภายในตนเอง

ผู้วิจัยได้รวบรวมองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้เกิดการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง จากนักวิชาการและผู้ที่เกี่ยวข้องไว้ ดังต่อไปนี้

Mezirow (1991) เสนอองค์ประกอบการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกรอบความคิดไว้ดังนี้

1. การให้ผู้เรียนเผชิญกับสถานการณ์ที่ต่างไปจากมุมมองเดิมของตนเอง
2. การตรวจสอบความรู้สึกของตนเองเกี่ยวกับความกลัว ความโกรธ ความรู้สึกผิดและความละอายใจ
3. การประเมินสมมติฐานเชิงวิพากษ์

4. การตระหนักว่าตนเองและบุคคลอื่น ๆ มีการปรับเปลี่ยนกรอบความคิด
ในทำนองเดียวกัน

5. การสำรวจ ค้นหาทางเลือกของบทบาท ความสัมพันธ์และแนวปฏิบัติใหม่

6. การวางแผนปฏิบัติการ

7. การศึกษาหาความรู้ และทักษะเพื่อการดำเนินการตามแผน

8. การทดลองปฏิบัติตามแผน

9. การสร้างความสามารถและความเชื่อมั่นในตนเองตามบทบาทใหม่และ
ความสัมพันธ์ใหม่

10. การบูรณาการจนเป็นวิถีดำเนินชีวิตใหม่ของตนเองอย่างเป็นทางการ
Tyler (1998) ได้สรุปองค์ประกอบของกระบวนการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยน
กรอบอ้างอิงตามทัศนะของเมซีโรว์ประกอบด้วยสาระสำคัญ 3 ประการ ได้แก่

1. ประสบการณ์ (Experience) การเรียนรู้ผ่านประสบการณ์เป็น
จุดเริ่มต้นของการเรียนรู้จากกรอบอ้างอิงของตนเอง หากกรอบอ้างอิงสามารถอธิบายประสบการณ์ได้
ดี จะทำให้ประสบการณ์นั้นไปช่วยเสริมกรอบอ้างอิงเดิมให้มีความมั่นคงยิ่งขึ้น แต่ถ้าประสบการณ์นั้น
ไม่สอดคล้องกับกรอบอ้างอิงเดิม ผู้เรียนต้องขยายกรอบอ้างอิงหรือปรับเปลี่ยนกรอบอ้างอิงใหม่
ดังนั้นประสบการณ์จึงเป็นจุดเริ่มต้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่สามารถนำมาใคร่ครวญจนเกิดการ
เปลี่ยนแปลงตนเองได้ โดยเฉพาะประสบการณ์ตรงจะสามารถกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ และเกิดการ
เข้าใจการรับรู้ของตัวเอง นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงทางปัญญา

2. การใคร่ครวญอย่างมีวิจรรณญาณ (Critical Reflection) การใคร่ครวญ
อย่างมีวิจรรณญาณเป็นหัวใจสำคัญในกระบวนการปรับเปลี่ยนกรอบอ้างอิง โดยมีความสำคัญทั้งใน
กระบวนการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับการปฏิบัติ หรือการเรียนรู้แบบมีเงื่อนไข (Instrumental Learning)
และการเรียนรู้แบบการสื่อสาร (Communication Learning) ซึ่งการเรียนรู้แบบมีเงื่อนไขเป็นการ
เรียนรู้แบบมุ่งแก้ปัญหา เพื่อกำหนดความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ส่วนการเรียนรู้แบบการสื่อสาร เป็นการ
เรียนรู้ผ่านการทำความเข้าใจผู้อื่น ทั้งการบอกความรู้สึก ความต้องการ ความปรารถนาแก่ผู้อื่น อีกทั้ง
ยังเป็นการเรียนรู้เพื่อสร้างความไว้วางใจกันและกันและมีการสื่อสารข้อมูลกันโดยไม่ปิดบัง

การใคร่ครวญแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 การใคร่ครวญเนื้อหา
(Critical Reflection of Content) ระดับที่ 2 การใคร่ครวญกระบวนการ (Critical Reflection of
Process) และ ระดับที่ 3 การใคร่ครวญกระบวนการทัศน์ (Critical Reflection of Premises) โดยการ
ใคร่ครวญเนื้อหาและกระบวนการพบได้จากการเรียนรู้แบบมีเงื่อนไข เนื่องจากเป็นการเรียนรู้ความรู้
ต่าง ๆ ศาสตร์ที่เกี่ยวกับเทคนิค วิธีการเป็นการใคร่ครวญต่อความถูกต้องของเนื้อหา และพิจารณา

ความน่าเชื่อถือของกระบวนการการได้มาของข้อมูล วิธีการ ส่วนการวิเคราะห์กระบวนการทัศน์ นั้นมีความสำคัญที่สุดในการเปลี่ยนแปลงโลกทัศน์หรือกรอบอ้างอิง

3. การแลกเปลี่ยนความคิดอย่างมีเหตุผล ทำให้เกิดการเรียนรู้เพื่อการปรับเปลี่ยนกรอบการอ้างอิง และสามารถช่วยตรวจสอบกรอบการอ้างอิงใหม่ ซึ่งการแลกเปลี่ยนความคิดอย่างมีเหตุผลนี้ ต้องอาศัยการใคร่ครวญตนเองอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Self-reflection) และการสนทนาเชิงวิพากษ์ (Critical Discourse) ซึ่งการสนทนาเชิงวิพากษ์ เป็นการพูดคุยสนทนาแลกเปลี่ยนระหว่างบุคคลหรือกลุ่มบุคคล ด้วยวิธีการสนทริยสนทนา (Dialogue)

วิจารณ์ พานิช (2556) กล่าวว่า สนทริยสนทนานั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง เนื่องจากสนทริยสนทนาจะช่วยตรวจสอบและเปิดเผยสิ่งที่ซ่อนอยู่ภายในใจของแต่ละบุคคล นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงทั้งส่วนบุคคล (Personal Transformation) และการเปลี่ยนแปลงปฏิสัมพันธ์ทางสังคมในกลุ่ม (Social Transformation) โดยการเปลี่ยนแปลงสองแบบนี้จะส่งเสริมกันและนำไปสู่พลวัตของการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลง โดยวุฒิภาวะทางอารมณ์ของแต่ละบุคคล ได้แก่ การควบคุมตนเอง การตระหนักรู้ในตนเอง การเชื่อตรงต่อตนเอง มีความตั้งมั่น มีการคิดอย่างแจ่มชัด มีความกระตือรือร้น มีความเห็นอกเห็นใจผู้อื่น มีทักษะทางสังคม รวมถึงการมีทักษะการฟังอย่างลึกซึ้ง โดยการฟังอย่างลึกซึ้ง ได้แก่ การมีใจเปิดกว้าง การประเมินสิ่งที่ฟังอย่างเป็นปรนัย การสะท้อนการฟัง การหาข้อตกลงร่วมกัน การให้ความเท่าเทียมกัน และการไม่มีอิทธิพลเหนือผู้เข้าร่วมสนทนา โดยวุฒิภาวะทางอารมณ์เหล่านี้มีผลต่อบรรยากาศระหว่างสนทนา ทำให้ผู้เข้าร่วมสนทนารู้สึกปลอดภัย จึงทำให้เกิดการสนทนาเชิงวิพากษ์ที่มีประสิทธิภาพ

วิจารณ์ พานิช (2558) กล่าวว่า องค์ประกอบที่ทำให้เกิดการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง มี 5 ประการ ได้แก่

1. ความร่วมมือ (Collaboration) โดยมองการเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคมเปรียบเทียบกับการเรียนรู้ของผู้อื่นไม่เอาตนเป็นที่ตั้งเพียงฝ่ายเดียว
2. เรียนอย่างลึก (Deep Learning) ทำความเข้าใจความเชื่อมโยงระหว่างส่วนต่าง ๆ ในเนื้อหารายวิชา
3. ไตร่ตรองสะท้อนคิด (Reflection) เพื่อเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมและประสบการณ์ชีวิต
4. ความผูกพัน (Engagement) เรียนรู้ผ่านการสานเสวนาหรือการแลกเปลี่ยนเรียนรู้
5. เอื้ออาทร (Caring) รับฟังและทำความเข้าใจผู้อื่นเพื่อเรียนรู้ความเหมือนและความต่างของการเรียนรู้

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบของการเรียนรู้ที่ทำให้เกิดการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลงนั้นมีหลายองค์ประกอบ แต่องค์ประกอบที่สำคัญคือ การสร้างประสบการณ์ และการให้ผู้เรียนเกิดการใคร่ครวญอย่างมีวิจารณญาณทั้งด้านเนื้อหา กระบวนการ และกระบวนการทัศน์ และเกิดการสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล

การประยุกต์แนวคิดการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลงไปสู่การจัดการเรียนรู้

Meziow (อ้างถึงใน Kitchenham, 2008) ได้จำแนกกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง 4 แบบ ได้แก่

1. กระบวนการเรียนรู้ในแบบแผนเชิงความหมายเดิม เป็นการเรียนเพื่อขยายความ เพิ่มรายละเอียด และทบทวนในสิ่งที่เคยรู้มาก่อนแล้ว เป็นการให้คำอธิบายกรอบอ้างอิงที่เป็นปัจจุบัน

2. กระบวนการเรียนรู้แบบแผนเชิงความหมายใหม่ เป็นการศึกษาคูความหมายใหม่ที่ สอดคล้องกับแบบแผนเชิงความหมายเดิมของผู้เรียน เป็นการเรียนรู้กรอบอ้างอิงใหม่

3. กระบวนการเรียนรู้ผ่านการเปลี่ยนแปลงมุมมองเชิงการให้ความหมาย เป็นการตระหนักรู้ด้วยตนเอง ในความเชื่อที่ถูกสร้างขึ้นอย่างไม่ถูกต้องหรือไม่สมบูรณ์ จนเกิดเป็นปัญหาที่ไม่สามารถใช้แบบแผนเชิงความหมายเดิมหรือชุดความหมายใหม่แก้ไขได้ จึงต้องมีการจัดระบบความเชื่อและมุมมองนั้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงถึงในระดับจิตใจ นิสัย และกรอบอ้างอิง

4. กระบวนการเรียนรู้ผ่านการเปลี่ยนแปลงทัศนคติ เป็นการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงในระดับทัศนคติเฉพาะด้านใดด้านหนึ่ง เช่น การเปลี่ยนการแสดงออกทางกาย คำพูด หรือการแสดงออกบางอย่าง อาจด้วยการเลียนแบบคนอื่น เป็นต้น

Meziow (2003) เสนอแนวทางเพื่อให้เกิดการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง 4 แบบ ได้แก่

1. โดยการใคร่ครวญ พิจารณากรอบอ้างอิงที่มีอยู่ (Elaborating Existing Frames of Reference)

2. โดยการเรียนรู้กรอบอ้างอิงใหม่ (Learning New Frames of Reference)

3. โดยการเปลี่ยนแปลงมุมมอง (Transforming Points of View)

4. โดยการเปลี่ยนแปลงจิตนิสัย (Transforming Points of View) การเปลี่ยนแปลงแนวทางที่ถือว่าอยู่ในส่วนที่ลึกที่สุด คือ การใคร่ครวญพิจารณากรอบอ้างอิงที่มีอยู่และการเรียนรู้กรอบอ้างอิงใหม่

Mezirow (1991, 2000) เสนอกระบวนการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง 10 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นภาวะวิกฤติที่ทำให้สับสน (Disorienting Dilemma) กล่าวคือ บุคคลได้ประสบกับวิกฤติหรือ เหตุการณ์บางอย่างที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสำคัญในชีวิต เช่น การเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการสูญเสียคนใน ครอบครัว ความกังวลใจอย่างรุนแรง เป็นต้น รวมถึงการที่บุคคลเผชิญกับประสบการณ์ที่แตกต่างไปจาก ความคาดหวังหรือสันนิษฐานของตนหรือไม่สอดคล้องกับความเชื่อหรือกรอบอ้างอิงของตนเอง ดังนั้น ความไม่ สอดคล้องกันระหว่างกรอบอ้างอิงของบุคคล และเหตุการณ์ที่บุคคลเผชิญนี้จึงทำให้บุคคลเกิดความสับสนในความเชื่อจนอาจกระทบไปยังการ ดำเนินชีวิตของตนเองด้วย

2. ขั้นการตรวจสอบความรู้สึกของตน (Self-Examination with Feelings of Fear, Anger, Guilt, or Shame) จากการประสบภาวะที่ทำให้สับสนดังกล่าวข้างต้น แล้วนั้น ในขั้นต่อมา บุคคลได้ตรวจสอบหรือ พิจารณาความรู้สึกต่าง ๆ ของตนเองจากภาวะดังกล่าว เช่น ความรู้สึกกลัว โกรธ ความรู้สึกผิด และความอับอาย ความไม่สบาย เป็นต้น โดยความเชื่อ มุมมอง กรอบอ้างอิง หรือสันนิษฐานในสิ่งต่าง ๆ ของบุคคล สามารถสร้างความรู้สึกต่าง ๆ ได้

3. ขั้นการประเมินเชิงวิพากษ์ต่อสันนิษฐาน (Critical Assessment of Assumptions) เป็นการวิเคราะห์และตรวจสอบความเชื่อหรือสันนิษฐานของบุคคลเองอย่าง สมเหตุสมผลและอย่างเปิดใจยอมรับผ่าน การตั้งคำถามเชิงวิพากษ์และการสะท้อนคิดเชิงวิพากษ์กับ ตนเอง ตัวอย่างคำถามเชิงวิพากษ์ เช่น ความเชื่อ ของบุคคลคืออะไร บุคคลคิดอย่างไรต่อความเชื่อนั้น ความเชื่อนี้ได้รับอิทธิพลมาจากสิ่งใด บุคคลทราบได้อย่างไร ว่าแหล่งของความเชื่อนั้นน่าเชื่อถือ ความเชื่อนั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ หรือสามารถปรับได้หรือไม่ ความเชื่อนั้นสำคัญกับบุคคลมาก เพียงใด ทำไมบุคคลจึงควรเชื่อในข้อสรุปนั้น เป็นต้น

4. ขั้นการยอมรับความทุกข์หรือความไม่พอใจและการแลกเปลี่ยน กระบวนการเปลี่ยนแปลงกับบุคคลอื่น (Recognition of One's Discontent and the Process of Transformation are Shared) เมื่อบุคคลเข้าใจ และยอมรับต่อความทุกข์ ความไม่สบายใจ หรือ ความไม่พอใจของตนอย่างลึกซึ้งและแท้จริงแล้ว การเล่าหรือ แลกเปลี่ยนถึงกระบวนการใน การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นต่อบุคคล เช่น คนในครอบครัว เพื่อน เป็นต้น ในการแลกเปลี่ยนระหว่าง บุคคลนี้ช่วยทำให้บุคคลได้เรียนรู้ความเชื่อหรือกรอบอ้างอิงของบุคคลอื่น ๆ เพื่อเป็นประโยชน์ ต่อการพัฒนาความน่าเชื่อถืออันเป็นที่ยอมรับร่วมกันอีกด้วย

5. ขั้นการสำรวจหาบทบาทใหม่ ความสัมพันธ์ใหม่ และการปฏิบัติใหม่ (Exploration of Options for New Roles, Relationships, and Actions) ในขั้นนี้ บุคคลได้ ปรับเปลี่ยนหรือบูรณาการความเชื่อ สันนิษฐาน หรือกรอบอ้างอิงของตนใหม่และเริ่มสำรวจว่าจะ

นำไปบูรณาการกับชีวิตอย่างไร เช่น การสำรวจบทบาทใหม่ ความสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ ใหม่ การปฏิบัติใหม่ หรือการดำเนินชีวิตใหม่ เป็นต้น

6. ขั้นการวางแผนแนวทางปฏิบัติ (Planning a Course of Action)

บุคคลจะวางแผนแนวทางปฏิบัติ เพื่อนำไปสู่บทบาทใหม่ ความสัมพันธ์ใหม่ หรือการปฏิบัติใหม่

7. ขั้นการพัฒนาความรู้และทักษะเพื่อการดำเนินการตามแผนให้สำเร็จ (Acquire Knowledge and Skills for Implementing One's Plan) เป็นการดำเนินการตามแผน ในบทบาทใหม่ ความสัมพันธ์ใหม่ หรือการปฏิบัติใหม่ โดยบุคคลอาจต้องพัฒนาความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องเพื่อการดำเนินการตามแผนแนวทางปฏิบัติที่กำหนดไว้

8. ขั้นการทดลองสวมบทบาทใหม่ (Provisional Trying of New Roles) การลองสวมบทบาทใหม่ ความสัมพันธ์ใหม่ และการปฏิบัติใหม่ ช่วยให้บุคคลได้สำรวจสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นและนำไปสู่การปรับบทบาทใหม่อีกครั้ง

9. ขั้นการสร้างศักยภาพหรือความมั่นใจในบทบาทใหม่และความสัมพันธ์ใหม่ (Building Competence/Confidence in New Roles and Relationships) การสร้างศักยภาพหรือความมั่นใจในบทบาทใหม่และความสัมพันธ์ใหม่แก่บุคคล ถือเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้บุคคลปฏิบัติบทบาทใหม่ด้วยความมั่นใจที่มากขึ้น และศักยภาพที่สูงขึ้นได้ด้วย

10. ขั้นการบูรณาการมุมมองใหม่ไปสู่ชีวิต (A Reintegration into One's Life on the Basis of Conditions Dictated by One's New Perspective) บุคคลบูรณาการมุมมองใหม่ที่ผ่านกระบวนการเรียนรู้ สู่การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวข้างต้นไปสู่การดำเนินชีวิตจริง

ในการจัดการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลงจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เรียนต้องปรับเปลี่ยนจากกรอบความคิดหรือโลกทัศน์เดิมที่คับแคบ ไปสู่ความเป็นอิสระในการเลือกตอบสนองต่อโลกภายนอกที่เข้ามากระทบเพื่อการเรียนรู้ที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Deborah Duverkog (อ้างถึงในวิจารณ์ พานิช, 2558) ที่ใช้หลักการตามทฤษฎีการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง ทำให้เกษตรกรที่เข้าร่วมวิจัยเกิดการเปลี่ยนแปลงนิสัย เปลี่ยนโลกทัศน์ และเปลี่ยนเชิงสังคมและการรวมตัว สุดท้ายสามารถเปลี่ยนแปลงเกษตรกรคนจนในชนบท ที่เฉื่อยชาให้กลายเป็นพลเมืองที่เอาการเอางาน (Active Citizen) ได้ โดยการเปลี่ยนแปลงโลกทัศน์ (Perspective Transformation) หรือกรอบความคิด (Paradigm) หรือกรอบอ้างอิง (Frame of Reference) เป็นกระบวนการตระหนักรู้ว่าสมมติฐานและความเชื่อของตนเองเป็นอุปสรรคต่อการรับรู้ การทำความเข้าใจและรู้สึกเกี่ยวกับโลกนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงความเคยชิน การยอมรับความแตกต่าง และการปลดปล่อยศักยภาพและความเป็นอิสระภายในในการเลือกตอบสนองต่อโลกภายนอกที่เข้ามามีผลกระทบ ทำให้เกิดอำนาจภายในตนเองและเกิดการเรียนรู้ที่มีคุณค่าและความหมายขึ้นและในที่สุดมีการตัดสินใจเลือกแนวทางใดแนวทางหนึ่ง

ดังนั้น ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมความเป็นพลเมือง ได้แก่ ทฤษฎีสรรคนิยม ทฤษฎีสรรคนิยมเชิงสังคม และทฤษฎีการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง เนื่องจาก การพัฒนาความเป็นพลเมืองต้องเกิดการตระหนักรู้จากภายในของตนเองก่อน แล้วเกิดการมีปฏิสัมพันธ์กับสังคม โดยต้องทำให้ผู้เรียนเกิดการปรับเปลี่ยนกรอบความคิดหรือโลกทัศน์เดิมที่คับแคบ ไปสู่ความเป็นอิสระในการเลือกตอบสนองต่อโลกภายนอกที่เข้ามากระทบเพื่อการเรียนรู้ที่สูงขึ้น จะทำให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์การเรียนรู้ เกิดพัฒนาการทางปัญญา และเสริมสร้างการเป็นพลเมืองผ่านสังคมขึ้น ซึ่งสามารถสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทั้งความรู้และความเข้าใจ ทักษะ รวมถึงเจตคติและค่านิยมได้ด้วย

1.5.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

การส่งเสริมความเป็นพลเมือง เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้มีความรู้ความเข้าใจ ทักษะ เจตคติและค่านิยม รู้จักคิดวิเคราะห์ และลงมือปฏิบัติผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ด้วยวิธีการจัดการการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีบทบาทในกิจกรรมอย่างมีชีวิตชีวาและตื่นรู้ ผ่านการลงมือปฏิบัติและใช้กระบวนการคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนรู้เท่าทันและสามารถดำรงชีวิตของความเป็นพลเมืองได้อย่างมีประสิทธิภาพในศตวรรษที่ 21 (Bonwell and Eison, 1991; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2559)

แนวคิดในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ได้ ตามความเชื่อของนักการศึกษาที่ว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นส่วนสำคัญและมีความจำเป็นต่อการศึกษาและพัฒนาความเป็นพลเมือง (Ratcliffe and Grace, 2003) โดยประเด็นที่ครูผู้สอนใช้ในการจัดการเรียนรู้นั้นเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งจะเป็นตัวเชื่อมโยงนักเรียนเข้าสู่ชีวิตจริง ซึ่งต้องเป็นประเด็นร่วมสมัย (Contemporary issue) ที่สอดคล้องกับสังคมร่วมสมัย (Contemporary society) (Osborne, 2000; Davies, 2004)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานมาสนับสนุนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองของนักเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.5.3.1 แนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Socioscientific Issue; SSI)

ความหมายของประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

Kolsto (2001) ได้ให้ความหมายว่า เป็นประเด็นปัญหาทางสังคมที่จะต้องได้รับการพิจารณาด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ สังคมและจริยธรรม ซึ่งนักวิทยาศาสตร์จะเข้ามามีส่วนร่วมเพื่อแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิด กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสม

Sadler (2002) ได้ให้ความหมายว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคม อาจส่งผลกระทบต่อชีวิต สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม และยังเป็นที่ยกเถียงและหาข้อสรุปที่ชัดเจนไม่ได้ ซึ่งเกิดมาจากความหลากหลายทางความคิดของคนในสังคม ในอนาคตประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น เซลล์ต้นกำเนิด โครงการจีโนม โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เป็นต้น

Sadler and Zeidler (2005) ได้สรุปว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป็นประเด็นที่กำลังเป็นที่ถกเถียงในสังคม เกิดจากการที่คนในสังคมมีความเห็นไม่ตรงกัน เป็นผลมาจากการพัฒนาของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีความซับซ้อนมากขึ้น การจะลงข้อสรุปที่ดีที่สุดจึงต้องอาศัยความรู้ กระบวนการ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และควรคำนึงถึงค่านิยม คุณธรรม จริยธรรมด้วย

ประสาธ เถืองเฉลิม (2551) ได้สรุปว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นประเด็นที่พบเจอได้ในชีวิตประจำวัน และยังสามารถรับรู้ประเด็นเหล่านี้ได้จากสื่อต่างๆ เช่น วิทยุ โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ วารสาร หรืออินเทอร์เน็ต โดยต้องใช้ความรู้ หลักการ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบการตัดสินใจด้วย เช่น เรื่องภาวะโลกร้อน เซลล์ต้นกำเนิด หรือพลังงานทางเลือก เป็นต้น

จากการศึกษาความหมายข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หมายถึง ประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมและกำลังเป็นที่ถกเถียงกันอยู่ มีความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม และควรเป็นประเด็นที่เป็นที่สนใจในระดับสังคม ประเทศ หรือในระดับโลกต้องอาศัยความรู้ กระบวนการ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงค่านิยมในสังคม คุณธรรมจริยธรรม ประกอบการตัดสินใจหรือเลือกแนวทางปฏิบัติ

ลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

การพิจารณาประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้รวบรวมไว้ ดังนี้

Sadler (2002) กล่าวว่า

- 1) เป็นประเด็นข้อโต้แย้งในสังคมที่เกิดจากความเห็นไม่ตรงกัน เกี่ยวกับแนวคิด วิธีการหรือความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
- 2) เป็นประเด็นที่มีความซับซ้อน คือมีข้อเกี่ยวข้องหรือมีผลกระทบในหลาย ๆ ด้าน เช่น ด้านสังคม เศรษฐกิจ ศาสนาและศีลธรรม
- 3) เป็นประเด็นที่เป็นคำถามปลายเปิด ดังนั้น คำตอบจึงเป็นได้หลายแบบ ขึ้นอยู่กับทัศนคติ ความคิดเห็นของผู้ตอบ ไม่มีคำตอบหรือทางออกที่ชัดเจน แต่ต้องเป็นคำตอบหรือทางออกที่ดีและเหมาะสมที่สุดซึ่งได้จากข้อมูลและหลักฐานที่มีอยู่
- 4) มักเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับหรือไม่ยอมรับ ซึ่งแต่ละคนอาจจะตอบสนองต่างกันเนื่องจากความคิด สังคมและวัฒนธรรมต่างกัน

Sadler and Zeidler (2003) กล่าวว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์โดยส่วนมากมักจะเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับความขัดแย้งกันระหว่างเหตุผลทางวิทยาศาสตร์กับเหตุผลทางด้านศีลธรรม จรรยา จึงเป็นไปได้ว่าปัญหาในแต่ละสังคมอาจแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความแตกต่างทางสังคมและวัฒนธรรมของสังคมนั้น ๆ

Lewis (2003) กล่าวว่าประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ควรเลือกประเด็นที่เป็นปัจจุบัน เป็นที่สนใจของผู้เรียน จะช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนในการค้นคว้าอภิปรายและแสดงความคิดเห็นได้ ควรเป็นประเด็นที่พบได้ตามสื่อต่าง ๆ จะช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนมากขึ้น เช่น ข่าวจากโทรทัศน์ บทความจากอินเทอร์เน็ต หรือสารคดีจากนิตยสารออนไลน์ เป็นต้น นอกจากนี้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์จะเป็นประโยชน์มากขึ้น หากสามารถวิเคราะห์มุมมองที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างหลากหลาย และที่สำคัญต้องเป็นประเด็นที่ไม่มีคำตอบหรือทางออกที่ชัดเจน ซึ่งจะสามารถเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ โดยใช้ความรู้ ความคิดเห็นและข้อมูลที่มีอยู่ และยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจว่าคำตอบนั้นไม่จำเป็นต้องมีคำตอบที่ถูกต้องเสมอไป แต่เป็นคำตอบหรือทางออกที่ดีที่สุดซึ่งได้จากข้อมูลหรือหลักฐานที่มีอยู่ ซึ่งประเด็นที่เลือกควรมีผลกระทบในหลายด้าน ทั้งด้านสังคม เศรษฐกิจ และการเมือง เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์ต่อสังคมในมิติที่หลากหลาย

Zeidler, Applebaum, and Sadler (2011) กล่าวว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์จะต้องเป็นประเด็นที่ต้องใช้วาทกรรมในด้านสังคมและศีลธรรมในการโต้แย้งกัน ประกอบด้วย เรื่องมลพิษทางสิ่งแวดล้อม, ภาวะโลกร้อน, การลดลงของทรัพยากรธรรมชาติ, การตัดแปลงพันธุกรรม เป็นต้น

จากการศึกษาการพิจารณาประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ พอที่จะสรุปได้ว่า เป็นประเด็นที่กำลังเป็นข้อโต้แย้งในสังคม มีความเกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ และมี

ผลกระทบในหลายด้าน ทั้งด้านสังคม เศรษฐกิจ ศาสนาและศิลปกรรม และที่สำคัญคือยังไม่มีคำตอบหรือทางออกที่ชัดเจน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้น ไม่มีหลักการที่ชัดเจนหรือแบบแผนที่ตายตัว และเป็นประเด็นที่ยังหาข้อยุติไม่ได้ ครูจึงต้องพิจารณาจากกระบวนการตัดสินใจ โดยประเด็นที่ตีความสามารถเชื่อมโยงกับข้อมูลที่จะมาสนับสนุน อยู่บนพื้นฐานความจริง ไม่ความร่วมมือ (Zeldler and Nicols, 2009)

Lewis (2003) ได้สรุปการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ว่า ครูสามารถจัดการเรียนรู้ได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ร่วมกับการบรรยาย การสืบเสาะหาความรู้หรือการอภิปราย โดยสามารถวางแผนเรื่องเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างเปิดกว้าง ทั้งการใช้ 1 ประเด็น และสรุปจบในคาบเดียว หรือการใช้ 1 ประเด็นตลอดรายวิชา และแยกอภิปรายทีละประเด็นอย่างต่อเนื่องก็ได้ เพื่อให้การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยแนวทางในการจัดการเรียนรู้ มีดังต่อไปนี้

1. การเตรียมตัวก่อนการสอน โดยครูจะต้องมีการเตรียมตัวล่วงหน้าด้วยการใช้เวลาส่วนหนึ่งในการสำรวจ ค้นหาข้อมูลจากสื่อต่างๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร นิตยสาร หรืออินเทอร์เน็ต เพื่อสำรวจประเด็นที่น่าสนใจและเหมาะสมกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสอนบ้าง และรวบรวมข้อมูลที่ได้เก็บเป็นคลังข้อมูลได้

2. การพัฒนาทักษะที่จำเป็น ครูควรพัฒนาทักษะที่สำคัญที่ผู้เรียนควรได้จากการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ด้วยการแสดงให้เห็นเป็นตัวอย่างหรือการให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่มีความซับซ้อนมากขึ้นเพื่อพัฒนาทักษะที่สำคัญนั้น ทักษะที่ผู้เรียนควรได้เรียนรู้จากการเรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ คือ

- การอ่านวิเคราะห์และจับใจความ
- การจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อมูล ข้อเท็จจริงและความคิดเห็น
- การจำแนกสิ่งที่รู้แล้วและสิ่งที่จำเป็นต้องรู้ต่อไป
- การค้นคว้าหาแหล่งข้อมูลและประเมินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
- การตีความเพื่อประเมินคุณค่าและความน่าเชื่อถือของข้อมูลและข่าวสารที่มีอยู่
- การตั้งคำถามและตอบคำถาม

- ความเข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการวิเคราะห์จุดแข็งของกระบวนการออกแบบทางวิทยาศาสตร์
- การสรุปและนำเสนอข้อมูลโดยใช้วิธีการที่เหมาะสม เช่น การสร้างตารางการสร้างกราฟหรือแผนภูมิรูปภาพ เป็นต้น
- ความสามารถในการอภิปรายอย่างเป็นเหตุเป็นผลโดยมีหลักการทางวิทยาศาสตร์และมีหลักฐานประกอบ

3. การอภิปรายแสดงความคิดเห็น ขั้นตอนนี้เป็นกระบวนการสำคัญของการเรียนรู้จากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องศึกษาข้อมูลมาก่อนจึงจะสามารถอภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้สอนควรเป็นผู้ให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางแก่นักเรียนในการค้นคว้าหาข้อมูลและทำงานให้สำเร็จดังที่ได้รับมอบหมาย นอกจากนี้ในระหว่างการอภิปรายผู้สอนควรแสดงบทบาทในการดูแลการอภิปรายให้เป็นไปในทิศทางที่เหมาะสมและควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่

4. การประเมินผล เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนควรมีโอกาสได้ลงความคิดเห็นตัดสินใจและให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นที่นำมาศึกษา และเนื่องจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้นไม่มีคำตอบหรือทางออกใดที่ถูกต้องทั้งหมดหรือผิดทั้งหมด ดังนั้นการประเมินผลจึงไม่ได้ขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียนเรียนจะเหมือนหรือแตกต่างจากความเห็นของครู แต่สิ่งสำคัญในการประเมินผล คือ กระบวนการซึ่งการได้มาของคำตอบ คุณภาพของแหล่งข้อมูล ความเป็นเหตุเป็นผลของคำตอบหรือข้อสรุปและหลักฐานประกอบข้อสรุป

Aikenhead (2004) ได้เสนอกรอบแนวคิดการพัฒนาการสอนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ซึ่งเน้นการบูรณาการการเรียนการสอน เช่น การแสดงบทบาทสมมติ การเขียนแสดงทัศนะประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การยกตัวอย่างและการนำเสนอประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และการสอดแทรกคุณธรรมจริยธรรม ในการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์และสังคม ครูควรดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ค้นหาประเด็นสำคัญ เน้นปัญหาที่เป็นประเด็นโต้แย้งทางความคิดระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม จากสื่อต่าง ๆ ที่นักเรียนพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน
2. จัดกลุ่มและเรียงลำดับของประเด็นปัญหา เพื่อคัดเลือกปัญหาที่มีความสำคัญที่สุด ให้นักเรียนและผู้สอนร่วมกันหาทางออกร่วมกัน

3. วิเคราะห์ประเด็นเนื้อหา ว่าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เดิมเป็นอย่างไร มีข้อสงสัยหรืออยากทำความเข้าใจเนื้อหาส่วนใดเพิ่มเติม เป็นการฝึกคิดหาเหตุผลและสะท้อนตนเองว่ารู้อะไรและอยากรู้อะไรเพิ่มเติม

4. วางแผนแก้ไขประเด็นปัญหาาร่วมกัน และหาแนวทางการแก้ปัญหาเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ กระตุ้นให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการทำงานกลุ่ม การคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและการตัดสินใจ

5. จัดประสบการณ์การเรียนรู้ โดยกิจกรรมต้องประกอบด้วยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดขั้นสูงและคุณธรรม จริยธรรม

6. ประเมินผล โดยครูต้องประเมินตามสภาพจริง จากหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผ่านกระบวนการคิดขั้นสูงและรู้วิทยาศาสตร์ มุ่งเน้นประเด็นประสบการณ์ส่วนบุคคล หรือการให้คุณค่าของวิทยาศาสตร์ต่อสังคมและ สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับสังคม

Klosterman and Sadler (2010) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์คล้ายกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาเป็นฐาน (case-based teaching) และการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem-based teaching) เนื่องจากนักเรียนจะได้ทราบปัญหาหรือสถานการณ์ที่ถูกรวบรวมด้วยเนื้อหาวิทยาศาสตร์ก่อน หลังจากนั้นนักเรียนจะได้หาคำตอบและการแก้ปัญหาที่ต่าง แต่สิ่งที่แตกต่างคือประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จะไม่มีข้อยุติที่แน่ชัด รวมถึงยังมีการบูรณาการเข้ากับสังคมอีกด้วย

Presley, et al. (2013) ได้เสนอกรอบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีลักษณะสำคัญ 3 ประการ คือ

1. องค์ประกอบของการออกแบบ (Design elements) ประกอบด้วย การใช้ประเด็นใกล้ตัวเพื่อสร้างความสนใจให้กับนักเรียน นำเสนอประเด็นตั้งแต่เริ่มจัดการเรียนรู้ แนะนำนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม เช่น การให้เหตุผล การตัดสินใจ เป็นต้น จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ เช่น การโต้แย้ง เป็นต้น ใช้สื่อและเทคโนโลยีระหว่างจัดกิจกรรมในห้องเรียนเพื่อเชื่อมโยงกับโลกภายนอกห้องเรียนและนักเรียนจะได้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้

2. ประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน เกิดจากการที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติขั้นสูง มีการเผชิญกับแนวคิด ทฤษฎี และหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา ได้เก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา เจรจาต่อรองมีส่วนร่วมในสังคมที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา เผชิญหน้ากับคุณธรรม จริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา และตัดสินใจในเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา

3. ลักษณะของครู จะต้องมีความรู้ ความสามารถ ในการเลือกเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาที่มีความตระหนักในการพิจารณาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาสามารถช่วยเหลือ ชี้แนะนักเรียนได้ และสามารถแลกเปลี่ยนความรู้กับนักเรียน โดยไม่ยึดตัวเองเป็นศูนย์กลาง

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่าครูสามารถนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่สอนไปบูรณาการเข้ากับการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนได้ โดยต้องเลือกใช้ประเด็นที่น่าสนใจ และสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ทำหน้าที่สนับสนุน ชี้แนะให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการทำกิจกรรม และสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับนักเรียนได้

ข้อดีของการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

Lewis (2003) ได้สรุปว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงและยังได้เชื่อมโยงเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ขั้นสูงซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในสังคมที่มีการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง

ประสาธต์ เนิ่งเฉลิม (2551) ได้สรุปไว้ว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สามารถนำมาบูรณาการกิจกรรมการเรียนการสอนได้หลากหลายวิธี ซึ่งเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และการสอดแทรกคุณธรรมจริยธรรมในการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับสังคม

พินิจ ขำวงษ์ (2551) กล่าวว่า การนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไปใช้เพื่อจุดประสงค์ในการสร้างเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในหลายๆด้าน สามารถสรุปได้ดังนี้

1) ส่งเสริมทักษะในหลาย ๆ ด้าน เช่น ทักษะการคิดขั้นสูง (Pedretti, 1999; Lewis, 2003) ทักษะในการตัดสินใจและลงความเห็น (Lewis, 2003) ทักษะและความสามารถในการอภิปรายอย่างเป็นเหตุเป็นผลโดยมีหลักการทางวิทยาศาสตร์และมีหลักฐานประกอบ (Sadler, 2000; Sadler and Zeidler, 2003) ทักษะการตีความเพื่อประเมินคุณค่าและความน่าเชื่อถือของข้อมูลและข่าวสารที่มีอยู่ (Sadler, 2000; Sadler and Zeidler, 2003) ทักษะการตั้งคำถามและตอบคำถาม (Pedretti, 1999) เป็นต้น

2) สร้างเสริมความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษาเนื่องจากการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำมาใช้ในการอภิปราย และให้เหตุผล (Sadler, 2000; Sadler and Zeidler, 2003)

3) เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น ช่วยให้ ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างวิทยาศาสตร์ สังคมและมนุษย์มากยิ่งขึ้น เนื่องจาก ประเด็นต่าง ๆ ที่เป็นข้อถกเถียงกันในสังคมมักเกี่ยวเนื่องมาจากกิจกรรมของมนุษย์ ดังนั้นอิทธิพลทาง สังคมและวัฒนธรรมจึงมีผลอย่างมากต่อการตีความหมายและการยอมรับหรือไม่ยอมรับใน วิทยาศาสตร์ (Sadler and Zeidler, 2003)

จากการศึกษาการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ พบว่า ประเด็นปัญหานี้สามารถช่วยส่งเสริมความเป็นพลเมืองแก่ผู้เรียน ทำให้ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์จาก สถานการณ์จริงและเห็นความสำคัญของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (Osborne, 2000) แต่เนื่องจาก เป็นประเด็นที่ซับซ้อน เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของคนในสังคม ผู้เรียนจึงต้องมีการอภิปรายเพื่อช่วยกัน หาแนวทางแก้ปัญหา ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อในวงกว้างและส่งผลต่อคนในสังคมจำนวนมาก จึงเป็นการ ช่วยสร้างประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียนในการพัฒนาทั้งความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ เกี่ยวข้อง ทักษะการโต้แย้ง การคิดเชิงวิพากษ์ และการตัดสินใจ รวมถึงเจตคติและค่านิยม ซึ่งเป็น องค์ประกอบของความเป็นพลเมือง

1.5.3.2 แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (Context-Based Learning)

ความหมายของบริบท

คำว่า บริบท หรือ context มีคำภาษาอังกฤษที่ความหมายใกล้เคียงกัน อยู่หลายคำ เช่น environment หรือ setting มีผู้ให้ความหมายไว้หลากหลาย ดังนี้

Bennett and Holman (2002) ให้ความหมายว่า เป็นสถานการณ์หรือ เหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม เศรษฐกิจสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยี และอุตสาหกรรม

De Jong (2008) กล่าวว่า บริบท หมายถึง เหตุการณ์หรือสถานการณ์ หนึ่ง ๆ ที่ช่วยทำให้เข้าใจแนวคิด หลักการ และกฎ มากยิ่งขึ้น

Gilbert (2006) กล่าวว่า บริบท หมายถึง เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่ สร้างขึ้นมา เพื่อให้เกิดความเข้าใจความหมายของคำ แนวคิด หรือเหตุการณ์ ได้ดีมากยิ่งขึ้น

จากความหมายสรุปได้ว่า บริบท หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับ สังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีและอุตสาหกรรม ที่สร้างขึ้นเพื่อให้เข้าใจกฎ แนวคิด หลักการ เหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น และสามารถถ่ายโอนความเข้าใจเหล่านั้นไปสู่สถานการณ์อื่น ๆ ได้

ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

Bennett and Lubben (2005) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบท เป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทหรือประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน ที่อยู่ภายใต้

สิ่งแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรมรอบตัวนักเรียน ครู และโรงเรียน หรือการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาเป็นจุดเริ่มต้นในการพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์

Darkwah (2006) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน นั้น เน้นภาพรวมของสิ่งแวดล้อมที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ เน้นให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม ระดมความคิดเพื่อ ดูความรู้พื้นฐาน ลดช่องว่างระหว่างความรู้ของนักเรียนแต่ละคน โดยมีครูคอยกระตุ้นและชี้แนะการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาาร่วมกัน

Overton (2007) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เป็นการใ้บริบทภายใต้สังคมของผู้เรียนมาใช้จัดการเรียนรู้ ทำให้สามารถถ่ายโอนความรู้ความเข้าใจไปสู่สถานการณ์อื่น ๆ ได้

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานข้างต้น ผู้วิจัยสรุปว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่นำเอาสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่อยู่รอบ ๆ ตัวนักเรียน โรงเรียน หรือเหตุการณ์ในชุมชน ประสบการณ์ในชีวิตประจำวันมาประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาเป็นจุดเริ่มต้นและผลักดันให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงสามารถถ่ายโอนความรู้ความเข้าใจนั้นไปสู่สถานการณ์อื่นได้ โดยบริบทจะต้องอ้างอิงถึงเหตุการณ์หรือสถานการณ์และสถานที่ที่แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่มีความซับซ้อนกับประสบการณ์จริงของนักเรียน

ขอบเขตของบริบท

บริบทที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มี 4 ขอบเขต ดังนี้ (Gilbert, 2006; De Jong, 2008)

1. ขอบเขตด้านบุคคล (Personal domain) เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์หรือประเด็นที่เกิดในชีวิตจริงของนักเรียนโดยตรง เช่น บริบทเกี่ยวกับการดูแลสุขภาพ เป็นต้น
2. ขอบเขตด้านชุมชนและสังคม (Social and Society domain) เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์หรือประเด็นที่เกิดขึ้นในชุมชนและสังคม เช่น บริบทเกี่ยวกับผลกระทบจากการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เป็นต้น
3. ขอบเขตด้านการประกอบอาชีพ (Professional practice domain) เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์หรือประเด็นในการประกอบอาชีพส่วนตัวและส่วนรวม เช่น บริบทเกี่ยวกับอาชีพนักนิติวิทยาศาสตร์ เป็นต้น
4. ขอบเขตด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Scientific and Technological domain) เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์หรือประเด็นที่ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เช่น บริบทเกี่ยวกับกระบวนการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

การพิจารณาเลือกบริบทให้เหมาะสมกับนักเรียน มีหลักเกณฑ์ ดังนี้ (De Jong, 2008)

1. ควรเป็นบริบทที่มีความสัมพันธ์กับชีวิตจริงของนักเรียน นักเรียนมีความคุ้นเคย เพื่อช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เช่น บริบทด้านเทคโนโลยีการสร้างอาวุธเคมีนั้นความเหมาะสมกับนักเรียนชายมากกว่านักเรียนหญิง เป็นต้น
2. บริบทต้องสัมพันธ์กับเนื้อหาที่สอน ไม่แยกออกจากเนื้อหา เพื่อช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องนั้น ๆ ได้อย่างชัดเจนและไม่เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน
3. บริบทไม่ควรมีความซับซ้อนมากเกินไป หากบริบทมีความซับซ้อนอาจทำให้เกิดความสับสนแก่นักเรียน และหากบริบทยากเกินวัยของนักเรียน จะลดความสนใจของนักเรียนและนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่จะเรียนรู้ต่อไปได้ ดังนั้นควรเลือกบริบทที่เข้าใจง่ายเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

สรุปได้ว่า บริบทที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อยู่ใน 4 ขอบเขต คือ ขอบเขตด้านบุคคล ขอบเขตด้านชุมชนและสังคม ขอบเขตด้านการประกอบอาชีพ และขอบเขตด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งครูต้องพิจารณาเลือกบริบทให้เหมาะสมกับนักเรียน โดยต้องเป็นบริบทที่นักเรียนรู้จัก สัมพันธ์กับเนื้อหา และไม่ควรซับซ้อนมากเกินไป

ลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เป็นการจัดการประสบการณ์ให้กับนักเรียนโดยใช้สถานการณ์ เหตุการณ์หรือประเด็นปัญหา ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้รวบรวมลักษณะของการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

De Jong (2008) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานขึ้นอยู่กับลำดับการนำเสนอบริบทและมโนทัศน์หรือความรู้ที่เกี่ยวข้อง แบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานแบบดั้งเดิม (Traditional context-based learning) จะเสนอบริบทเป็นตัวอย่างประกอบมโนทัศน์ ซึ่งจะช่วยให้เด็กนักเรียนมองเห็นความเป็นไปได้ของการประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์กับชีวิตจริงมากยิ่งขึ้น
2. การเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานแบบร่วมสมัย (Modern context-based learning) เป็นการนำเสนอบริบทก่อนการสอน เพื่อช่วยกำหนดทิศทางการสอนมโนทัศน์และเป็นตัวช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้สิ่งใหม่
3. การเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานแบบปัจจุบัน (Recent context-based learning) บริบทจะมาก่อนมโนทัศน์และบริบทจะตามหลังมโนทัศน์ โดยทั้งบริบทก่อนและ

หลังอาจจะเป็นคนละบริบทกัน หน้าที่ของบริบทจึงใช้เป็นตัวอย่างประกอบ การประยุกต์ใช้ความรู้ กำหนดทิศทางและช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วย

Anderson et al. (2001) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้ บริบทเป็นฐาน ดังนี้

1. ความสัมพันธ์ (relating) การเรียนรู้จากบริบทที่เกี่ยวข้องกับ ประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน
2. ประสบการณ์ (experiencing) การเรียนรู้หรือสร้างความรู้ผ่าน กิจกรรมที่มีการลงมือปฏิบัติ เช่น การทดลอง การสืบค้น หรือการประดิษฐ์ เป็นต้น
3. การประยุกต์ใช้ (applying) การประยุกต์ใช้ความรู้ไปสู่บริบทอื่น ๆ ที่มีความหมายต่อนักเรียน เช่น การประกอบอาชีพ เหตุการณ์ในชีวิตจริง เป็นต้น
4. การร่วมมือ (cooperating) การเรียนรู้ที่มีการร่วมมือกันทำงาน มีการติดต่อสื่อสารกับผู้อื่น เช่น การทำกิจกรรมกลุ่ม เป็นต้น
5. การถ่ายโยง (transferring) การทำความเข้าใจในสิ่งที่ได้เรียนรู้และ สามารถนำความรู้นั้นไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้

Gilbert (2006) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ บริบทเป็นฐานไว้ ดังนี้

1. กำหนดสถานการณ์ (setting focal event) เน้นสถานการณ์ที่ทำให้ นักเรียนเห็นคุณค่าสิ่งรอบตัว เกี่ยวข้องกับตัวนักเรียน หรือเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนสนใจ เพื่อให้ นักเรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ดังกล่าวทั้งสาเหตุ ผลกระทบสถานที่ รวมทั้งการตั้งปัญหา และหาแนวทางการแก้ไขปัญหาด้วย
2. การศึกษาค้นคว้าหรือลงมือปฏิบัติ (learning task) เพื่อแก้ไขปัญหาที่ เกิดจากสถานการณ์ที่กำหนด
3. นำเสนอข้อค้นพบที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ (learning key concept) จัดการเรียนรู้ให้มีการอภิปรายในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ดังกล่าว โดยต้องคำนึงถึงความรู้ พื้นฐานและความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ก่อนแล้วด้วย
4. การอภิปรายเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ความรู้ (recontextualise) เป็นการอภิปรายเกี่ยวกับความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดไปสู่สถานการณ์อื่น ๆ หรือนักเรียน ประยุกต์ใช้ความรู้ในเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

จากการศึกษาสรุปได้ว่า แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานมี ลักษณะที่สำคัญ 4 อย่าง ได้แก่ 1) การเรียนรู้จากบริบทที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน ทั้งทางสังคม วัฒนธรรม หรือเหตุการณ์ที่สัมพันธ์กับตัวนักเรียนเอง 2) การสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ผ่าน

กิจกรรมที่มีการลงมือปฏิบัติด้วยตัวเอง 3) การมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างบุคคล มีการทำงานร่วมกัน อภิปราย และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน และ 4) การประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบทอื่น ที่มีความหมาย ต่อนักเรียน

ความสำคัญของการใช้บริบทในวิชาวิทยาศาสตร์

Parchmann et al. (2006) กล่าวว่า บริบทช่วยทำให้นักเรียนเห็น ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่เรียนในห้องเรียน หรือการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ซึ่งจะช่วยให้การจัดการเรียนรู้ประสบความสำเร็จ

Arroio (2010) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานช่วย สนับสนุนความเข้าใจในโมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และทำให้นักเรียนสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และมี เจตคติในทางบวกต่อวิชาวิทยาศาสตร์

Köse and Tosun (2011) กล่าวว่า บริบทช่วยเพิ่มความสนใจของ นักเรียน มากกว่าปัญหาที่ตั้งขึ้นเอง และส่งผลให้นักเรียนแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ดีกว่าการเรียนรู้ ด้วยวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว ซึ่งการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานทำให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ ระหว่างวิทยาศาสตร์และชีวิตประจำวันของนักเรียนมากขึ้น

ชาตรี ฝ้ายคำตา (2558) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานนี้ อยู่ ภายใต้อกรอบของทฤษฎีสรรคินิยมเชิงสังคม ที่สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ สังคม และจิตวิทยาทั้งภายใน และภายนอกของนักเรียนมีผลต่อการเรียนรู้ การที่นักเรียนและครูเข้าไปมีส่วนร่วมในสิ่งแวดล้อมจะ ช่วยพัฒนาความเข้าใจมากขึ้น เนื่องจากเกิดปฏิสัมพันธ์ การอภิปราย การพูดคุย จนเห็นคุณค่ากับสิ่ง ที่ตนเองมีส่วนร่วมและเข้าใจในการเรียนรู้ของตนเอง

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานมีรากฐานมา จากทฤษฎีสรรคินิยมเชิงสังคมซึ่งเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม จึงสามารถนำมาเป็น แนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองได้ (Tibbitts, 2015) โดยการใช้บริบทเป็น ฐานในการจัดการเรียนรู้จะช่วยเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนเข้าใจใน เนื้อหาวิทยาศาสตร์ สร้างแรงจูงใจและทำให้นักเรียนสนใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทำให้เข้าใจ โมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการจัด ประสบการณ์ที่เชื่อมโยงผู้เรียนระหว่างสถานการณ์ภายในโรงเรียนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโลกทัศน์ หรือกรอบความคิด รวมถึงเปลี่ยนมุมมองเชิงสังคม ซึ่งจะเสริมสร้างให้ผู้เรียนกลายเป็นพลเมืองได้ (Deborah Duverkog อ้างถึงในวิจารณ์ พานิช, 2558)

1.5.4 แนวทางการวัดและประเมินผลความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

แนวทางในการวัดและประเมินผลความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ต้องมีการประเมินผล 3 องค์ประกอบ คือ ความรู้และความเข้าใจ ทักษะ และเจตคติและค่านิยม ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้รวบรวมข้อมูลของแนวทางการวัดและประเมินผลความเป็นพลเมือง โดยมีรายละเอียดดังนี้

จากรายงานการพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินผลการศึกษาด้านหน้าที่และความเป็นพลเมืองโดยเทียบเคียงมาตรฐานสากล (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2557) เป็นไปตามการศึกษาของ Bloom et al. (1956) ที่แบ่งการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เป็น 3 ด้าน สอดคล้องกับองค์ประกอบของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ เครื่องมือที่เหมาะสมในแต่ละด้านจะมีลักษณะแตกต่างกันออกไป ดังนี้

1) ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) สอดคล้องกับองค์ประกอบด้านบุคคล เป็นการวัดพฤติกรรมที่เกี่ยวกับสติปัญญา การรู้คิด ความสามารถในการคิดเรื่องราวต่าง ๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ระดับจากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นที่ซับซ้อน ดังตาราง 2 เปรียบเทียบระดับการวัดสติปัญญา

ตาราง 2 เปรียบเทียบระดับการวัดสติปัญญา

Bloom et al. (1965)	Anderson et al. (2001)
6. ชั้นประเมินค่า (Evaluation)	6. ชั้นการสร้างสรรค์ (Creating)
5. ชั้นการสังเคราะห์ (Synthesis)	5. ชั้นการประเมิน (Evaluating)
4. ชั้นการวิเคราะห์ (Analysis)	4. ชั้นการวิเคราะห์ (Analyzing)
3. ชั้นการนำความรู้ไปใช้ (Application)	3. ชั้นการนำเอาความรู้ไปประยุกต์ใช้ (Applying)
2. ชั้นความเข้าใจ (Comprehensive)	2. ชั้นการเข้าใจ (Understanding)
1. ชั้นความรู้ (Knowledge)	1. ชั้นการจำ (Remembering)

โดยเครื่องมือที่ใช้วัดพุทธิพิสัย มีลักษณะคือ ข้อสอบถูก-ผิด (True-False) ข้อสอบจับคู่ (Matching) ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice) ข้อสอบแบบตอบสั้น (Short Answer) หรือข้อสอบแบบความเรียง (Essay)

2) ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) สอดคล้องกับด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม เป็นการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่บอกถึงความสามารถในการปฏิบัติงานได้อย่างคล่องแคล่วชำนาญ

สามารถวัดได้จากการปฏิบัติที่แสดงออกมาให้เห็น โดยมีเวลาและคุณภาพของงานเป็นตัวชี้ระดับของทักษะที่เกิดขึ้นว่ามีมากน้อยเพียงใด การวัดทักษะพิสัยจะวัดใน 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 วัดกระบวนการทำงาน (Process) และส่วนที่ 2 วัดผลผลิต (Product)

ซึ่งผู้วัดกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (Rubric Scoring) เพื่อเป็นแนวทางการให้คะแนนที่แยกแยะความสำเร็จของการเรียนรู้หรือการปฏิบัติของผู้เรียน โดยการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนมี 2 วิธีคือ เกณฑ์การให้คะแนนในภาพรวม (Holistic Scoring) ที่ให้คะแนนจากภาพรวมของผลงาน และเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytical Scoring) ที่ให้คะแนนผลงานโดยพิจารณาจากกระบวนการสร้างผลงานนั้น ๆ

3) ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) สอดคล้องกับด้านความตระหนักต่อสังคม เป็นการวัดพฤติกรรมทางด้านจิตใจเกี่ยวกับค่านิยม ความรู้สึก ความซาบซึ้ง ทศนคติ ความเชื่อ ความสนใจและคุณธรรม ซึ่งพฤติกรรมด้านจิตพิสัยของผู้เรียนนี้จะไม่เกิดขึ้นทันทีและเป็นการสอดแทรกปลูกฝังสิ่งดีงามควบคู่กันไปกับการจัดการเรียนการสอน พฤติกรรมด้านจิตพิสัยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่

ระดับที่ 1 การรับรู้หรือการยอมรับ (Receiving)

ระดับที่ 2 การตอบสนอง (Responding)

ระดับที่ 3 การเกิดค่านิยม/การเห็นคุณค่า (Valuing)

ระดับที่ 4 การจัดรวบรวมหรือจัดระเบียบค่านิยม (Organizing)

ระดับที่ 5 การสร้างลักษณะนิสัยตามค่านิยมที่ยึดถือ หรือการสร้างคุณลักษณะที่เกิดจากค่านิยม (Characterizing)

การวัดพฤติกรรมทางด้านจิตใจ หรือจิตพิสัยนี้ สามารถวัดได้จากการแสดงออกถึงคุณลักษณะด้านจิตพิสัยที่แสดงออกได้ 3 ทางคือ ทางความคิด/ความเชื่อ ทางความรู้สึก และทางการกระทำ ดังนั้นการวัดจิตพิสัยมักจะวัดโดยวิธีมาตราวัดประมาณค่า (Rating Scale) แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) และแบบบันทึกพฤติกรรม (Anecdotal Record) ซึ่งเครื่องมือที่ใช้วัดจิตพิสัยมีหลัก ๆ อยู่ 2 เครื่องมือ คือ แบบสำรวจความสนใจ (Interest Inventory) และแบบวัดเจตคติ (Attitude Test) ที่สามารถวัดได้โดยการประเมินตนเอง เช่น การตอบแบบสอบถาม แบบวัดเจตคติ และ ประเมินโดยผู้อื่น เช่น การสังเกตและบันทึกพฤติกรรมลงไปแบบตรวจสอบรายการโดยครูหรือเพื่อนร่วมชั้นเรียน เป็นต้น

โดยวิธีการและเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมือง มี 2 รูปแบบ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2559) ดังนี้

1. รูปแบบที่เป็นทางการ เป็นการวัดและประเมินผลโดยการทดสอบ และใช้แบบทดสอบหรือแบบวัดที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น การเก็บข้อมูลส่วนใหญ่ใช้ในการวัดและประเมินผลเป็น

คะแนน แล้วนำไปใช้ในการเปรียบเทียบ เช่น เปรียบเทียบก่อนและหลัง เปรียบเทียบเพื่อดูพัฒนาการ เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์เมื่อสิ้นสุดการสอน เป็นต้น

2. รูปแบบที่ไม่เป็นทางการ เป็นการได้มาซึ่งข้อมูลการเรียนรู้รายบุคคล จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายโดยครูเป็นผู้เก็บรวบรวมข้อมูล เช่น การวิเคราะห์ข้อมูล ศึกษาความพร้อม และพัฒนาการของผู้เรียน เพื่อใช้แก้ปัญหาการเรียนรู้ ปรับการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลที่ได้ เป็นต้น

Bayram-Jacobs et al. (2019) มีการวัดและประเมินผลผู้เรียนหลังจากผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการตัดสินใจ ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของความเป็นพลเมือง โดยใช้แบบทดสอบแบบอัตนัยแบบกำหนดสถานการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการตัดสินใจได้อย่างเต็มที่

ในประเทศสิงคโปร์ได้กำหนดให้สถานศึกษาชั้นพื้นฐานมีแนวทางการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย สำหรับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมือง โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน เช่น แบบตรวจสอบ (Checklists) เกณฑ์ (Rubrics) แบบบันทึก (Journals) และตัวชี้วัดพฤติกรรม(สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2561; Ministry of Education, 2014) ซึ่งแนวทางการวัดและประเมิน ได้แก่

1. การประเมินผลย่อย (Formative Assessment) โดยประเมินจากแฟ้มสะสมงาน (Portfolio Assessment) การเขียนบันทึก (Journaling) การสะท้อนคิดด้วยตนเองของนักเรียน (Pupil's Self-Reflection) การประเมินด้วยตนเองและผู้อื่น (Self and Peer Evaluation) การแสดงบทบาทสมมติ (Role Play) โครงการงาน (Project Work) และการเรียนรู้ด้วยการบริการสังคม (Service Learning) เป็นต้น

2. การประเมินผลสรุป (Summative Assessment) เป็นการประเมิน เพื่อตัดสินผลการเรียนที่ครูประเมินจากข้อมูลของนักเรียนตามความแตกต่างแต่ละคน ทำให้มีการออกแบบเฉพาะสิ่งที่ต้องการประเมิน เพื่อให้ครูสามารถวินิจฉัยการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคนได้

3. การประเมินแบบนักเรียนเป็นศูนย์กลางและแบบใช้โรงเรียนทั้งระบบ (Student Centric and Whole School Approach) ได้แก่ การประเมินด้วยตนเอง (Self-Assessment) การประเมินด้วยผู้อื่น (Peer-Assessment) และการประเมินด้วยครู (Teachers - Assessment)

เช่นเดียวกับในสาธารณรัฐประชาชนจีน (เขตบริหารพิเศษฮ่องกง) ที่แนวทางและวิธีการประเมินผลสำหรับการส่งเสริมความเป็นพลเมืองในสถานศึกษาชั้นพื้นฐาน ใช้การประเมินผลที่หลากหลาย โดยเน้นการสะท้อนตนเอง(Self-Reflect) และการพัฒนาตนเอง (Self-Improve) ซึ่งจะไม่ใช้การประเมินแบบเก่า แต่เน้นการประเมินผลที่ให้ผลย้อนกลับและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนได้สะท้อนและพัฒนาตนเอง (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2561)

ดังนั้นการวัดและประเมินการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเป็นพลเมือง ผู้วิจัยแบ่งการวัดและประเมินผลเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านบุคคล ใช้เครื่องมือที่มีลักษณะข้อสอบแบบตอบสั้นและแบบความเรียงแบบกำหนดสถานการณ์ ด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม ใช้การวัดโดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนจากภาพรวมของคำตอบและผลงานของนักเรียน และด้านความตระหนักต่อสังคม ใช้วิธีมาตราวัดประมาณค่า หรือ Rating Scale ด้วยการประเมินตนเอง

2. แนวทางการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

2.1 ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ในทางการศึกษามีคำที่ใช้ทดแทนคำว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้หลายคำ ได้แก่ กระบวนการเรียนการสอน การจัดการเรียนรู้ รูปแบบการเรียนการสอน รูปแบบการสอน และการสอน (ทิสนา แชมมณี, 2546) ซึ่งมีความหมาย ดังนี้

ทิสนา แชมมณี (2551) ได้ให้นิยามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ คือ สภาพหรือลักษณะที่จัดขึ้นอย่างเป็นระบบตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อต่าง ๆ สำหรับการจัดการเรียนรู้ ประกอบไปด้วย ขั้นตอนหรือกระบวนการ วิธีการจัดการเรียนรู้และเทคนิคต่าง ๆ ที่สามารถช่วยให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปตามทฤษฎี หลักการหรือแนวคิด ให้ได้รับการพิสูจน์ ทดสอบ หรือยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ สามารถใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ได้ นอกจากนี้รูปแบบการจัดการเรียนรู้จะต้องทำนายผลที่จะเกิดขึ้นและมีศักยภาพในการสร้างความสัมพันธ์ใหม่ ๆ ได้

บุญเลี้ยง ทุมทอง (2556) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นแบบแผนเชิงปฏิบัติการที่จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบ ผ่านขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาโดยใช้หลักปรัชญา หลักการ แนวคิดทางทฤษฎีและความเชื่อพื้นฐาน มีจุดมุ่งหมายเฉพาะและแสดงถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์

Arends (1997) กล่าวว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ คือ พิมพ์เขียวหรือต้นแบบที่มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เสนอไว้เป็นลำดับอย่างชัดเจน ที่จะทำให้เกิดผลตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แต่ละรูปแบบจะมีจุดมุ่งหมายที่แตกต่างกัน

Joyce and Weil (2000) กล่าวถึงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ว่า เป็นแบบแผนที่นำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หรือเป็นแนวทางสำหรับครูที่ช่วยให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ ฝึกทักษะ เกิดค่านิยม และแสดงออกตามจุดประสงค์ที่แตกต่างกัน

จากการศึกษาความหมายของการจัดการเรียนรู้ สรุปได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ลักษณะของการจัดการเรียนรู้ ที่มีการออกแบบและจัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบ โดยนำหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด และความเชื่อต่าง ๆ มาประกอบกันเป็นกระบวนการ วิธีการจัดการเรียนรู้ และเทคนิคต่าง ๆ ที่ทำให้การจัดการเรียนรู้นั้นบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

2.2 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

นักการศึกษาได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้ซึ่งมีองค์ประกอบที่คล้ายคลึงกัน ดังนี้
 สุเทียบ ละอองทอง (2545) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้
 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1. หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ จะกล่าวถึงความเชื่อ แนวคิด และทฤษฎีที่เป็น
 พื้นฐานของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสิ่งนี้จะเป็นตัวชี้้นำการกำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรม
 และขั้นตอนการดำเนินงานในรูปแบบการจัดการเรียนรู้

2. จุดประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ จะระบุเป้าหมายหรือความคาดหวังที่ต้องการ
 ให้เกิดขึ้นจากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

3. สารและกระบวนการการจัดการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหาและกิจกรรมที่ใช้ในการ
 จัดการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

4. กิจกรรมและขั้นตอนการดำเนินงาน เป็นส่วนที่ระบุถึงวิธีการปฏิบัติในขั้นตอนต่าง ๆ ของ
 การจัดการเรียนรู้ เมื่อนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้น ๆ ไปใช้

5. การวัดและประเมินผล เป็นส่วนที่ประเมินถึงประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
 ทิศนา แคมมณี (2552) ได้เสนอองค์ประกอบที่สำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้
 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อที่เป็นพื้นฐานของรูปแบบการจัดการ
 เรียนรู้

2. การบรรยายสภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหลักการพื้นฐานของ
 รูปแบบการจัดการเรียนรู้

3. การจัดระบบ โดยจัดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของรูปแบบการ
 จัดการเรียนรู้ ให้สามารถพัฒนาผู้เรียนตามจุดประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

4. การอธิบายหรือให้ข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้และเทคนิคการ
 จัดการเรียนรู้ ที่จะช่วยให้กระบวนการจัดการเรียนรู้นั้นเกิดผลต่อผู้เรียนสูงสุด

สมาน อัสวภูมิ (2550) กล่าวถึง องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้
 7 องค์ประกอบ ดังนี้

1. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ระบุถึงการแก้ปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือ
 เพื่อให้การดำเนินงานเกิดผลขึ้น

2. ทฤษฎีพื้นฐานและหลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้การดำเนินงานของ
 รูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้นเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

3. ระบบงานและกลไกของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

4. วิธีการดำเนินงานของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีการกำหนดภารกิจ กระบวนการ วิธีการ และกิจกรรมที่ต้องดำเนินการ

5. แนวทางการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นการกำหนดแนวทางและเครื่องมือในการประเมินผลตามวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

6. คำอธิบายรูปแบบการจัดการเรียนรู้ คือการอธิบายคำศัพท์เฉพาะเพื่อสื่อสารให้เข้าใจตรงกันในการนำไปใช้ให้ประสบความสำเร็จ

7. เงื่อนไขการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ โดยการระบุข้อจำกัด ข้อควรระวังในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ให้ประสบความสำเร็จ

Kibler (1974) ได้นำเสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่ง มีองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. จุดมุ่งหมายในการจัดการเรียนรู้ ที่มุ่งหวังให้เกิดผลนั้นในผู้เรียน ซึ่งครอบคลุมทางด้านสติปัญญา (Cognitive domain) ด้านเจตคติ (Affective domain) และด้านการปฏิบัติ (Psychomotor domain)

2. การวัดพฤติกรรมพื้นฐาน เพื่อตรวจสอบความพร้อม ความรู้พื้นฐานและทักษะเบื้องต้นของผู้เรียนก่อนการจัดการเรียนรู้

3. การจัดกระบวนการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาพฤติกรรมของผู้เรียนโดยเริ่มต้นที่พฤติกรรมพื้นฐาน ต่อเนื่องจนถึงพฤติกรรมปลายทาง

4. การประเมินผลรวม เป็นการประเมินเพื่อตรวจสอบว่าการจัดการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ และมีความเหมาะสมในการนำไปปฏิบัติจริงเพียงใด เป็นต้น

Joyce and Weil (2000) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ 5 องค์ประกอบ ได้แก่

1. เป้าหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยจะกล่าวถึงสิ่งที่ต้องการพัฒนาหรือคุณลักษณะที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียน

2. หลักการหรือแนวคิดสำคัญที่ใช้เป็นพื้นฐานของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

3. เนื้อหาหรือสาระการเรียนรู้ที่จะใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียดของกิจกรรม วิธีการ และขั้นตอนในการปฏิบัติเมื่อนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้นไปใช้

5. การประเมินผล จะแสดงให้เห็นผลที่บรรลุตามเป้าหมาย ที่เกิดขึ้นจากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้น

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อที่ใช้เป็นฐานในรูปแบบการ

จัดการเรียนรู้ 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 3) กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่มีลำดับที่ชัดเจน 4) แนวทางการวัดและการประเมินผล เป็นการประเมินผลตามรูปแบบการเรียนรู้ที่ครอบคลุมรายการที่วัด วิธีการวัด เครื่องมือวัด และเกณฑ์การประเมินผล และ 5) เงื่อนไขในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น

2.3 ประเภทของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

นักการศึกษาได้อธิบายประเภทของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

ทิสนา แชมมณี (2551) ได้แบ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็น 5 ประเภท ได้แก่

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นพัฒนาด้านพุทธิพิสัย มุ่งให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระ ซึ่งอาจจะเป็นข้อมูล ข้อเท็จจริง มโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดก็ได้
2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นพัฒนาจิตพิสัย มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความรู้สึก เจตคติ ค่านิยม คุณธรรม และจริยธรรม
3. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นพัฒนาทักษะพิสัย มุ่งพัฒนาผู้เรียนด้านการปฏิบัติ การกระทำ และการแสดงออก
4. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นพัฒนาทักษะกระบวนการ มุ่งพัฒนาทักษะของผู้เรียน อาจจะเป็นกระบวนการทางสติปัญญา กระบวนการคิด หรือกระบวนการทางสังคม
5. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการ มุ่งพัฒนาการเรียนรู้หลาย ๆ ด้านของผู้เรียนไปพร้อม ๆ กัน โดยบูรณาการทั้งด้านเนื้อหาสาระและวิธีการในการเรียนรู้

Sayloy, Alexander and Lewis (1981) ได้จำแนกรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็น 5 ประเภท ได้แก่

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับหลักสูตรที่เน้นเนื้อหาวิชา (subject matter/ discipline)
2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับหลักสูตรที่เน้นสมรรถภาพ (specific competencies/ technology)
3. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับหลักสูตรที่เน้นคุณลักษณะ human traits/ processes)
4. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับหลักสูตรที่เน้นกิจกรรมและปัญหาสังคม (social functions/ activities)
5. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับหลักสูตรที่เน้นความต้องการและความสนใจของผู้เรียน (interests and needs)

Joyce and Weil (2000) ได้แบ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็น 4 ประเภท โดยผู้สอนสามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แต่ละประเภทมาใช้ร่วมกันได้ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดแก่ผู้เรียนตามจุดประสงค์ที่วางไว้ โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4 ประเภทนั้น ได้แก่

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิด (the information-processing family) เน้นการพัฒนาด้านเนื้อหา และทักษะกระบวนการทางสติปัญญาเป็นหลัก โดยอาศัยข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เช่น เอกสาร ตำรา แล้วนำมาประมวลผลเป็นองค์ความรู้ เช่น การคิดแบบอุปนัย (Thinking Inductively) การคิดแบบสืบสอบจากข้อมูล (Inquiry Thinking) เป็นต้น

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาตน (the personal family) เน้นกระบวนการพัฒนาผู้เรียนตามความต้องการ ความสนใจแต่ละบุคคล คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และด้านจิตพิสัย เช่น การเรียนรู้ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล เป็นต้น

3. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (the social family) เน้นการพัฒนากระบวนการกลุ่ม ระหว่างบุคคลกับคนในสังคม และจิตพิสัยเพื่อปลูกฝังจิตสำนึกการอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคม เช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative) การแสดงบทบาทสมมติ เป็นต้น

4. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นปรับพฤติกรรม (the behavioral systems family) เน้นการนำทฤษฎีการเรียนรู้เชิงพฤติกรรมมาใช้พัฒนาผู้เรียน โดยดูการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียน จากเงื่อนไขในการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการตอบสนองต่อสิ่งเร้าทั้งด้านเนื้อหาวิชาและทักษะ เช่น การสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือสถานการณ์จำลอง เป็นต้น

จากการศึกษาประเภทของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ พบว่า สามารถแบ่งได้หลายประเภท ขึ้นอยู่กับแนวคิดหรือเกณฑ์ที่นักการศึกษาใช้ในการจัดกลุ่ม ซึ่งมีจุดมุ่งหมายและลักษณะของการจัดการเรียนรู้ที่ต่างกัน และผู้สอนสามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แต่ละประเภทมาใช้ร่วมกันได้ เพื่อให้เกิดผลสูงสุดแก่ผู้เรียน

2.4 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

นักการศึกษาได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

สุเทียบ ละอองทอง (2545) ได้สรุปขั้นตอนในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1. การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน เป็นการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และข้อค้นพบจากการวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน หรือปัญหาจากเอกสาร ผลการวิจัย หรือการสังเกต การสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้อง

2. การกำหนดหลักการ เป้าหมาย และองค์ประกอบอื่น ๆ ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับข้อมูลพื้นฐานและสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบระเบียบ การกำหนดเป้าหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้จะช่วยให้ผู้สอนสามารถเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ให้ตรงกับจุดมุ่งหมาย เพื่อให้เกิดผลสูงสุดกับผู้เรียน

3. การกำหนดแนวทางในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ ประกอบด้วยรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการและเงื่อนไขต่าง ๆ เช่น ขนาดของกลุ่มผู้เรียนที่จะนำไปใช้ ผู้สอนจะต้องเตรียมงานหรือจัดสภาพการเรียนรู้อย่างไร เพื่อให้การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

4. การประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นการทดสอบความมีประสิทธิภาพของรูปแบบที่สร้างขึ้น ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้วิธีการดังต่อไปนี้

4.1 ประเมินความเป็นไปได้ในเชิงทฤษฎี โดยคณะผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งจะประเมินความสอดคล้องภายในระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ

4.2 ประเมินความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติการ โดยการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้ในสภาพการณ์จริง ในลักษณะของการวิจัยเชิงทดลองหรือกึ่งทดลอง

5. การปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ มี 2 ระยะ ได้แก่

5.1 ระยะก่อนนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ การปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ในระยะนี้ใช้ผลจากการประเมินความเป็นไปได้ในเชิงทฤษฎีเป็นข้อมูลในการปรับปรุง

5.2 ระยะหลังนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ การปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในระยะนี้อาศัยข้อมูลจากการทดลองใช้เป็นตัวชี้้นำในการปรับปรุง และอาจจะมีการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้และปรับปรุงซ้ำจนกว่าจะได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

ทิศนา ขัมมณี (2551) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายการพัฒนาหรือการสร้างรูปแบบการเรียนรู้ให้ชัดเจน

2. ศึกษาหลักการหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดองค์ประกอบ และการจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะทำให้รูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้นมั่นคงขึ้น

3. การศึกษาสภาพการณ์และปัญหา จะช่วยให้ค้นพบองค์ประกอบที่สำคัญ และช่วยให้รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเมื่อนำไปใช้จริง การนำปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ มาพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ จะช่วยป้องกันปัญหาและอุปสรรคที่เกิดจากปัญหานั้น ๆ ได้

4. การกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นการพิจารณาว่ามีอะไรบ้างที่สามารถช่วยให้เป้าหมายหรือจุดมุ่งหมายบรรลุผลสำเร็จ

5. การจัดกลุ่มองค์ประกอบ เป็นการนำองค์ประกอบที่กำหนดไว้มาจัดหมวดหมู่เพื่อความสะดวกในการคิดและดำเนินการในขั้นต่อไป

6. การจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ เป็นขั้นที่ต้องใช้ความคิด ความรอบคอบ ผู้สร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ต้องพิจารณาว่าองค์ประกอบใดเป็นเหตุและเป็นผลขึ้นต่อกันในลักษณะใด สิ่งใดควรมาก่อน มาหลัง หรือสามารถดำเนินการคู่ขนานกันไปได้

7. การจัดผังรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นการสร้างความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ โดยแสดงให้เห็นถึงผังจำลองขององค์ประกอบต่าง ๆ ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

8. การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นและทดสอบประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

9. การประเมินผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นการศึกษาผลที่เกิดขึ้น จากการทดลองใช้ว่าเกิดผลตามเป้าหมายหรือใกล้เคียงกับเป้าหมายมากน้อยเพียงใด

10. การปรับปรุงรูปแบบ เป็นการนำผลจากการทดลองใช้มาปรับปรุงให้รูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้นดียิ่งขึ้น

Joyce, Weil and Shower (1992) ได้อธิบายการพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลและทฤษฎีพื้นฐาน ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ต้องการนำมาพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

2. กำหนดหลักการ เป้าหมาย และองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับข้อมูลและทฤษฎีพื้นฐาน

3. กำหนดแนวทางและเงื่อนไขในการนำรูปแบบการเรียนรู้ไปใช้โดยละเอียด

4. ประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ โดยประเมินความสอดคล้องภายในองค์ประกอบต่าง ๆ และความเป็นไปได้ในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริง และแสดงผลในรูปแบบของสถิติ

Joyce and Weil (2000) ได้อธิบายการพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีพื้นฐานและปรัชญามารองรับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เช่น ทฤษฎีจิตวิทยาการเรียนรู้ เป็นต้น

2. ทดสอบทฤษฎีพื้นฐาน และตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และนำข้อค้นพบมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อแสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้นสามารถใช้ได้ในสถานการณ์จริง

3. กำหนดวัตถุประสงค์ เงื่อนไข และแนวทางในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ให้ชัดเจน

4. พิจารณาเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ให้ตรงกับวัตถุประสงค์ จะทำให้เกิดผลสูงสุดแก่ผู้เรียน

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน (ทิตานา แชมมณี, 2551; Joyce, Weil and Shower, 1992; Joyce and Weil, 2000) เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษา ความเป็นมา และสภาพปัญหาที่ยังไม่เป็นไปตามเป้าหมาย และแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการ พัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้เกิดผลตามที่ต้องการ

ส่วนที่ 2 การร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยสร้างเป็นหลักการสำคัญในการ จัดการ เรียนรู้ตามแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้

ส่วนที่ 3 การจัดทำเอกสารประกอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ตามองค์ประกอบของ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 3) รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4) การวัด และประเมินผลการจัดการเรียนรู้ และ 5) เงื่อนไขในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้เป็นไปตาม รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือที่ใช้ในการ จัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 4 การทดลองนำร่องรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ใน การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 5 การปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้หลังจาก ทดลองนำร่อง และจัดทำรูปแบบการจัดการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์

3. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 งานวิจัยในประเทศ

ประพิมพ์พรรณ สุวรรณภู (2557) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนา รูปแบบกิจกรรมการศึกษา นอกระบบโรงเรียนเพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองโลกของเด็กและเยาวชนไทย โดยแบ่งการดำเนินการ วิจัยเป็น 4 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การวิเคราะห์สภาพปัญหาและความต้องการในการส่งเสริมความเป็น พลเมืองโลกของเด็กและเยาวชนไทย ระยะที่ 2 การออกแบบรูปแบบกิจกรรมการศึกษานอกระบบ วิทยาลัยเพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองโลกของเด็กและเยาวชนไทย ระยะที่ 3 การทดลองและศึกษา

ผลการทดลองการใช้รูปแบบกิจกรรมการศึกษานอกระบบโรงเรียนเพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองโลกของเด็กและเยาวชนไทย และระยะที่ 4 การศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการนำรูปแบบกิจกรรมการศึกษานอกระบบโรงเรียนเพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองโลกของเด็กและเยาวชนไทยไปใช้ ผลการวิจัยพบว่า 1. องค์ประกอบรูปแบบกิจกรรมการศึกษานอกระบบโรงเรียนเพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองโลกของเด็กและเยาวชนไทยมีองค์ประกอบ คือ 1) หลักการที่ใช้ คือ การสร้างบรรยากาศที่เป็นมิตร การเรียนรู้ประเด็นปัญหาระดับโลก การใช้สื่อที่หลากหลาย การมีส่วนร่วม และการเรียนรู้ร่วมกัน 2) วัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาความรู้ ทักษะ และเจตคติที่ส่งเสริมความเป็นพลเมืองโลกของเด็กและเยาวชนไทย 3) กระบวนการ 7 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การสร้างบรรยากาศที่ผ่อนคลายและเห็นคุณค่าในตนเองและผู้อื่น (2) การถาม-ตอบ (3) การเข้าใจปัญหา (4) การค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม (5) การวางแผน (6) การปฏิบัติ และ (7) การทบทวน และ 4) ผลที่ได้รับ ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ และเจตคติที่ส่งเสริมความเป็นพลเมืองโลกซึ่งสามารถนำไปปฏิบัติและนำไปใช้กับผู้อื่นต่อไป 2. ผลการทดลองใช้รูปแบบกิจกรรมการศึกษานอกระบบโรงเรียนเพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองโลกของเด็กและเยาวชนไทย พบว่าหลังเข้าร่วมกิจกรรมผู้เรียนมีความรู้การเป็นพลเมืองโลกเพิ่มขึ้นทุกด้าน ด้านความรู้ความเป็นพลเมืองโลกผู้เรียนมีผลการเรียนรู้มากที่สุดเกี่ยวกับการยึดหลักสันติภาพและขจัดความขัดแย้ง ด้านทักษะความเป็นพลเมืองโลกผู้เรียนมีผลการเรียนรู้มากที่สุดเกี่ยวกับการเคารพตนเองและสิ่งต่าง ๆ และด้านเจตคติความเป็นพลเมืองโลกผู้เรียนมีผลการเรียนรู้มากที่สุดเกี่ยวกับการพร้อมรับความแตกต่าง สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3. ผลการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำรูปแบบกิจกรรมการศึกษานอกระบบโรงเรียนเพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองโลกของเด็กและเยาวชนไทยไปใช้ ได้แก่ ผู้เรียน ผู้สอนเนื้อหา ระยะเวลา กิจกรรมการเรียนรู้ และสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้

ปาจรีย์ รัตนานุสนธิ (2556) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะความเป็นพลโลกของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยคือ 1) พัฒนาโมเดลตัวบ่งชี้คุณลักษณะความเป็นพลโลกของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา 2) ตรวจสอบ ความสอดคล้องของโมเดลตัวบ่งชี้คุณลักษณะความเป็นพลโลกของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และ 3) ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของตัวบ่งชี้คุณลักษณะความเป็นพลโลกของนักเรียนระหว่างระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า 1) ตัวบ่งชี้คุณลักษณะความเป็นพลโลกของนักเรียนระดับมัศึกษามีทั้งหมด 4 องค์ประกอบ 12 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ องค์ประกอบด้านการประพฤติตน (3 ตัวบ่งชี้) คือ ความรับผิดชอบต่อตนเองคิดอย่างมีวิจารณญาณ การปรับตัวตามความหลากหลายทางวัฒนธรรม องค์ประกอบด้านการปฏิสัมพันธ์ในสังคม (3 ตัวบ่งชี้) คือ ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ยอมรับแนวคิดที่แตกต่างทางการเมืองเคารพสิทธิเสรีภาพ องค์ประกอบด้านการลงมือปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ (3 ตัวบ่งชี้) คือ

ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ส่งเสริมสันติภาพและความเท่าเทียมกัน การมีส่วนร่วมทางการเมืองในระดับต่าง ๆ องค์ประกอบด้านการตระหนักถึงสถานการณ์ของทรัพยากร สิ่งแวดล้อม และสาธารณสุข (3 ตัวบ่งชี้) คือ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน ตระหนักและมีส่วนร่วมในปัญหาของสิ่งแวดล้อม ตระหนักถึงความสำคัญในสาธารณสุขพื้นฐาน 2) โมเดลตัวบ่งชี้คุณลักษณะความเป็นพลโลกของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และ 3) เมื่อนำโมเดลตัวบ่งชี้คุณลักษณะความเป็นพลโลกของนักเรียนมัธยมศึกษาไปใช้วัดกลุ่มนักเรียนระหว่างมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลายพบว่า มีความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล แต่มีความแปรเปลี่ยนของค่าน้ำหนักของตัวบ่งชี้ในแต่ละองค์ประกอบ และค่าน้ำหนักองค์ประกอบขององค์ประกอบหลัก หมายความว่าโมเดลสามารถวัดความเป็นพลโลกได้ทั้งสองระดับ แต่ว่าแต่ละปัจจัยจะมีความสำคัญต่างกัน

3.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Ten Dam and Volman (2004) ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการคิดเชิงวิพากษ์ซึ่งเป็นสมรรถนะที่สำคัญและจำเป็นในการมีส่วนร่วมในสังคม ในส่วนแรกของบทความจะตอบคำถามในเรื่องวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาการคิดเชิงวิพากษ์มีลักษณะการสอน คือ ให้ความสนใจกับการพัฒนาความเชื่อทางญาณวิทยาของนักเรียน ส่งเสริมการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ลงมือทำ จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อกระตุ้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน และเป็นการเรียนรู้บนพื้นฐานของสถานการณ์ในชีวิตจริง ในส่วนที่สองของบทความได้เสนอรูปแบบการเรียนการสอนสำหรับการคิดเชิงวิพากษ์ พัฒนาโดยมีทฤษฎีการเรียนรู้สรณนิคมเชิงสังคมเป็นฐาน ใช้บริบทที่นักเรียนสามารถสร้างความรู้สึกร่วมได้ โดยการจัดการเรียนรู้ทำให้เกิดการคิดเชิงวิเคราะห์ เป็นแนวคิดที่ได้มาจากการมีส่วนร่วมในชุมชนและการปฏิบัติร่วมกันทางสังคม ผู้วิจัยเห็นว่า การศึกษาสามารถพัฒนาความสามารถที่สำคัญของนักเรียนได้ จึงได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยจัดโอกาสให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริงทั้งในระดับห้องเรียนและโรงเรียน เพื่อให้เกิดทักษะการสังเกต และได้ฝึกปฏิบัติกับหน่วยงานที่สำคัญ รวมถึงมีการสะท้อนตนเองด้วย

Barrue and Albe (2013) ได้ศึกษาพบว่า หลักสูตรการศึกษาในประเทศฝรั่งเศสได้แนะนำให้จัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับปัญหาทางสังคมศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งครอบคลุมหัวข้อต่าง ๆ เช่น เทคโนโลยีชีวภาพ ปัญหาสิ่งแวดล้อม การพัฒนาที่ยั่งยืน พลังงานทดแทน แต่การส่งเสริมความเป็นพลเมืองในโรงเรียนยังไม่ถูกกล่าวถึงและมีรายละเอียดไม่ชัดเจน ซึ่งหลังจากมีการแนะนำว่าควรสอนประเด็นทางสังคมศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยม ในหลักสูตรการศึกษาจึงได้มีการชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับความเป็นพลเมืองมากขึ้น โดยพลเมืองจะมีพฤติกรรมของการปฏิบัติตามคำสั่งและการคิดเชิงวิพากษ์สลับกันไปมา เป็นไปในทิศทางเดียวกับมุมมองของครู

เกี่ยวกับการจัดการสอนวิชาพลเมือง ซึ่งครูมีมุมมองว่าการสอนวิชาพลเมืองจะเน้นที่การศึกษาความเป็นพลเมืองเชิงบรรทัดฐานที่เกี่ยวข้องกับความมีวินัย กฎระเบียบ และการศึกษาความเป็นพลเมืองที่เป็นอิสระเพื่อพัฒนาทักษะของนักเรียน เช่น การสืบค้นข้อมูลการประเมินข้อมูล การโต้แย้ง และการคิดเชิงวิพากษ์ เพื่อให้ นักเรียนสามารถสร้างความคิดเห็นที่ชัดเจนและมีส่วนร่วมในการอภิปรายในที่สาธารณะได้

Varis et al. (2018) ได้ศึกษาการมีส่วนร่วมในสังคมสามารถส่งเสริมผ่านการศึกษาวิทยาศาสตร์ โดยการศึกษาครั้งนี้พิจารณาตัวอย่างครูโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น วิชาฟิสิกส์ และนักเรียนจำนวน 20 คน โดยผู้วิจัยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้กันและมีเครื่องมือสำหรับสร้างความรู้ร่วมกับชุมชน ในรูปแบบของความคิดริเริ่ม นำไปสู่การปฏิบัติร่วมกับคนในชุมชน โดยในงานวิจัยนี้นักเรียนได้ออกแบบภาพวาดทางม้าลาย นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะทำกิจกรรม และได้สัมภาษณ์คนในชุมชนเพื่อสอบถามความคิดเห็นส่วนรวม นักเรียนส่วนใหญ่เต็มใจที่จะมีส่วนร่วมในสังคมและทำหน้าที่เป็นพลเมืองที่กระตือรือร้น และรับรู้ว่าคุณค่าและความหมายและสามารถมีส่วนร่วมในการพัฒนาสังคมได้ ส่งผลให้นักเรียนมีความเต็มใจที่จะมีส่วนร่วมในชุมชนท้องถิ่นของตนเอง จากการทำกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความคิดเห็นว่าคุณค่าของฟิสิกส์นั้นมีคุณค่าและเป็นพื้นฐานของการตัดสินใจ นอกจากนี้ยังเห็นถึงความสำคัญของการร่วมมือการแบ่งปันประสบการณ์ร่วมกัน ซึ่งอาจสร้างการมีส่วนร่วมและทำให้เกิดการมีส่วนร่วมเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยแนะนำว่ากิจกรรมสำหรับการเรียนรู้เช่นนี้ ควรออกแบบให้สอดคล้องกับบริบทและประเทศของตนเอง และมุ่งเน้นให้นักเรียนที่มีความแตกต่างกัน ได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งนอกจากจะเห็นคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์แล้วยังทำให้นักเรียนเข้าใจการอยู่ร่วมกันในสังคมมากขึ้นด้วย

Bayram-Jacobs et al. (2019) ศึกษาการออกแบบบทเรียนวิชา เคมี เพื่อสร้างความเป็นพลเมือง โดยศึกษาเฉพาะการตัดสินใจ ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของความเป็นพลเมือง ผู้วิจัยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง การใช้และการขายไนตรัสออกไซด์ในกลุ่มเยาวชน โดยออกแบบบทเรียนตามวิธีการสอนแบบ 5E และใช้เทคนิคการสอนหลากหลายทั้ง การสนทนากลุ่ม การอ่านบัตรข้อมูล การจดบันทึก และการดูวิดีโอการเรียนการสอน เป็นต้น เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ ใบงาน 4 ฉบับ และแบบสอบถาม 1 ฉบับ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ใช้มุมมองนักวิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจ โดยมุ่งเน้นไปที่ผลที่เป็นไปได้ของการสูดดมไนตรัสออกไซด์นอกจากนี้ นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับสุขภาพเป็นหลัก โดยใช้หลักฐานสนับสนุนที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนตรัสออกไซด์ที่ใช้ กับความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นต่ออวัยวะ โดยวิดีโอ เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพในการให้ข้อมูลได้ชัดเจนที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า การสนทนากลุ่มเป็นกิจกรรมที่มีผลต่อการตัดสินใจของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้และการขายไนตรัสออกไซด์มากที่สุด

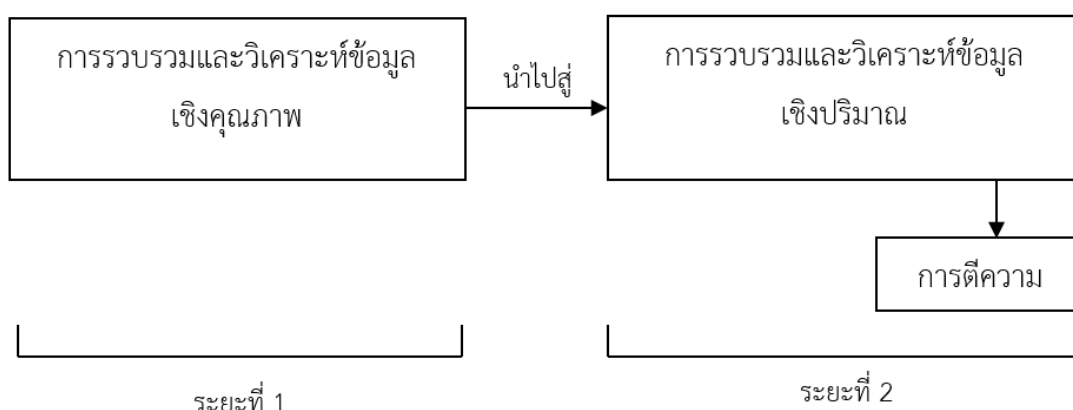
ดังนั้นผลการวิจัยจึงชี้ให้เห็นว่า การออกแบบบทเรียนช่วยให้นักเรียนจดจำและใช้มุมมองที่แตกต่างกัน ในการตัดสินใจในประเด็น การใช้และการขายไนตรัสออกไซด์ในกลุ่มเยาวชน ได้อย่างมีวิจารณญาณ มากยิ่งขึ้น

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้สรุปองค์ประกอบของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านบุคคล ด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม และด้านการตระหนักถึงสถานการณ์ในสังคม โดยได้นำทฤษฎีการเรียนรู้สรุคนิยม สรุคนิยมเชิงสังคม การเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง แนวคิดการจัดการเรียนรู้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มาเป็นทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยเน้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง และเรียนรู้ผ่านการสร้างประสบการณ์ในสังคม โดยมองในหลากหลายมิติของสังคม และสามารถเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์ไปยังบริบทอื่นได้ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งความรู้ ความเข้าใจ มุมมอง และพฤติกรรมของตนเอง โดยมีการวัดและประเมินผลด้วยข้อสอบอัตนัยแบบกำหนดสถานการณ์ในการวัดและประเมินผลผู้เรียน และกำหนดเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจน ดังนั้นด้วยเหตุดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงเชื่อว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จะสามารถส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ครบทุกองค์ประกอบ

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ดำเนินไปตามลักษณะรูปแบบการวิจัยแบบผสมผสานวิธีแบบ Exploratory Sequential (Creswell, J. and Plano Clark, V., 2018) ดังภาพ 1 ต่อไปนี้



ภาพ 1 การแบบวิจัยแบบผสมผสานวิธีแบบ Exploratory Sequential design

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การสังเคราะห์ความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

ระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ขั้นที่ 2 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

โดยมีรายละเอียดดังนี้

ระยะที่ 1 การสังเคราะห์ความหมาย องค์กรประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์

การศึกษาในขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดความหมาย องค์กรประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับบริบทประเทศไทย ผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์เอกสาร (Documentary Analysis) ช่วง พ.ศ. 2543 ถึง 2563 การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured interview) กับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน และวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. แหล่งข้อมูลและกลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

- 1.1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ
- 1.2 ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับนโยบายทางการศึกษาของประเทศไทย จำนวน 1 ท่าน
- 1.3 ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นผู้นำนองค์กรที่มีส่วนกำหนดหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับประเทศ จำนวน 1 ท่าน
- 1.4 ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้อุทยานวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 2 ท่าน
- 1.5 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ จำนวน 1 ท่าน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 2.1 แบบบันทึกข้อมูลการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 2.2 แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เรื่อง ความหมาย องค์กรประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์
- 2.3 แบบประเมินความเหมาะสมความหมาย องค์กรประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

3. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

- 3.1 แบบบันทึกข้อมูลการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
ใช้ในการบันทึกข้อมูล ที่ได้จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเด็นที่เกี่ยวกับความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้
 - 3.1.1 สร้างแบบบันทึกข้อมูล เพื่อใช้สังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในประเด็นต่อไปนี้

- 1) ความหมายและความสำคัญของความเป็นพลเมือง
- 2) ความหมายและความสำคัญของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

3) ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความเป็น
พลเมือง

4) องค์ประกอบความเป็นพลเมืองที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

5) คุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

3.1.2 นำแบบบันทึกข้อมูลการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเสนอต่อ
คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตาม
คำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.2 แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เรื่อง ความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของ
ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

ใช้เป็นแนวทางในการสนทนาซักถามผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความหมาย องค์ประกอบ
และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.2.1 ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบและตัว
บ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2.2 วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความ
เป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

3.2.3 กำหนดลักษณะของแบบสัมภาษณ์ เป็นแบบคำถามปลายเปิด

3.2.4 กำหนดโครงสร้างของแบบสัมภาษณ์เป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ให้สัมภาษณ์

ตอนที่ 2 องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ มีแนว
ประเด็นคำถาม ดังต่อไปนี้

2.1) ความหมายของ “พลเมืองวิทยาศาสตร์” ในมุมมองของท่านคืออะไร

2.2) องค์ประกอบของพลเมืองวิทยาศาสตร์ควรมีอะไรบ้าง พร้อมยกตัวอย่าง
ประกอบ

2.3) จากองค์ประกอบความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สรุปไว้
ประกอบด้วย 3 ด้าน ท่านมีความคิดเห็นอย่างไร

2.4) ท่านมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์ประกอบความเป็นพลเมือง
วิทยาศาสตร์นอกเหนือจากที่ได้กล่าวไปข้างต้นหรือไม่ อะไรบ้าง

2.5) แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ใน
ประเทศไทยควรทำอย่างไร

3.2.5 ดำเนินการสร้าง และตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์ตามโครงสร้างที่
กำหนด

3.2.6 นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ พร้อมทั้งแก้ไขข้อบกพร่องในด้านการใช้ภาษาและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อให้เกิดความถูกต้องชัดเจนยิ่งขึ้น

3.2.7 นำแบบสัมภาษณ์มาแก้ไขปรับปรุง และจัดทำเป็นแบบสัมภาษณ์ฉบับสมบูรณ์

3.3 แบบประเมินความเหมาะสมความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

สำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ประเมินความเหมาะสมความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.3.1 กำหนดจุดประสงค์การประเมิน เพื่อประเมินความเหมาะสมของความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

3.3.2 สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยใช้เกณฑ์การประเมินตามวิธีของลิเคิร์ท ปรับปรุงจากแบบประเมินผลงานวิจัย และเกณฑ์การประเมินของบุญขุมศรีสะอาด (2554) ดังนี้

- 5 คะแนน รายการประเมินนั้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
- 4 คะแนน รายการประเมินนั้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
- 3 คะแนน รายการประเมินนั้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
- 2 คะแนน รายการประเมินนั้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
- 1 คะแนน รายการประเมินนั้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

3.3.3 นำแบบประเมินความเหมาะสมของความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบและพิจารณาความเหมาะสมของแบบประเมิน แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3.3.4 จัดทำแบบประเมินความเหมาะสมของความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลจริง

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ศึกษาความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ดังต่อไปนี้

4.1.1 ศึกษาและค้นคว้าเอกสาร (Documentary Analysis) ที่เกี่ยวข้องกับความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการศึกษาเพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ได้แก่ 1) รายงานวิจัยเพื่อจัดทำข้อเสนอเชิงนโยบายการพัฒนาการศึกษาเพื่อสร้างความเป็นพลเมืองของประเทศไทยและต่างประเทศ 2) รายงานวิจัยแนวทางการส่งเสริมความเป็นพลเมืองโลก 3)

รายงานข้อเสนอตัวชี้วัดการศึกษาเพื่อความเป็นพลเมืองโลก ตามกรอบเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศไทยและต่างประเทศ 4) บทความวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ในช่วง 20 ปีย้อนหลัง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 ถึง 2563

4.1.2 วิเคราะห์ และสังเคราะห์เอกสาร งานวิจัย และข้อมูลเกี่ยวกับความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการศึกษาเพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ฉบับร่าง

4.1.3 นำองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการวิเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาตรวจสอบ นำข้อเสนอแนะที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขเป็นข้อสรุปย่อย

4.1.4 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ที่จัดทำขึ้นสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ได้แก่

- 1) ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับนโยบายทางการศึกษาของประเทศไทย จำนวน 1 ท่าน
- 2) ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นผู้นำองค์กรที่มีส่วนกำหนดหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับประเทศ จำนวน 1 ท่าน
- 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 2 ท่าน
- 4) ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ จำนวน 1 ท่าน

4.1.5 นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาวิเคราะห์ สังเคราะห์ และจัดทำเป็นข้อสรุปย่อย

4.1.6 นำข้อสรุปย่อยมาวิเคราะห์ และสังเคราะห์เป็นความหมาย องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

4.2 ตรวจสอบความเหมาะสมของความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

4.2.1 ผู้วิจัยนำแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

4.2.2 ผู้วิจัยนำแบบประเมินที่ได้รับคืนมาวิเคราะห์ข้อมูล หาค่าเฉลี่ย และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

5. วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1.1 จัดระเบียบข้อมูลจากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ และจัดระเบียบข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

5.1.2 กำหนดรหัสข้อมูล เป็นการจัดระเบียบทางเนื้อหา โดยจัดข้อมูลให้เป็นหมวดหมู่ และกำหนดคำหลักของข้อมูลซึ่งอาจเป็นวลีหรือข้อความหนึ่งมาแทนข้อมูลจากการสังเคราะห์เอกสาร และข้อมูลที่ถูกบันทึกในแบบสัมภาษณ์

5.1.3 สร้างข้อสรุปชั่วคราว โดยสรุปเชื่อมโยงคำหลักเข้าด้วยกันภายหลังจากผ่านกระบวนการกำหนดรหัสข้อมูลแล้ว และเขียนเป็นประโยคข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคำหลัก ทำให้ข้อมูลกระชับมากขึ้น โดยข้อสรุปชั่วคราวนี้จะถูกใช้เป็นตัวบ่งชี้ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

5.1.4 เขียนเชื่อมโยงข้อสรุปชั่วคราวและสรุปเป็นบทสรุปย่อ โดยข้อสรุปย่อนี้จะถูกกำหนดเป็นความหมาย และองค์ประกอบความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

5.1.5 นำบทสรุปย่อมาเชื่อมโยงเข้าด้วยกัน เพื่อสรุปเป็นองค์ประกอบของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

5.1.6 พิสูจน์ความน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้วิธีการตรวจสอบสามเส้าด้านวิธีการเก็บข้อมูล (Method Triangulation) โดยเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการสังเคราะห์เอกสารและการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง แล้วพิจารณาความสอดคล้องกันของข้อมูล และวิธีการสนทนากับผู้เชี่ยวชาญ (Peer Debriefing) เพื่อตรวจสอบการวิเคราะห์ข้อมูลกับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ

5.2 ตรวจสอบความเหมาะสมของความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

5.2.1 นำผลการประเมินความเหมาะสมของความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย โดยมีคะแนนการประเมินและการแปลผลตามวิธีของลิเคิร์ท ปรับปรุงจากแบบประเมินผลงานวิจัย และเกณฑ์การประเมินของบุญชม ศรีสะอาด (2554) ดังนี้

5 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมมากที่สุด

4 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมมาก

3 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมปานกลาง

2 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมน้อย

1 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมน้อยที่สุด

นำค่าเฉลี่ยไปแปลความหมายโดยเทียบกับเกณฑ์การประเมิน (บุญชม ศรี

สะอาด, 2554) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมน้อยที่สุด

5.2.2 ปรับปรุงความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมือง
วิทยาศาสตร์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การศึกษาในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative research methodology) ในรูปแบบการวิจัยเชิงทดลองขั้นต้น (Pre-experimental design) ในลักษณะแผนงานวิจัยแบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One group pretest-posttest design) ซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็น พลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. แหล่งข้อมูล

1.1 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 36 คน เข้าร่วมการทดลองนำร่อง

1.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

1.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน

1.4 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ จำนวน 2 ท่าน

1.5 ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 1 ท่าน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

2.2 แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

3. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.1 แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

สำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1.1 กำหนดจุดประสงค์การประเมิน เพื่อประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ทุกองค์ประกอบ

3.1.2 สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- 5 คะแนน รายการประเมินนั้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
- 4 คะแนน รายการประเมินนั้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
- 3 คะแนน รายการประเมินนั้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
- 2 คะแนน รายการประเมินนั้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
- 1 คะแนน รายการประเมินนั้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

3.1.3 นำแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบและพิจารณาความเหมาะสมของแบบประเมิน แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3.1.4 จัดทำแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลจริง

3.2 แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

สำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.2.1 กำหนดจุดประสงค์การประเมิน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยพิจารณา รายละเอียดเกี่ยวกับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้

3.2.2 สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยใช้เกณฑ์การ

ประเมินตามวิธีของลิเคิร์ท ปรับปรุงจากแบบประเมินผลงานวิจัย และเกณฑ์การประเมินของบุญชม ศรีสะอาด (2554) ดังนี้

- 5 คะแนน รายการประเมินนั้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
- 4 คะแนน รายการประเมินนั้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
- 3 คะแนน รายการประเมินนั้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
- 2 คะแนน รายการประเมินนั้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
- 1 คะแนน รายการประเมินนั้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

3.2.3 นำแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบและพิจารณาความเหมาะสมของแบบประเมิน แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3.2.4 จัดทำแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลจริง

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การสร้างและตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของทิสนา แคมมณี (2551), Joyce, Weil and Shower (1992) และ Joyce and Weil (2000) มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์
ดังนี้

1. การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1 ศึกษาผลการสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์จากการศึกษาระยะที่ 1

1.2 ศึกษาข้อมูลจากเอกสาร ตำรา วารสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ ที่เกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมือง ทฤษฎีทางการศึกษา และแนวคิดที่เกี่ยวข้องในการจัดการเรียนรู้

1.3 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐาน และตัวชี้วัด (ฉบับปรับปรุงพ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

2. ร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้สังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีรายละเอียด ดังนี้

2.1 หลักการและเหตุผล กล่าวถึงความเชื่อและแนวคิดทฤษฎีการศึกษาที่เป็นพื้นฐานของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

2.2 วัตถุประสงค์ ระบุผลที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน หลังจากจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้

2.3 กิจกรรมการเรียนรู้ ระบุวิธีการปฏิบัติในแต่ละขั้นการจัดการเรียนรู้ เมื่อนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้

2.4 การวัดและประเมินผล เป็นส่วนที่ประเมินผลผู้เรียน หลังจากจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ สาระการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้

2.5 เงื่อนไขในการจัดการเรียนรู้ ระบุเงื่อนไขข้อจำกัด ข้อควรระวัง ในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ให้ประสบความสำเร็จ

3. จัดทำเอกสารประกอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ขั้นที่ 2 การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นเอกสารที่ทำให้ทราบถึงแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ ในการจัดทำแผนการเรียนรู้ แต่ละแผนประกอบด้วย จุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ สื่อการสอน และการวัดและประเมินผล ซึ่งการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว 1.3 เพื่อกำหนดกรอบความคิดด้านตัวชี้วัดชั้นปี จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. แบ่งสาระการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และกำหนดเวลาในการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งสิ้น 3 แผน จำนวน 12 คาบ ดังตาราง 3

ตาราง 3 เนื้อหา ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และจำนวนคาบที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

ลำดับ แผน	เนื้อหา	ประเด็นทางสังคมที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	จำนวน คาบ
1	พันธูวิศวกรรม การโคลนยีน และ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดีเอ็นเอด้าน เกษตรและอุตสาหกรรม	การปลูกข้าวเหลืองตัดแปร พันธูกรรมในประเทศไทย	4
2	การหาขนาดของดีเอ็นเอ การหาลำดับ นิวคลีโอไทด์ และการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีดีเอ็นเอด้านนิติวิทยาศาสตร์	การจัดทำฐานข้อมูลสาร พันธูกรรมระดับชาติใน ประเทศไทย	4
3	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ด้านการแพทย์และเภสัชกรรม	การปรับแต่งจีโนมในมนุษย์	4
รวม			12

3. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ให้สอดคล้องกับตัวชี้วัด โดย
แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

- 1) ชื่อเรื่อง
- 2) มาตรฐานการเรียนรู้
- 3) ตัวชี้วัดชั้นปี
- 4) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 5) สาระสำคัญ
- 6) กิจกรรมการเรียนรู้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอเพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมือง
วิทยาศาสตร์

7) การวัดผลและประเมินผล

8) สื่อและแหล่งเรียนรู้

9) บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้

4. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อ
ตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุง

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้

นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ไปตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมในแต่ละองค์ประกอบของการนำเสนอ รูปแบบ ความสมบูรณ์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ในเรื่องความสอดคล้องกันขององค์ประกอบของ โครงร่างรูปแบบ และตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ดำเนินการดังนี้

1. นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ อย่างละ 1 ฉบับ ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 1 ท่าน พิจารณาตรวจสอบตามแบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

2. นำแบบประเมินที่ได้รับคืน มาวิเคราะห์ข้อมูล หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ถ้าค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้มีค่าตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ผู้วิจัย ถือว่าผู้เชี่ยวชาญมีฉันทามติต่อรายการนั้นว่ามีความเหมาะสมหรือสอดคล้องกันขององค์ประกอบ ถ้าต่ำกว่านี้ต้องนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3. ปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ ที่มีคุณภาพสามารถนำไปทดลองใช้ได้

ขั้นที่ 4 ทดลองนำร่องรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้

นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการพิจารณาตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้นำร่องกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 36 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แต่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในสภาพการจัดการเรียนการสอนจริง แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำร่อง และการสังเกตสภาพการจัดการเรียนรู้ และผลจากการทำกิจกรรมของนักเรียน มาสรุปผล

ขั้นที่ 5 ปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ และจัดทำรูปแบบการจัดการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์

5. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 นำผลการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของ

ผู้เชี่ยวชาญ โดยมีคะแนนการประเมินและการแปลผลตามวิธีของลิเคิร์ท ปรับปรุงจากแบบประเมินผล
งานวิจัย และเกณฑ์การประเมินของบุญชม ศรีสะอาด (2554) ดังนี้

5 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมมากที่สุด

4 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมมาก

3 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมปานกลาง

2 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมน้อย

1 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมน้อยที่สุด

นำค่าเฉลี่ยไปแปลความหมายโดยเทียบกับเกณฑ์การประเมิน (บุญชม ศรีสะอาด, 2554) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมน้อยที่สุด

5.2 กำหนดเกณฑ์เพื่อตัดสินผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้
และแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมหรือไม่ ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.51 คะแนน หรือ
คะแนนอยู่ในระดับเหมาะสมมากเป็นต้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (Best, 1970)

5.3 นำข้อมูล ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะต่อการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็น
พลเมืองวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากการทดลองนำร่องมาวิเคราะห์ และปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้
เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ และแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

**ขั้นที่ 2 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเป็นพลเมือง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**

การศึกษาในขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อ
ส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีรายละเอียด
ดังนี้

1. แหล่งข้อมูล

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2
ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรายวิชา
วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก
จำนวน 53 คน ได้จากการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบวัดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

การสร้างและหาคุณภาพแบบวัดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีวิธีการดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

3.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3.3 สร้างแบบวัด กำหนดเกณฑ์ในการประเมิน และเกณฑ์การจัดระดับความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งจะมีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบ่งตามระดับความสามารถของนักเรียนตามองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

3.4 นำแบบวัดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย รวมถึงเกณฑ์การตรวจคำตอบของแต่ละข้อคำถาม เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.5 นำแบบวัดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 1 ท่าน โดยตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตรวจสอบความเหมาะสมของข้อคำถาม และความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา รวมถึงความถูกต้องของเกณฑ์การตรวจคำตอบแต่ละข้อคำถามและพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อสามารถวัดได้สอดคล้องกับตัวบ่งชี้ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์หรือไม่

โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณา ดังต่อไปนี้

+1 แทน เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับตัวบ่งชี้ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

0 แทน เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับตัวบ่งชี้ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

-1 แทน เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับตัวบ่งชี้ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

3.6 นำคะแนนที่ได้จากการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ โดยคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป มาทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ พบว่ามีค่าความสอดคล้องของข้อคำถามกับตัวบ่งชี้ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ 0.60 - 1.00 ดังภาคผนวก ค

3.7 นำแบบวัดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 36 คน ที่เรียนเทคโนโลยีดีเอ็นเอแล้ว แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ โดยกำหนดเกณฑ์พิจารณาค่าความยาก ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-1.00 และตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดของครอนบาค (Cronbach)

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากของแบบวัดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.39-0.65 และมีค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-0.50 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเท่ากับ 0.65 ดังภาคผนวก ค

3.8 จัดพิมพ์แบบวัดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ พร้อมเกณฑ์การจัดระดับความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ที่ประยุกต์จากข้อกำหนดของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2557)

ตาราง 4 เกณฑ์การจัดระดับความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

ร้อยละของคะแนนเต็ม	แปลผล
< ร้อยละ 50	เป็นผู้มีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับต่ำกว่าเกณฑ์
ร้อยละ 50 – ร้อยละ 59	เป็นผู้มีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับน้อย
ร้อยละ 60 – ร้อยละ 69	เป็นผู้มีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง
ร้อยละ 70 – ร้อยละ 79	เป็นผู้มีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับมาก
ร้อยละ 80 – ร้อยละ 100	เป็นผู้มีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับมากที่สุด

4. วิธีดำเนินการวิจัย

ในการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีรูปแบบวิจัยแบบหนึ่งกลุ่มวัดสองครั้ง (One group pretest-posttest design) โดยเก็บข้อมูลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ออกแบบการทดลองดังต่อไปนี้ (รัตนะ บัวสนธ์, 2544)

O₁

X

O₂

O₁ คือ ผลที่วัดได้ก่อนการทดลอง

X คือ การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมือง

O₂ คือ ผลที่วัดได้หลังการทดลอง

โดยผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

4.1 นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 53 คน โดยให้นักเรียนทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบวัดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

4.2 กำหนดเกณฑ์โดยใช้วิธีของเบอร์ก (Berk, 1976) โดยนำคะแนนของกลุ่มที่ยังไม่เรียน หรือคะแนนทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มทดลองมาเทียบกับคะแนนของกลุ่มที่เรียนเนื้อหาแล้ว หรือคะแนนทดสอบนำร่อง จากนั้นนำคะแนนมาสร้างกราฟเพื่อหาจุดตัดคะแนน (Cut off score) และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์ (\emptyset vc)

4.3 ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นตามรูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 แผน 12 คาบ

4.4 หลังจากจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ผู้สอนทำการวัดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียน ด้วยแบบวัดชุดเดียวกับที่ใช้ก่อนเรียน

5. วิเคราะห์ข้อมูล

5.1 ให้คะแนนคำตอบนักเรียนเป็นรายบุคคลตามเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ และหาค่าเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน

5.2 เปรียบเทียบความเป็นพลเมืองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test for dependent sample) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

5.3 นำคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่แสดงว่านักเรียนเป็นผู้รอบรู้หรือไม่รอบรู้ ด้วยการทดสอบทางสถิติทดสอบที (t-test) ของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวเทียบกับคะแนนเกณฑ์ (One sample t-test) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1) ค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้สูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2) ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบวัดความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์

2.1) ค่าความยากของแบบทดสอบรายข้อ (Whitney and Sabers, 1970)

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	P_E	แทน	ค่าความยาก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่ง
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

2.2) ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบรายข้อ (Whitney and Sabers, 1970)

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่ง
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

3) ค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรการค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

6.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1) ค่าร้อยละโดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538)

$$P = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าร้อยละ
	f	แทน	ค่าความถี่ที่ต้องการแปลให้เป็นร้อยละ
	n	แทน	ค่าจำนวนความถี่ทั้งหมด

2) ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538)

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

เมื่อ	\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538)

$$SD = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ	SD	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

4) สถิติทดสอบค่าที (One sample t-test) (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2553)

ใช้ Z-test

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}}$$

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	เกณฑ์ที่ตั้งขึ้น
	σ	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มประชากร
	n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

5) การกำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบโดยวิธีของเบอร์ก (Berk, 1976)

ใช้คะแนนจุดตัดแบ่งนักเรียนกลุ่มที่เรียนแล้ว (ได้รับการสอน) กับกลุ่มที่ไม่ได้เรียน (ไม่ได้รับการสอน) เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ คือกลุ่มรอบรู้จริง (True Masters : TM) กลุ่มไม่รอบรู้จริง (True Normasters : TN) กลุ่มรอบรู้ไม่จริง (False Masters : FM) และกลุ่มไม่รอบรู้ไม่จริง (False Nonmasters : FN) คะแนนจุดตัดที่เหมาะสมต้องพิจารณาจากความน่าจะเป็น 2 แบบโดยให้ค่าความน่าจะเป็นแต่ละแบบมีลักษณะดังนี้

1) ค่าความน่าจะเป็นของการตัดสินใจถูก (Probability of Correct Decision) มี

ค่าสูงสุดนั้นคือจะต้องหา $P(TM) + P(TN)$ สูงสุด

2) ค่าความน่าจะเป็นของการตัดสินใจผิด (Probability of Incorrect Decision) มี

ค่าต่ำสุดนั้นคือจะต้องหา $P(FM) + P(FN)$ ต่ำสุด

โดย	ความน่าจะเป็นของการรอบรู้จริง	คือ	$P(TM)$
	ความน่าจะเป็นของการรอบรู้ไม่จริง	คือ	$P(FM)$
	ความน่าจะเป็นของการไม่รอบรู้จริง	คือ	$P(TN)$
	ความน่าจะเป็นของการไม่รอบรู้ไม่จริง	คือ	$P(FN)$

ซึ่งความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ทั้ง 4 นี้ สามารถหาได้จากสัดส่วนของจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม (Cell Frequencies) ต่อจำนวนนักเรียนทั้งหมด (Total Sample)

	$P(TM)$	=	$(TM) / (M+N)$
	$P(FM)$	=	$(FM) / (M+N)$
	$P(TN)$	=	$(TN) / (M+N)$
	$P(FN)$	=	$(FN) / (M+N)$
เมื่อ	TM	แทน	นักเรียนในกลุ่มรอบรู้จริง
	FM	แทน	นักเรียนในกลุ่มรอบรู้ไม่จริง
	TN	แทน	นักเรียนในกลุ่มไม่รอบรู้จริง
	FN	แทน	นักเรียนในกลุ่มไม่รอบรู้ไม่จริง
	M + N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
			$(M + N = FM + FN + TM + TN)$

การพิจารณาค่าคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมนอกจากจะใช้พิจารณาความน่าจะเป็นในการตัดสินใจแล้ว ยังควรพิจารณาจากสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัด ซึ่งสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงจะแสดงให้เห็นว่า คะแนนจุดตัดที่ใช้ในการจำแนกได้ดีเพียงใด คำนวณได้จากสูตร

$$\phi_{vc} = \frac{P(TM) - BR(SR)}{\sqrt{BR(1-BR)SR(1-SR)}}$$

เมื่อ	ϕ_{vc}	แทน	สัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์
	BR	แทน	ความน่าจะเป็นของความรอบรู้ในประชากร = $P(FN) + P(TM)$
	SR	แทน	ความน่าจะเป็นของการพยากรณ์ผู้รอบรู้ในประชากร = $P(FM) + P(TM)$

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยแบ่งผลการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การสังเคราะห์ความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ และระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีรายละเอียดดังนี้

ระยะที่ 1 การสังเคราะห์ความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร วิเคราะห์เอกสาร และสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างผู้เชี่ยวชาญทั้งสิ้นจำนวน 5 ท่าน แบ่งเป็น ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับนโยบายทางการศึกษาของประเทศไทย จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นผู้อำนวยการที่มีส่วนกำหนดหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับประเทศ จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ จำนวน 1 ท่าน เพื่อสังเคราะห์ความหมาย องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ และประเมินความเหมาะสม ผลการสังเคราะห์และวิเคราะห์ความเหมาะสมของความหมาย องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์มีสาระสำคัญดังนี้

1. ความหมายของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์เอกสารสอดคล้องกับผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ หมายถึง บุคคลที่มีความรู้วิทยาศาสตร์ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานในการดำรงชีวิต และแสดงจุดยืนของตนเองในสังคมได้อย่างมีเหตุและผล ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“พลเมืองวิทยาศาสตร์ คือ พลเมืองที่มีฐานความคิดแบบวิทยาศาสตร์ มีความรู้วิทยาศาสตร์ มีทักษะ มีจิตวิทยาศาสตร์ และมีความรับผิดชอบและมีส่วนร่วมต่อสังคม”

(ผู้เชี่ยวชาญที่ 1)

“พลเมืองวิทยาศาสตร์ ภาษาอังกฤษ คือ citizenship คือการรู้วิทยาศาสตร์ หรือ Science community หรือการสร้างสังคมหรือชุมชนวิทยาศาสตร์ ฉะนั้นการสร้างพลเมืองหรือชุมชนแบบวิทยาศาสตร์ได้ 1. คนต้องคิดแบบวิทยาศาสตร์ 2. ต้องรู้วิทยาศาสตร์ 3. ต้องเข้าใจวิทยาศาสตร์ และ 4. ต้องนำวิทยาศาสตร์ไปปรับประยุกต์ใช้ได้”

(ผู้เชี่ยวชาญที่ 4)

“พลเมืองวิทยาศาสตร์ คือ ประชาชนที่อาจจะมียุทธศาสตร์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือว่ามีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการที่จะแก้ปัญหาาร่วมกันของชุมชน”

(ผู้เชี่ยวชาญที่ 5)

จากผลการประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ สามารถสรุปความคิดเห็นและข้อเสนอแนะได้ว่า พลเมืองวิทยาศาสตร์ควรจะมีทักษะทางวิทยาศาสตร์ และเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี ดังตัวอย่างข้อมูลสนับสนุนต่อไปนี้

“คนเราจะมีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ได้นั้นควรจะต้องมีทักษะทางวิทยาศาสตร์ และเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์”

(ผู้เชี่ยวชาญที่ 1)

“ถ้าผู้้นั้นจะมีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ได้ ต้องมีความรู้ ทักษะ และนำความรู้ไปใช้ได้”

(ผู้เชี่ยวชาญที่ 2)

ดังนั้นความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ หมายถึง บุคคลที่มีความรู้วิทยาศาสตร์ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ และเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานในการดำรงชีวิต และแสดงจุดยืนของตนเองในสังคมได้อย่างมีเหตุและผล จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญซึ่งระดับความคิดเห็น อยู่ในระดับเห็นด้วยว่าเหมาะสมมาก ($\bar{x} = 4.00$)

2. องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์เอกสารสามารถสรุปรายละเอียดขององค์ประกอบความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ได้ 3 องค์ประกอบ 6 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ องค์ประกอบด้านบุคคล (2 ตัวบ่งชี้) คือ ความรู้พื้นฐานพันธุศาสตร์ และการคิดเชิงวิพากษ์ องค์ประกอบด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม (2 ตัวบ่งชี้) คือ ความสามารถในการโต้แย้ง และความสามารถในการตัดสินใจ องค์ประกอบด้านการตระหนักถึงสถานการณ์ในสังคม (2 ตัวบ่งชี้) คือ การตระหนักในตัวบุคคล และการตระหนักต่อส่วนรวมตามหน้าที่ในสังคม

ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน สรุปรายละเอียดขององค์ประกอบความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ได้ 3 องค์ประกอบ 11 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ องค์ประกอบด้านบุคคล (6 ตัวบ่งชี้) คือ ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ด้านพันธุศาสตร์ การคิดเชิงวิพากษ์ ความฉลาดรู้วิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม (3 ตัวบ่งชี้) คือ ความสามารถในการโต้แย้ง ความสามารถในการตัดสินใจ และความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม องค์ประกอบด้านการตระหนักถึงสถานการณ์ในสังคม (2 ตัวบ่งชี้) คือ การตระหนักในตัวบุคคล และการตระหนักต่อส่วนรวมตามหน้าที่ในสังคม ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ อันดับแรกต้องมี scientific mind อันนี้เป็นคุณสมบัติพื้นฐานของคน แต่พอเรารวมคำว่าพลเมืองมาด้วย จะต้องเพิ่ม responsibility คือ ความรับผิดชอบ และมีส่วนร่วมต่อสังคม ซึ่งควรถูกนำไปใช้ในการดำเนินชีวิตของตนเองและการพัฒนาสังคม รวมถึงการช่วยเหลือคนอื่นในสังคม โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์...พลเมืองวิทยาศาสตร์ต้องมีความรู้พื้นฐาน และการคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ควบคู่กัน มันควรจะเป็นสังคมที่เป็นแบบนี้ในความหมายของ knowledge และ attitude ส่วนการคิดเชิงวิพากษ์ก็เป็นส่วนหนึ่ง...”

(ผู้เชี่ยวชาญที่ 1)

“บุคคลที่จะมีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ต้องมี ความรู้พื้นฐานหรือ concept พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ ต้องเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สามารถแสดงจุดยืนเมื่อมีประเด็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และสังคมได้ และเป็นผู้ที่คอยติดตามข่าวสาร ความเคลื่อนไหวที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ตามสื่อต่างๆได้”

(ผู้เชี่ยวชาญที่ 2)

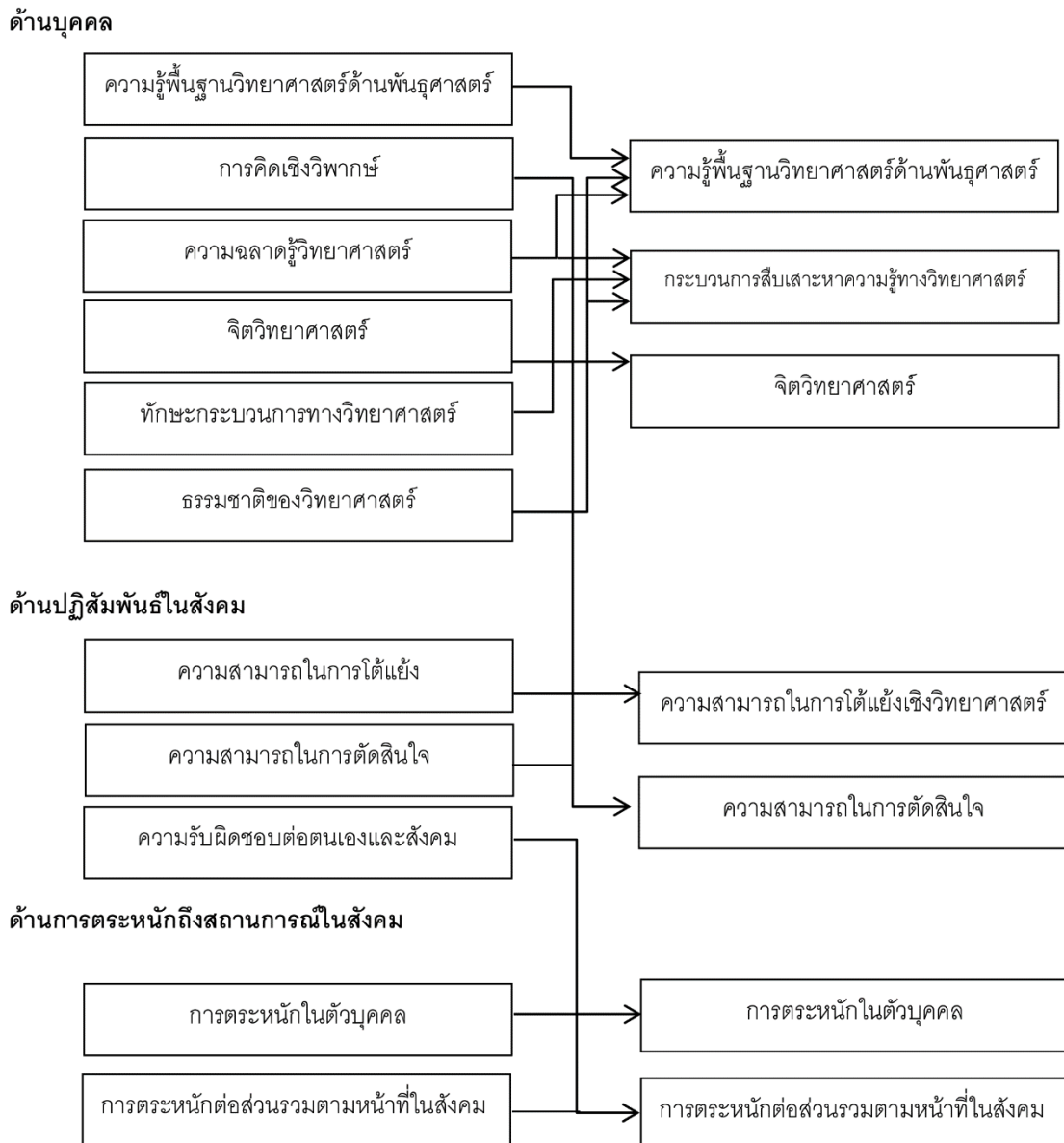
“บุคคลที่จะมีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ต้องมีการรับรู้ ซึ่งผมรวมถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แล้วเอาไปสื่อสารกับชุมชน สื่อสารโดยต้องมีการตระหนักรู้ว่า สิ่งที่สื่อสารออกไปหรือสิ่งที่ทำไป ต้องอยู่บนฐานการฉลาดรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งการฉลาดรู้เหล่านี้ ต้องมีความรู้ ความเข้าใจ แนวคิด ที่ถูกต้อง และเอาไปสื่อสารที่ถูกต้องด้วย อันนี้ก็มีความสำคัญ และที่สำคัญคือ เมื่อมีเรื่องของชุมชน จะมีเรื่องของ participation หรือการมีส่วนร่วม คำนี้ต้องมี การมีส่วนร่วมกับสังคม ถ้าแค่รู้วิทยาศาสตร์แต่ไม่มีส่วนร่วมกับสังคม ก็ไม่มีความเป็นพลเมือง ดังนั้นเค้าต้องมีปฏิสัมพันธ์ หรือมีการมีส่วนร่วม คือต้องมี science communication มันก็จะย้อนกลับมา”

(ผู้เชี่ยวชาญที่ 4)

“คุณสมบัติของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ต้องมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ critical thinking กระบวนการวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ ที่สำคัญต้องมีการสร้างเครือข่ายในสังคม และมีจิตสาธารณะ ต้องมองเห็นส่วนรวม...”

(ผู้เชี่ยวชาญที่ 5)

หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ จากผลการวิเคราะห์เอกสาร และการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง พบว่าตัวบ่งชี้บางตัวนั้นมีความใกล้เคียงกัน สามารถนำมาจัดกลุ่ม เพื่อระบุเป็นพฤติกรรมสังเกตที่ใส่ใจความชัดเจนและเป็นเอกลักษณ์ในตัวบ่งชี้ นั้น ๆ ได้ ซึ่งได้ 3 องค์ประกอบ 7 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ องค์ประกอบด้านบุคคล (3 ตัวบ่งชี้) คือ ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ด้านพันธุศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม (2 ตัวบ่งชี้) คือ ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจ องค์ประกอบด้านการตระหนักถึงสถานการณ์ในสังคม (2 ตัวบ่งชี้) คือ การตระหนักในตัวบุคคล และการตระหนักต่อส่วนรวมตามหน้าที่ในสังคม ดังภาพ 2



ภาพ 2 การจัดกลุ่ม 7 ตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีผลดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมือง
วิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน เฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	ระดับ ความเหมาะสม
1. องค์ประกอบด้านบุคคล			
1.1 ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ด้านพันธุศาสตร์ - ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างยีน การสังเคราะห์โปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนที่อยู่บน โครโมโซมเพศและมัลติเปิลแอลลีล กระบวนการ และผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงลำดับ นิวคลีโอไทด์ในดีเอ็นเอต่อการแสดงลักษณะ ของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ - ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปปรับประยุกต์ใช้ ในการสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย พยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่ สมเหตุสมผล วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล ทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป และประเมินข้อ โต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจาก แหล่งที่มาที่หลากหลาย	4.20	0.84	มาก
1.2 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ - ผู้เรียนสามารถระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจ ตรวจสอบ แยกแยะประเด็นปัญหา เสนอวิธีสำรวจ ตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประเมินวิธี สำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์	4.80	0.45	มากที่สุด

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	ระดับความเหมาะสม
บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือ ของข้อมูล และความเป็นกลาง และการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย			
1.3 จิตวิทยาศาสตร์ - ผู้เรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีความอยากรู้ อยากเห็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และประเด็นที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีความตั้งใจที่จะหา ความรู้วิทยาศาสตร์และทักษะเพิ่มเติม โดยใช้ แหล่งข้อมูลและวิธีการที่หลากหลาย มีความสนใจในวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง	4.20	0.84	มาก
2. องค์ประกอบด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม			
2.1 ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ - ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และตีความข้อมูล สร้างข้อโต้แย้งเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทาง วิทยาศาสตร์และความรู้ สอบถามแหล่งที่มา ของข้อมูล แสดงความคิดเห็นและเจรจาต่อรองเพื่อ พิจารณามุมมองที่แตกต่างกัน และประเมินความ เสี่ยงและประโยชน์ที่เกิดขึ้น	4.80	0.45	มากที่สุด
2.2 ความสามารถในการตัดสินใจ - ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจกับมุมมองที่ แตกต่างกัน ประเมินหลักฐานเพื่อจัดการข้อมูลที่ ขัดแย้งกัน คาดการณ์และชั่งน้ำหนัก	5.00	0.00	มากที่สุด

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	ระดับความเหมาะสม
ความน่าจะเป็นของความเสียหายหรือผลลัพธ์ทางวิทยาศาสตร์ที่จะเกิดขึ้น อนุমানค่าตอบที่ถูกต้องจากข้อมูล ลงข้อสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่ ตีความข้อสรุปบนข้อมูลและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตีความข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ จัดการกับข้อมูลที่มีความขัดแย้งกัน รับรู้และพิจารณามุมมองที่แตกต่างกัน สื่อสารข้อมูลและสะท้อนคุณค่าสิ่งที่ตัดสินใจ			
3. องค์ประกอบด้านการตระหนักถึงสถานการณ์ในสังคม			
3.1 การตระหนักในตัวบุคคล - ผู้เรียนมีจริยธรรม ศีลธรรม ความรับผิดชอบส่วนบุคคล มองเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ เคารพประชาธิปไตยและกฎหมายในประเทศ มีใจเปิดกว้าง กล่าวหาญในการปกป้องมุมมองของตนเอง	4.80	0.45	มากที่สุด
3.2 การตระหนักต่อส่วนรวมตามหน้าที่ในสังคม - ผู้เรียนเคารพและเข้าใจซึ่งกันและกัน มีความรับผิดชอบต่อสังคม มีความเป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกันกับผู้อื่น เต็มใจรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น มีการแสดงออกถึงความห่วงใยในสิ่งแวดล้อมและการรักษาสิ่งแวดล้อมให้ยั่งยืน	4.80	0.45	มากที่สุด
รวม	4.66	0.49	มากที่สุด

จากตาราง 5 พบว่า ความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์ ในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49

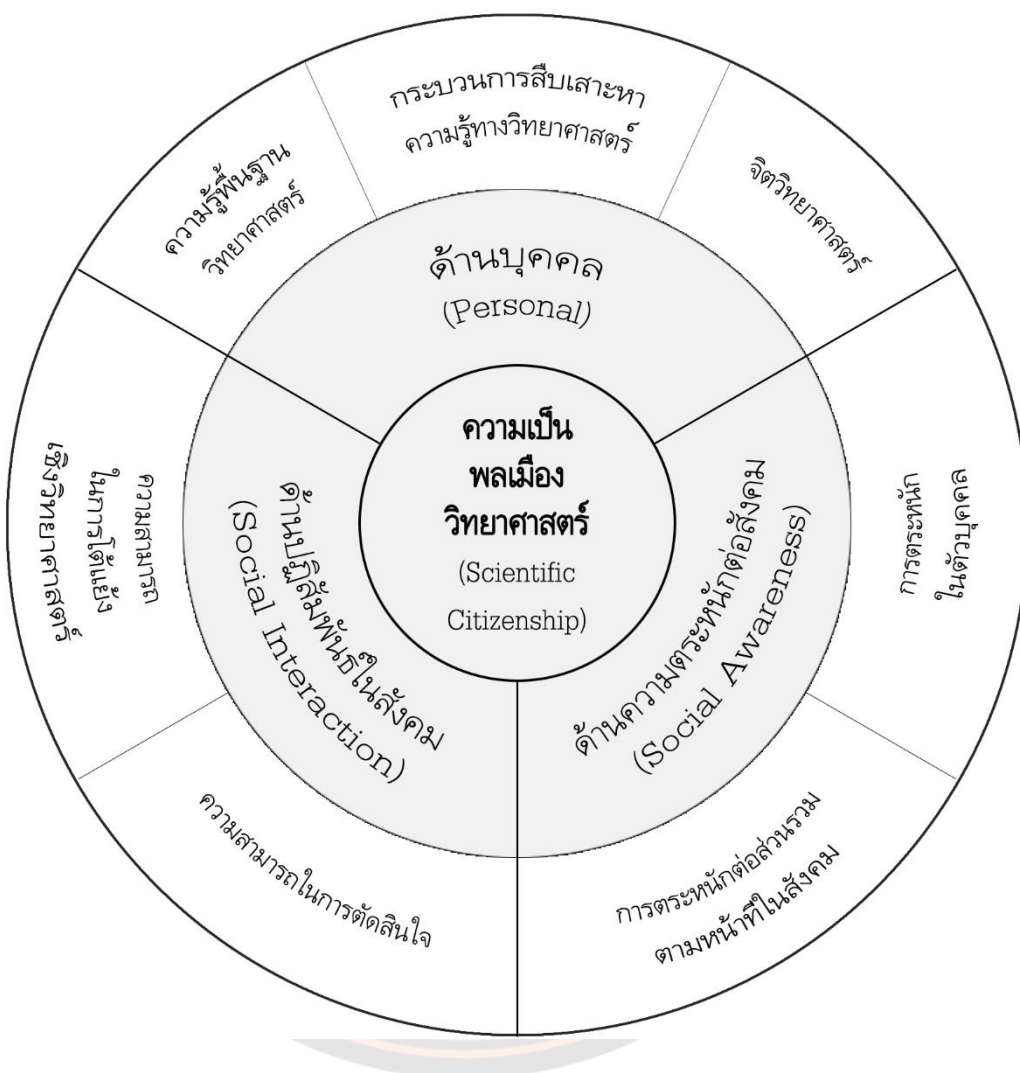
โดยผู้วิจัยได้ปรับองค์ประกอบ ตัวบ่งชี้ และพฤติกรรมสังเกตของความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์ตามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากการประเมินความเหมาะสมของ ผู้เชี่ยวชาญ ดังตาราง 6

ตาราง 6 ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญและรายการการปรับปรุงองค์ประกอบ ตัวบ่งชี้ และ พฤติกรรมสังเกตของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบความเป็น พลเมืองวิทยาศาสตร์	ข้อเสนอแนะ	รายการการปรับปรุง
ด้านบุคคล	<p>“ความรู้ทางพันธุศาสตร์นั้นจำเพาะเกินไป ควรใช้คำว่าความรู้พื้นฐานทาง วิทยาศาสตร์ จะทำให้ครูนำไปใช้ในการพัฒนานักเรียนได้ในหลากหลาย เนื้อหาวิชามากขึ้น”</p> <p>(ผู้เชี่ยวชาญที่ 1)</p>	<p>ปรับชื่อตัวบ่งชี้ที่ 1 องค์ประกอบจากความรู้ พื้นฐานวิทยาศาสตร์ด้าน พันธุศาสตร์ เป็นความรู้ พื้นฐานวิทยาศาสตร์</p>
	<p>“ความรู้พันธุศาสตร์ลึกเกินไป และ เหมาะสำหรับนักเรียนบางกลุ่ม ควร เขียนให้เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กลางๆ”</p> <p>(ผู้เชี่ยวชาญที่ 4)</p>	
	<p>“จิตวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยเจตคติ ต่อวิทยาศาสตร์และเจตคติทาง</p>	<p>ปรับพฤติกรรมสังเกตของ จิตวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจน ยิ่งขึ้น</p>

องค์ประกอบความเป็น พลเมืองวิทยาศาสตร์	ข้อเสนอแนะ	รายการการปรับปรุง
	<p>วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยยังเขียนพฤติกรรม บ่งชี้ไม่ชัด ยากในการนำไปใช้” (ผู้เชี่ยวชาญที่ 1)</p>	
<p>ด้านการตระหนักถึงสถานการณ์ในสังคม</p>	<p>“จิตวิทยาศาสตร์ เท่ากับ เจตคติทาง วิทยาศาสตร์ เป็นคุณลักษณะของ นักวิทยาศาสตร์ อาทิ ใจกว้าง อดทน มุ่งมั่น” (ผู้เชี่ยวชาญที่ 2)</p>	
	<p>“ชื่อด้าน น่าจะแปลว่า ความตระหนัก ต่อสังคม” (ผู้เชี่ยวชาญที่ 2)</p>	<p>ปรับชื่อองค์ประกอบจากด้าน การตระหนักถึงสถานการณ์ใน สังคม เป็นด้านความตระหนัก ต่อสังคม</p>
	<p>“กล้าหาญ ผมคิดว่าหากใช้คำว่ากล้า แสดงออกจะเหมาะสมกับนักเรียน มากกว่า” (ผู้เชี่ยวชาญที่ 4)</p>	<p>ปรับคำในพฤติกรรมสังเกต ด้านความตระหนักต่อสังคมให้ เข้าใจและเหมาะสมมากยิ่งขึ้น</p>
	<p>“ไม่ควรเน้นไปที่สิ่งแวดล้อม น่าจะเป็น ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หรือ socio-scientific issue มากกว่า” (ผู้เชี่ยวชาญที่ 2)</p>	<p>ปรับคำในพฤติกรรมสังเกตที่ เน้นในเรื่องสิ่งแวดล้อม เป็น ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้อง กับวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลกระทบต่อสังคม</p>

ดังนั้นจึงได้ข้อสรุปในการระบอบองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ 7 ตัวบ่งชี้ ได้ดังภาพ 3



ภาพ 3 องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

มีรายละเอียดขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

1. องค์ประกอบด้านบุคคล (Personal) ประกอบด้วย 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

ตัวบ่งชี้ที่ 1 ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมสังเกต คือ ผู้เรียนมีความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมสมัย ซึ่งเป็นเนื้อหาที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน และกำหนดบรรทัดฐานร่วมสมัยในสังคม โดยในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาวิทยาศาสตร์ในเรื่อง พันธุศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปรับ

ประยุกต์ใช้ในการสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญซึ่งระดับความคิดเห็น อยู่ในระดับเห็นด้วยว่าเหมาะสมมาก ($\bar{x} = 4.20$)

ตัวบ่งชี้ที่ 2 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมสังเกต คือ ผู้เรียนสามารถระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบ แยกแยะประเด็นปัญหา เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลและความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญซึ่งระดับความคิดเห็น อยู่ในระดับเห็นด้วยว่าเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{x} = 4.80$)

ตัวบ่งชี้ที่ 3 จิตวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมสังเกต คือ ผู้เรียนมีคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ คือ มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีความตั้งใจที่จะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และทักษะเพิ่มเติม โดยใช้แหล่งข้อมูลและวิธีการที่หลากหลาย และมีความรู้สึกสนใจเห็นความสำคัญและคุณค่าของวิทยาศาสตร์ จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญซึ่งระดับความคิดเห็น อยู่ในระดับเห็นด้วยว่าเหมาะสมมาก ($\bar{x} = 4.20$)

2. องค์ประกอบด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม (Social interaction) ประกอบด้วย 2 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

ตัวบ่งชี้ที่ 1 ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมสังเกต คือ ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และตีความข้อมูล สร้างข้อโต้แย้งเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และความรู้ สอบถามแหล่งที่มาของข้อมูล แสดงความคิดเห็นและเจรจาต่อรองเพื่อพิจารณามุมมองที่แตกต่างกัน และประเมินความเสี่ยงและประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญซึ่งระดับความคิดเห็น อยู่ในระดับเห็นด้วยว่าเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{x} = 4.80$)

ตัวบ่งชี้ที่ 2 ความสามารถในการตัดสินใจ

พฤติกรรมสังเกต คือ ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจกับมุมมองที่แตกต่างกัน ประเมินหลักฐานเพื่อจัดการข้อมูลที่ขัดแย้งกัน คาดการณ์และชั่งน้ำหนักความน่าจะเป็นของความเสี่ยงหรือผลลัพธ์ทางวิทยาศาสตร์ที่จะเกิดขึ้น อนุมานคำตอบที่ถูกต้องจากข้อมูล ลงข้อสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่ ตีความข้อสรุปจากข้อมูลและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สื่อสารข้อมูลและสะท้อนคุณค่าสิ่งที่ตัดสินใจ

จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญซึ่งระดับความคิดเห็น อยู่ในระดับเห็นด้วยว่าเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{x} = 5.00$)

3. องค์ประกอบด้านความตระหนักต่อสังคม (Social awareness) ประกอบด้วย 2 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

ตัวบ่งชี้ที่ 1 การตระหนักในตัวบุคคล

พฤติกรรมสังเกต คือ ผู้เรียนมีจริยธรรม ศีลธรรม ความรับผิดชอบส่วนบุคคล เคารพ ประชาธิปไตยและกฎหมายในประเทศ มีใจเปิดกว้าง กล้าหาญในการปกป้องมุมมองของตนเอง จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญซึ่งระดับความคิดเห็น อยู่ในระดับเห็นด้วยว่าเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{x} = 4.80$)

ตัวบ่งชี้ที่ 2 การตระหนักต่อส่วนรวมตามหน้าที่ในสังคม

พฤติกรรมสังเกต คือ ผู้เรียนเคารพและเข้าใจซึ่งกันและกัน มีความรับผิดชอบต่อสังคม ความเป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกันกับผู้อื่น เต็มใจรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น มีการแสดงออกถึงความห่วงใยต่อ ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องของวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลกระทบต่อสังคม จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญซึ่ง ระดับความคิดเห็น อยู่ในระดับเห็นด้วยว่าเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{x} = 4.80$)

ระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การนำเสนอผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ 1. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพ รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลาย และ 2. การศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็น พลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การนำเสนอผลการสร้างและหาคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็น พลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) การ สร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย และ 2) การตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็น พลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยผู้เชี่ยวชาญ มีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยได้สังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามองค์ประกอบดังนี้ 1) หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 3) รายละเอียดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ 4) การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ และ 5) เงื่อนไขในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

1.1 หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยหลักการและลักษณะสำคัญที่บ่งชี้ 3 ประการ ซึ่งได้จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐาน คือ ทฤษฎีสรรคนิยม ทฤษฎีสรรคนิยมเชิงสังคม ทฤษฎีการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง แนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีดังนี้

1) การนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับบริบทที่นักเรียนอยู่มาใช้เป็นจุดเริ่มต้นของการสอน ถือเป็นภาระกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการศึกษา สืบค้น สำรวจ และตระหนักถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นในสังคมทั้งต่อตนเองและสังคม เพื่อค้นหาทางเลือกของการแสดงจุดยืนในฐานะพลเมืองในสังคม

2) การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้โต้แย้งหรือแสดงความคิดเห็นในมุมมองของตนเอง ทำให้นักเรียนได้เกิดประสบการณ์ใหม่จากการเผชิญสถานการณ์ที่ต่างไปจากมุมมองเดิม ทำให้เกิดความพยายามในการหาคำตอบ เชื่อมโยงความรู้เก่าและใหม่ สร้างเป็นความรู้ใหม่ เพื่อใช้อธิบายเหตุผลของจุดยืนของตนเอง

3) การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ควรคำนึงถึงผู้มีส่วนได้ - ส่วนเสียของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้นให้รอบด้าน เพื่อให้นักเรียนได้รับรู้มุมมองของบทบาทในสังคมที่หลากหลาย เกิดความตระหนักต่อสังคม ก่อนนำไปสู่การตัดสินใจเพื่อแสดงจุดยืนของตนเอง

ผลการสังเคราะห์หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น แสดงดังภาพ 4



ภาพ 4 หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

1.2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ทั้งด้านบุคคล ด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม และด้านความตระหนักต่อสังคมให้แก่ นักเรียน

ผลการวิเคราะห์หลักการเพื่อเชื่อมโยงไปสู่วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น แสดงดังตาราง 7

ตาราง 7 การวิเคราะห์หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้กับวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
1) การนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับบริบทที่นักเรียนอยู่มาใช้เป็นจุดเริ่มต้นของการสอน ถือเป็น การกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการศึกษา สืบค้น สืบค้น และตระหนักถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นในสังคมทั้งต่อตนเองและสังคม เพื่อค้นหาทางเลือกของการแสดงจุดยืนในฐานะพลเมืองในสังคม	<p>เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ด้านบุคคล</p> <ul style="list-style-type: none"> - ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ - กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ - จิตวิทยาศาสตร์ <p>ด้านความตระหนักต่อสังคม</p> <ul style="list-style-type: none"> - การตระหนักในตัวบุคคล - การตระหนักต่อส่วนรวมตามหน้าที่ในสังคม
2) การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้โต้แย้งหรือแสดงความคิดเห็นในมุมมองของตนเอง ทำให้นักเรียนได้เกิดประสบการณ์ใหม่จากการเผชิญสถานการณ์ที่ต่างไปจากมุมมองเดิม ทำให้เกิดความพยายามในการหาคำตอบ เชื่อมโยงความรู้เก่าและใหม่ สร้างเป็นความรู้ใหม่ เพื่อใช้อธิบายเหตุผลของจุดยืนของตนเอง	<p>เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ด้านบุคคล</p> <ul style="list-style-type: none"> - ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ - กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ - จิตวิทยาศาสตร์ <p>ด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม</p>

หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	วัตถุประสงค์ของ รูปแบบการจัดการเรียนรู้
	<ul style="list-style-type: none"> - ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านความตระหนักต่อสังคม - การตระหนักในตัวบุคคล - การตระหนักต่อส่วนรวมตามหน้าที่ในสังคม
3) การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์ ควรคำนึงถึงผู้มีส่วนได้ - ส่วนเสียของ ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้นให้ รอบด้าน เพื่อให้นักเรียนได้รับรู้มุมมองของบทบาทใน สังคมที่หลากหลาย เกิดความตระหนักต่อสังคม ก่อน นำไปสู่การตัดสินใจเพื่อแสดงจุดยืนของตนเอง	<p>เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์ ด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม</p> <ul style="list-style-type: none"> - ความสามารถในการตัดสินใจ ด้านความตระหนักต่อสังคม - การตระหนักในตัวบุคคล - การตระหนักต่อส่วนรวมตามหน้าที่ในสังคม

1.3 รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้วิจัยนำหลักการและวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์เพื่อเสนอแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่เป็นไปตามหลักการและรูปแบบ แล้วสรุปเป็นขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มี 5 ขั้นตอน คือ

1) ชั้นเผชิญหน้าประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

เป็นขั้นที่นักเรียนเผชิญหน้ากับสถานการณ์ในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในบริบทประเทศไทย และแสดงจุดยืนของตนเองจากความรู้เดิมในฐานะพลเมืองวิทยาศาสตร์ของสังคม

2) ขั้นการตรวจสอบผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องระบุผู้มีส่วนได้ - ส่วนเสียจากสถานการณ์ในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ให้ครอบคลุมที่สุด และวิเคราะห์ว่าผู้มีส่วนได้ - ส่วนเสียแต่ละกลุ่มแต่ละคนนั้นมีส่วนเกี่ยวข้องหรือได้รับผลกระทบอย่างไร

3) **ขั้นการสำรวจและค้นหาทางเลือกของพลเมืองวิทยาศาสตร์ในมุมมองต่างๆ**

เป็นขั้นที่นักเรียนวางแผนและระบุนความรู้วิทยาศาสตร์ แนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และแนวปฏิบัติภายใต้กฎหมายในสังคมที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในสังคมตามบทบาทผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสียที่ได้รับในระดับบุคคล ชุมชน ประเทศ และโลก หลังจากนั้นจะได้ลงมือสำรวจและค้นหาข้อมูลตามที่วางแผนไว้ เพื่อใช้เป็นหลักฐานสนับสนุนจุดยืนจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย

4) **ขั้นการรับรู้และพิจารณามุมมองที่แตกต่าง**

เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้โต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนโดยให้เหตุผลและเสนอหลักฐานสนับสนุนจุดยืนของบทบาทผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสียที่ได้รับ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลเพื่อให้เกิดความตระหนักว่าบทบาทของตนเองและผู้อื่นมีความสัมพันธ์กัน และส่งผลต่อสังคมในระดับต่าง ๆ โดยไม่ตัดสินว่าฝ่ายใดถูกหรือผิด

5) **ขั้นการแสดงออกของการมีส่วนร่วมในสังคม**

เป็นขั้นที่นักเรียนตัดสินใจและลงข้อสรุปจุดยืนของตนเองในบทบาทพลเมืองวิทยาศาสตร์ซึ่งนักเรียนจะได้ไตร่ตรองและตระหนักในการตัดสินใจของตนเองถึงผลที่อาจเกิดขึ้นในระดับบุคคล ชุมชน ประเทศ และโลก หลังจากนั้นจะได้เสนอจุดยืนของตนเองเกี่ยวกับสถานการณ์ในสังคมให้คนในสังคมรับรู้ผ่านวิธีการที่ไม่ขัดต่อกฎหมาย

ผลการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น และความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการจัดการเรียนรู้กับการพัฒนาความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ แสดงดังภาพ 5



ภาพ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างหลักการ ขั้นตอน และวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

**บทบาทครูและนักเรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมือง
วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**

รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน รายละเอียดของบทบาทครูและบทบาทนักเรียนตามขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 8

**ตาราง 8 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ บทบาทครู และบทบาทนักเรียน ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้
เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ชั้นเผชิญหน้าประเด็น ปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ 1.1 เผชิญหน้ากับสถานการณ์ ในสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ในบริบทประเทศ ไทย 1.2 แสดงจุดยืนของตนเองจาก ความรู้เดิมในฐานะพลเมือง วิทยาศาสตร์ของสังคม	1) นำเสนอสถานการณ์ใน สังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในบริบท ประเทศไทย โดยต้องเป็น สถานการณ์ที่เป็นที่ถกเถียงกัน ในสังคม ยังหาข้อยุติไม่ได้ 2) ใช้คำถามทบทวนความรู้ พื้นฐานเดิม เพื่อให้ทราบว่านัก เรียนรู้อะไรบ้าง ซึ่งเกี่ยวข้อง หรือสัมพันธ์กับสิ่งที่กำลังจะ เรียนรู้ใหม่ 3) กระตุ้นให้นักเรียนได้แสดง จุดยืนในความรู้เดิมของตนเอง โดยไม่บังคับหรือชี้แนะ ความคิดเห็นให้กับนักเรียน	1) รับรู้และทำความเข้าใจกับ สถานการณ์ในสังคมที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ เกิดขึ้นในบริบทประเทศไทย 2) ทบทวนความรู้เดิมของ ตนเองจากการตอบคำถาม เพื่อเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่ จะเรียน 3) สร้างจุดยืนของตนเองจาก ความรู้เดิมที่มีอยู่
2. ชั้นการตรวจสอบผู้มีส่วนได้ ส่วนเสีย	1) กระตุ้นให้นักเรียนได้ ช่วยกันอภิปรายว่าใครเป็นผู้มี ส่วนได้ - ส่วนเสียจาก	1) นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมใน การอภิปรายว่าใครเป็นผู้มี ส่วนได้ - ส่วนเสียจาก

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
2.1 ระบุผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสีย จากสถานการณ์ในสังคมที่ เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ให้ ครอบคลุมที่สุด	สถานการณ์ในสังคมที่ เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์นี้ บ้าง 2) แบ่งกลุ่มนักเรียนตาม	สถานการณ์ในสังคมที่ เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์นี้ บ้าง 2) แบ่งกลุ่มตามบทบาทของผู้
2.2 วิเคราะห์ว่าผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสียแต่ละกลุ่มแต่ละคนนั้น มีส่วนเกี่ยวข้องหรือได้รับ ผลกระทบอย่างไร	บทบาทของผู้มีส่วนได้ - ส่วน เสียในสังคม 3) กระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์ ว่ากลุ่มคนนั้นได้ประโยชน์ เสียประโยชน์ และไม่ได้ไม่เสีย ประโยชน์ อะไรบ้าง	มีส่วนได้ - ส่วนเสียในสังคม 3) นักเรียนมีส่วนร่วมใน การวิเคราะห์ว่ากลุ่มคนนั้นได้ ประโยชน์ เสียประโยชน์ และ ไม่ได้ไม่เสียประโยชน์ อะไรบ้าง
3. ขั้นการสำรวจและค้นหา ทางเลือกของพลเมือง วิทยาศาสตร์ในมุมมองต่าง ๆ	1) จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ ระบุและสืบค้นความรู้ วิทยาศาสตร์ แนวปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ และแนวปฏิบัติ	1) ระบุและสืบค้นความรู้ วิทยาศาสตร์ แนวปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ และแนวปฏิบัติ
3.1 วางแผนและระบุความรู้ วิทยาศาสตร์ แนวปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ และแนวปฏิบัติ ภายใต้งานในสังคมที่ เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ใน สังคมตามบทบาทผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสียที่ได้รับในระดับบุคคล ชุมชน ประเทศ และโลก	2) จัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ด้าน พันธุศาสตร์สำหรับการสืบค้น ของนักเรียน 3) อำนวยความสะดวก ให้ คำแนะนำแก่นักเรียน และ ส่งเสริมให้นักเรียนสืบค้น	ภายใต้งานในสังคมที่ เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ใน สังคมตามบทบาทผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสียจากแหล่งเรียนรู้ที่ หลากหลาย 2) ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มตาม บทบาทของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ในสังคม
3.2 ลงมือสำรวจและค้นหา ข้อมูลตามที่วางแผนไว้ เพื่อใช้ เป็นหลักฐานสนับสนุนจุดยืน จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย	รวบรวมหลักฐานสนับสนุน จุดยืนในระดับบุคคล ชุมชน ประเทศ และโลก	

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
4. ขั้นการรับรู้และพิจารณา มุมมองที่แตกต่าง	1) แนะนำและทำให้นักเรียน ตระหนักถึงความสำคัญของ	1) เข้าร่วมกิจกรรมโต้แย้งเชิง วิทยาศาสตร์ โดยใช้ความรู้
4.1 โต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์โดย ให้เหตุผลและเสนอหลักฐาน สนับสนุนจุดยืนของบทบาทผู้มี ส่วนได้ - ส่วนเสียที่ได้รับ	การใช้หลักฐานและการให้ เหตุผลสนับสนุนจุดยืน	วิทยาศาสตร์และหลักฐานที่ สืบค้นมาประกอบการโต้แย้ง
4.2 แลกเปลี่ยนความคิดเห็น อย่างมีเหตุผลเพื่อให้เกิดความ ตระหนักว่าบทบาทของตนเอง และผู้อื่นมีความสัมพันธ์กัน และส่งผลต่อสังคมในระดับต่าง ๆ โดยไม่ตัดสินว่าฝ่ายใดถูก หรือผิด	2) นำการโต้แย้ง อธิบาย ประเด็นการโต้แย้งให้ชัดเจน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียน ทุกคนโต้แย้งได้เท่าเทียมกัน และกำหนดเวลาในการโต้แย้ง	2) แลกเปลี่ยนข้อคิดเห็น ร่วมกัน เพื่อให้เกิดความ ตระหนักว่าแต่ละทางเลือกมี ผลต่อสังคมในระดับต่าง ๆ
5. ขั้นการแสดงออกของการมี ส่วนร่วมในสังคม	1) กระตุ้นและตั้งคำถามให้ นักเรียนได้ตัดสินใจและลง ข้อสรุปจุดยืนของตนเอง	1) นักเรียนตัดสินใจและแสดง จุดยืนของตนเอง จากหลักฐาน และเหตุผลที่รับฟังจากชั้น
5.1 ตัดสินใจและลงข้อสรุป จุดยืนของตนเองในบทบาท พลเมืองวิทยาศาสตร์	2) กระตุ้นให้นักเรียนให้ ความสำคัญกับหลักฐานและ	โต้แย้ง โดยนักเรียนอาจจะ เปลี่ยนหรือไม่เปลี่ยนจุดยืน ของตนเองก็ได้
5.2 ไตร่ตรองและตระหนักใน การตัดสินใจของตนเองถึงผลที่ อาจจะเกิดขึ้นในระดับบุคคล ชุมชน ประเทศ และโลก	การให้เหตุผล โดยไม่ชี้แนะ ความคิดเห็นให้กับนักเรียน	2) วิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นจาก การตัดสินใจในฐานะพลเมือง วิทยาศาสตร์ในสังคมของ
5.3 เสนอจุดยืนของตนเอง เกี่ยวกับสถานการณ์ในสังคมให้	3) อำนวยความสะดวกและให้ คำปรึกษาถึงแนวทางในการ นำเสนอจุดยืนพร้อมเหตุผล และหลักฐานในรูปแบบที่ หลากหลายต่อสังคม	ตนเองในระดับบุคคล ชุมชน ประเทศ และโลก

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
คนในสังคมรับรู้ผ่านวิธีการที่ไม่ ขัดต่อกฎหมาย		3) นำเสนอจุดยืนพร้อมเหตุผล และหลักฐานในรูปแบบที่ หลากหลายต่อสังคม

1.4 การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีการวัดและประเมินผลขณะนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน และมีการวัดและประเมินผลหลังการจัดการเรียนรู้ ด้วยเครื่องมือที่สอดคล้องกับองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ที่เป็นข้อสอบอัตนัยแบบกำหนดสถานการณ์ ครอบคลุมทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ด้านบุคคล มี 3 ตัวบ่งชี้ คือ ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ 2) ด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม มี 2 ตัวบ่งชี้ คือ ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจ และ 3) ด้านความตระหนักต่อสังคม มี 2 ตัวบ่งชี้ คือ การตระหนักในตัวบุคคล และการตระหนักต่อส่วนรวมตามหน้าที่ในสังคม

1.5 เงื่อนไขในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น

การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีเงื่อนไขในการใช้รูปแบบดังต่อไปนี้

1) เงื่อนไขด้านผู้สอน

รูปแบบการจัดการเรียนรู้มุ่งส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนั้นผู้สอนต้องมีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี เข้าใจถึงการเป็นผู้มีส่วนได้-ส่วนเสียกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สามารถนำเสนอสถานการณ์เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนในประเด็นที่ต้องศึกษา มีความคิดเห็นเปิดกว้าง มีมุมมองที่หลากหลายแก้ปัญหาเฉพาะหน้าในชั้นเรียนได้ และยังต้องให้ความสำคัญเกี่ยวกับการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้สนับสนุนหรือคัดค้านจุดยืนของนักเรียนในขณะทำกิจกรรมในชั้นเรียน

2) เงื่อนไขด้านผู้เรียน

รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์นี้ นำไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย การเลือกเนื้อหาสาระที่สอดคล้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ควรเป็นเนื้อหาวิทยาศาสตร์ร่วมสมัยในระดับมัธยมศึกษาตอน

ปลายที่สอดคล้องและมีผลต่อชีวิตของพลเมือง และผู้เรียนต้องเข้าใจกระบวนการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อการทำกิจกรรมที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3) เงื่อนไขด้านเวลา

รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์เน้นให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ สืบค้นและค้นหาข้อมูล เพื่อใช้เป็นหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ เข้าร่วมกิจกรรมโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ รวมถึงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกต่อสังคม ดังนั้นผู้สอนจะต้องพิจารณาว่ารายวิชาที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้ไปใช้มีระยะเวลาที่มีชั่วโมงมากเพียงพอสำหรับให้ผู้เรียนทำกิจกรรมในชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน

ผู้วิจัยสามารถสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้ดังภาพ 6



ภาพ 6 รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. ผลการตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยได้แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) การตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ 2) การตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ และ 3) การตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นโดยการทดลองนำร่อง มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นโดย ผู้เชี่ยวชาญ

พบว่า องค์ประกอบแต่ละส่วนของรูปแบบมีความสัมพันธ์สอดคล้องกัน ผลการประเมินเป็นดังนี้

ตาราง 9 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็น
พลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
1. ทฤษฎีการเรียนรู้และแนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการจัดการเรียนรู้			
1.1 มีทฤษฎีการเรียนรู้และแนวคิดที่เป็น พื้นฐานพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ชัดเจน	4.60	0.55	มากที่สุด
1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้และแนวคิดพื้นฐาน เหมาะสมกับการพัฒนารูปแบบการจัดการ เรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
รวม	4.60	0.55	มากที่สุด
2. หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้			
2.1 มีหลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ ชัดเจน	4.60	0.55	มากที่สุด

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
2.2 หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้สอง คล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้และแนวคิดพื้นฐาน	4.60	0.55	มากที่สุด
รวม	4.60	0.55	มากที่สุด
3. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้			
3.1 มีวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการ เรียนรู้ชัดเจน	4.80	0.45	มากที่สุด
รวม	4.80	0.45	มากที่สุด
4. รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
4.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับหลักการ ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
4.2 บอกขั้นตอนและรายละเอียดการจัดการ เรียนรู้ตามรูปแบบที่ชัดเจน	5.0	0	มากที่สุด
4.3 บอกบทบาทครู และบทบาทนักเรียนใน การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่ชัดเจน	4.60	0.55	มากที่สุด
รวม	4.80	0.33	มากที่สุด
5. การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้			
5.1 บอกรายละเอียดของเครื่องมือที่ใช้ในการ เก็บข้อมูลชัดเจน	4.20	0.84	มาก
5.2 บอกเกณฑ์การให้คะแนนและตัดสินผล การประเมินที่ชัดเจน	4.20	0.84	มาก
รวม	4.20	0.84	มาก
รวมทั้งหมด	4.60	0.54	มากที่สุด

จากตาราง 9 พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54 ผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะว่า เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่น่าสนใจมาก และเหมาะสมกับการนำมาใช้ในยุคปัจจุบัน

2.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง 10 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ วัตถุประสงค์ และหลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	คะแนนประเมินเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความเหมาะสม
1	4.53	0.58	มากที่สุด
2	4.58	0.54	มากที่สุด
3	4.50	0.55	มาก
เฉลี่ย	4.54	0.56	มากที่สุด

จากตาราง 10 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และหลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 4.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 มีความเหมาะสมมากที่สุด แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 4.58 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54 มีความเหมาะสมมากที่สุด แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 มีค่าเฉลี่ย 4.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 มีความเหมาะสมมาก และภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้มีผลการพิจารณาระดับความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยที่ 4.54 อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 11 ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญและรายการการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะ	รายการการปรับปรุง
1. ครูต้องคอยกระตุ้นนักเรียนในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม	1. ระบุไว้ในเอกสารประกอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ สำหรับครูที่จะนำไปใช้จัดกิจกรรมในชั้นเรียน
2. ชั้นเผชิญหน้าประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์อาจปรับรูปแบบการทำกิจกรรมให้หลากหลาย เช่น อ่านข่าวจากอินเทอร์เน็ต ดูวิดีโอสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ เป็นต้น	2. ปรับรูปแบบการทำกิจกรรมในชั้นเผชิญหน้าประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความหลากหลายมากขึ้น
3. ขั้นการตรวจสอบผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ในแผนการจัดการเรียนรู้แรกอาจจะระบุผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าใช่หรือไม่ หรือฝึกให้นักเรียนรู้จักวิเคราะห์ก่อนว่าใครเป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	3. ปรับกิจกรรมในขั้นการตรวจสอบผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย โดยในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์ก่อนว่ากลุ่มบุคคลในสังคมที่ครูกำหนดให้เป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในประเด็นนั้นหรือไม่ อย่างไร แล้วลดระดับการช่วยเหลือลงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และ 3 ตามลำดับ
4. การสรุปความรู้อาจจะใช้วิธีที่แตกต่างกันในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ อาจจะใช้การเขียนแผนที่โน้ตทัศน์ หรือการทำแผนที่ความคิด	4. ปรับกิจกรรมในขั้นการสรุปความรู้ โดยใช้วิธีการสรุปความรู้ที่แตกต่างกันในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้
5. การสืบค้นหลักฐาน อาจจะมีการจัดแหล่งเรียนรู้ให้สืบค้นสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้แรก นักเรียนจะได้ฝึกและช่วยให้กระชับเวลามากขึ้น	5. ปรับกิจกรรมในแผนการเรียนรู้ที่ 1 ในขั้นการสืบค้นหลักฐาน โดยจัดแหล่งเรียนรู้ให้นักเรียนในชั้นเรียน หลังจากนั้นจึงลดระดับการช่วยเหลือลงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ	รายการการปรับปรุง
6. การใช้คำในชั้นการจัดการเรียนรู้อาจทำให้ครูเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในการนำไปใช้จริง	6. ปรับการใช้คำในชั้นตอนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ครูท่านอื่นเข้าใจง่ายมากยิ่งขึ้น
7. ชั้นการแสดงผลของการมีส่วนร่วมในสังคม อาจจะทำให้ให้นักเรียนใช้วิธีการที่หลากหลายและแตกต่างกันในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งนอกจากการจัดทำอินโฟกราฟิก และอาจจะมีนักเรียนสร้างบอร์ดความคิดเห็นภายในห้อง และนำไปเผยแพร่ให้เพื่อนต่างห้องได้ทราบ	7. ปรับกิจกรรมในชั้นการแสดงผลของการมีส่วนร่วมในสังคม โดยให้นักเรียนได้แสดงจุดยืนของตนเองในวิธีการที่หลากหลายและแตกต่างกันในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้
8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ยังไม่ครอบคลุมด้านทักษะและการปฏิบัติ	8. ปรับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ให้ครอบคลุมและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
9. เครื่องมือวัดประเมินผลด้านเจตคติยังมีเกณฑ์การตรวจที่ไม่ชัดเจน	9. ปรับเครื่องมือวัดประเมินผลให้มีเกณฑ์ที่เข้าใจง่าย และง่ายต่อการนำไปใช้จริง
10. อาจจะมีเพิ่มเติมสื่อที่เกี่ยวข้องกับความรู้ด้าน GMOs กับผลกระทบต่าง ๆ ต่อธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	10. เพิ่มสื่อการเรียนรู้และใช้คำถามในการอภิปรายร่วมกันในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับความรู้ด้าน GMOs กับผลกระทบต่าง ๆ ต่อธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
11. ในส่วนสาระการเรียนรู้ด้านการหาลำดับนิวคลีโอไทด์อาจต้องมีการอธิบายเพิ่มเติมเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เป็นปัจจุบันที่บางรูปแบบไม่ได้ใช้เทคนิควิธีการทาง gel electrophoresis	11. ปรับสื่อการเรียนรู้ให้มีการอธิบายเพิ่มเติมในเรื่องเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เป็นปัจจุบันที่บางรูปแบบไม่ได้ใช้เทคนิควิธีการทาง gel electrophoresis

ข้อเสนอแนะ	รายการการปรับปรุง
12. เทคโนโลยี CRISPR-Cas9 อาจจะยากเกินไป ครูผู้สอนอาจต้องใช้เวลาอธิบายทำความเข้าใจกับนักเรียนเพิ่มขึ้น	12. ปรับสื่อการเรียนรู้และใช้คำถามในการอภิปรายเรื่อง เทคโนโลยี CRISPR-Cas9 เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น

2.3 การตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นโดยการทดลองนำร่อง

ผลการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปทดลองสอนนำร่องกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 36 คน ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง มีดังนี้

- 1) นักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เกินเวลาที่กำหนด โดยเฉพาะในขั้นการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยแก้ปัญหาเพื่อนำไปทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่างโดยการปรับกิจกรรมขั้นการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ให้กระชับยิ่งขึ้น
- 2) นักเรียนบางกลุ่มโต้แย้งในประเด็นที่ไม่สอดคล้องกับปัญหา ผู้วิจัยแก้ปัญหาเพื่อนำไปทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่างโดยการกำหนดขอบเขตของประเด็นที่ใช้ในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจนในแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งครูต้องชี้แจงขอบเขตนั้นให้นักเรียนเข้าใจก่อนเริ่มทำกิจกรรม
- 3) นักเรียนยังไม่ค่อยกล้าแสดงการโต้แย้งและยังไม่เข้าใจการใช้หลักฐานในการสนับสนุนประเด็นโต้แย้ง ขณะจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แต่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และ 3 นักเรียนมีความกล้าที่จะโต้แย้งเพื่อนกลุ่มอื่นและเข้าใจวิธีการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ต้องใช้หลักฐานในการสนับสนุนมากขึ้น
- 4) นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการสืบค้นข้อมูลเพื่อสนับสนุนบทบาทของกลุ่มคนในสังคมที่ตนเองได้รับ ทำให้เกิดการเสนอจุดยืนและเหตุผลสนับสนุนที่หลากหลายในประเด็นปัญหาเดียวกัน

ตอนที่ 2 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทดลองใช้รูปแบบโดยครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ชีวภาพ โดยดำเนินการวัด

ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นตามรูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบบวัดความเป็นพลเมืองกำหนดสถานการณ์ มีคำถามย่อยวัด 3 องค์ประกอบ 7 ตัวบ่งชี้ ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์รวมเป็นคำถามทั้งหมด 13 ข้อ ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 2) การเปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ยความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับคะแนนจุดตัด มีรายละเอียดดังนี้

1. การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ มาดำเนินการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระจากกัน (t-test for dependent sample) ได้ผลดังตาราง 12

ตาราง 12 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยแยกตามองค์ประกอบของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน			หลังเรียน			ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	t	p
		\bar{x} ร้อยละ	S.D.	\bar{x} ร้อยละ	S.D.					
ด้านบุคคล	8	3.55	44.38	1.29	6.17	77.13	1.37	73.80	11.70*	.00
ด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม	12	4.62	38.50	2.10	8.49	70.75	1.71	83.77	15.05*	.00

องค์ประกอบ	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน			หลังเรียน			ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	t	p
		\bar{x}	ร้อยละ	S.D.	\bar{x}	ร้อยละ	S.D.			
ด้านความตระหนักต่อสังคม	3	1.47	49.00	0.99	2.66	88.67	0.52	80.95	8.48*	.00
ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์	23	9.64	41.91	8.47	17.32	75.30	4.65	79.67	23.45*	.00

จากตาราง 12 พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ขององค์ประกอบด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคมเพิ่มสูงขึ้นจากก่อนเรียนมากที่สุด ซึ่งมีร้อยละการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 83.77 ด้านความตระหนักต่อสังคม มีร้อยละการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 80.95 และด้านบุคคล มีร้อยละการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 73.80 ตามลำดับ โดยคะแนนความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์เฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

เมื่อพิจารณาแนวคำตอบของนักเรียนที่เขียนตอบในแบบวัดความเป็นพลเมืองก่อนเรียนและหลังเรียน มีแนวทางคำตอบของเรียนในแต่ละองค์ประกอบเป็นดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ด้านบุคคล

นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์มีคะแนนของตัวบ่งชี้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 35.14 โดยนักเรียนที่มีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับมากที่สุด จะสามารถระบุความรู้วิทยาศาสตร์หรือข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ศึกษา และวิธีการเข้าถึงข้อมูลได้ชัดเจน ในขณะที่นักเรียนที่มีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับน้อยนั้น ระบุความรู้ได้ไม่ครบถ้วนและไม่ครอบคลุมสถานการณ์ที่ศึกษา ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

ความรู้หรือข้อมูล	เหตุผล	แหล่งที่จะเข้าถึงความรู้
ข้อดีของวิชาวิทยาศาสตร์	เมื่อได้ศึกษาแล้วจะติดต่อคนที่ทำงานในสายอาชีพได้	อินเทอร์เน็ต, นิตยสาร, หนังสือ, วิทยุ
ศึกษาเพื่อพัฒนาตัวเอง	เมื่อได้ศึกษาแล้วจะทำให้เราติดต่อคนในสายอาชีพได้	อินเทอร์เน็ต, นิตยสาร
ศึกษาเพื่อพัฒนาสังคม	เมื่อได้ศึกษาแล้วจะทำให้เราสนใจศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น	อินเทอร์เน็ต, แอปพลิเคชัน
ศึกษาเพื่อพัฒนาอาชีพ	เมื่อได้ศึกษาแล้วจะทำให้เราสนใจศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น	อินเทอร์เน็ต, นิตยสาร

ภาพ 7 คำตอบของนักเรียน S2 ตัวบ่งชี้ ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์
ที่แสดงว่ามีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับมากที่สุด

ความรู้หรือข้อมูล	เหตุผล	แหล่งที่จะเข้าถึงความรู้
ความรู้เกี่ยวกับสุขภาพ	อยากดูแลสุขภาพของตัวเอง	อินเทอร์เน็ต, นิตยสาร
ความรู้เกี่ยวกับอาชีพ	อยากได้งานทำ	อินเทอร์เน็ต, นิตยสาร

ภาพ 8 คำตอบของนักเรียน S10 ตัวบ่งชี้ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์
ที่แสดงว่ามีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับน้อย

คะแนนตัวบ่งชี้ จิตวิทยาาสตร์ หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน คิดเป็นร้อยละ 41.67 โดยจากคะแนนหลังเรียนของนักเรียนจำนวน 51 คน มีความต้องการที่จะศึกษาความรู้และค้นหาหลักฐานเพิ่มเติม พร้อมระบุเหตุผลที่แสดงถึงความกระตือรือร้นสอดคล้องกับสถานการณ์ ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“อยากศึกษาความรู้และค้นหาหลักฐานเพิ่มเติม เพราะจะได้มีข้อมูลเพิ่มเติมประกอบการศึกษาผลกระทบบ้างมีผลดี หรือส่งผลเสียมากกว่ากัน”

(คำตอบของนักเรียน S3 ตัวบ่งชี้ จิตวิทยาาสตร์
ที่แสดงว่ามีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับมาก)

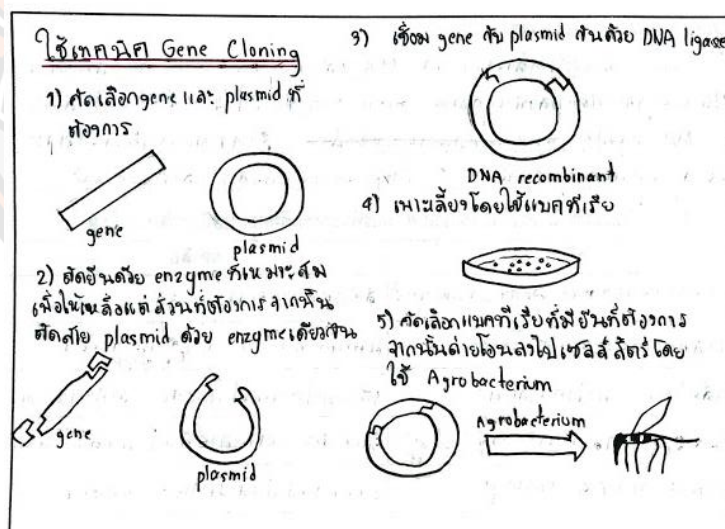
“อยากศึกษาความรู้และค้นหาหลักฐานเพิ่มเติม เพราะเป็นเรื่องที่น่าสนใจของการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของยุง เพื่อลดจำนวนประชากรยุงที่ทำให้การก่อโรคไข้เลือดออก”

(คำตอบของนักเรียน S4 ตัวบ่งชี้ จิตวิทยาศาสตร์
ที่แสดงว่ามีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับมาก)

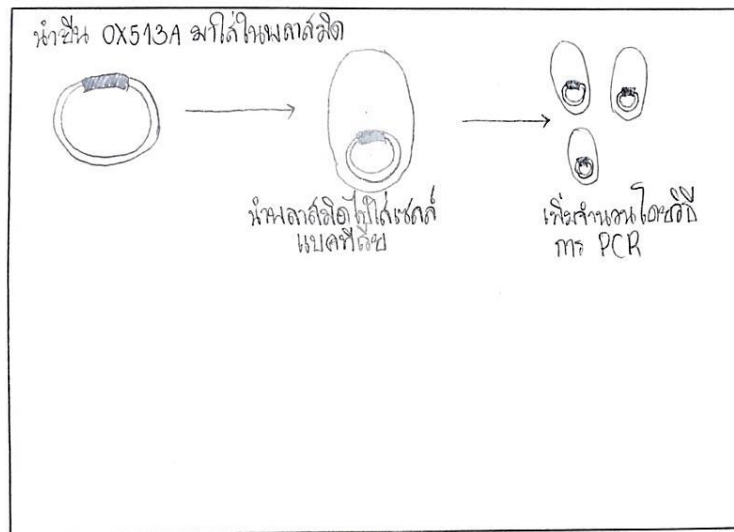
“ไม่อยากศึกษาความรู้และค้นหาหลักฐานเพิ่มเติม เพราะไม่สนใจเกี่ยวกับเรื่องยุง”

(คำตอบของนักเรียน S10 ตัวบ่งชี้ จิตวิทยาศาสตร์
ที่แสดงว่ามีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับต่ำกว่าเกณฑ์)

คะแนนตัวบ่งชี้ ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน คิดเป็นร้อยละ 96.52 โดยนักเรียนที่มีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับต่ำกว่าเกณฑ์หรือน้อยจะไม่เขียนคำตอบหรือตอบไม่ถูกต้อง หรือตอบไม่ครบถ้วน ส่วนนักเรียนที่มีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับมากถึงมากที่สุด สามารถเขียนคำตอบได้ถูกต้อง และบอกผลดี-ผลเสียที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้ ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน



ภาพ 9 คำตอบของนักเรียน S5 ตามตัวบ่งชี้ ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์
ที่แสดงว่ามีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับมากที่สุด



ภาพ 10 คำตอบของนักเรียน S11 ตามตัวบ่งชี้ ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์
 ที่แสดงว่ามีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับน้อย

5. จงบอกผลดีและผลเสียของการพัฒนาชุดตรวจคัดกรองที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

ผลดี	ผลเสีย
ลดจำนวนประชากรที่สัมผัสกับตัวพาหุพาหุ	สิ่งแวดล้อม ๒๑๑๖ แอ่ง ลว
ลดโอกาสที่มนุษย์จะติดเชื้อโรคจากดู	อาจทำให้จำนวนประชากรที่ติดเชื้อไป
จำนวนสัตว์ที่ตายจากโรคจะลดลง	เสียเวลาไปหมดในการติดตามและควบคุม
โรคระบาดสามารถรักษาผู้ป่วยได้	ช่วงที่ติดต่อจากลาเหยพันธ์และกลไกของผลเสีย
ลดจำนวนประชากรที่ติดเชื้อจากดู	อาจจะล้มผลเสียต่อร่างกายของมนุษย์ในระยะยาว

ภาพ 11 คำตอบของนักเรียน S2 ตามตัวบ่งชี้ ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์
 ที่แสดงว่ามีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับมากที่สุด

ผลดี	ผลเสีย
มนุษย์และสัตว์จะไม่ติดโรคที่มีอยู่ เช่น หนอง	จำนวนของลดลงจนทำให้ขาดสมดุลในระบบนิเวศ
จำนวนของลดลงทำให้ดินไม่โดนขังกัด	

ภาพ 12 คำตอบของนักเรียน S13 ตามตัวบ่งชี้ ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์
ที่แสดงว่ามีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับน้อย

องค์ประกอบที่ 2 ด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม

นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ มีคะแนนของตัวบ่งชี้ ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน คิดเป็นร้อยละ 90.65 โดยนักเรียนที่มีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับมากถึงมากที่สุด สามารถระบุผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสีย เลือกจุดยืน บอกเหตุผลสนับสนุนจุดยืน แสดงหลักฐานที่น่าเชื่อถือ บอกผลของจุดยืนต่อสังคมได้ทั้งในระดับบุคคล ชุมชน ประเทศและโลก และบอกเหตุผลโต้แย้งได้ ในขณะที่นักเรียนที่มีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับต่ำกว่าเกณฑ์หรือน้อยไม่สามารถทำได้ ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

6. นักเรียนคิดว่าหากมีการนำขี้มูลสัตว์มาใช้ควบคุมการระบาดของโรคไข้เลือดออกในประเทศไทยจะส่งผลกระทบต่อกลุ่มคนผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสียใดบ้าง และส่งผลอย่างไร

กลุ่มคนผู้มีส่วนได้-ส่วนเสีย	ผลกระทบ
ปราชญ์ชน	สูญเสียดอกจากขี้มูลสัตว์
คู่ค้าเลี้ยงปลูสัตว์	อัตราการติดเชื้อโรคของปลูสัตว์ น้อยลง
โรงงานปลา	เสียผลประโยชน์จากโรงงานปลา น้อยลง
บริษัทที่เกี่ยวกับขี้มูลสัตว์	เสียผลประโยชน์ในการติดต่อขี้มูลสัตว์
บริษัทที่ผลิตสัตว์	สูญเสียดอก

ภาพ 13 คำตอบของนักเรียน S6 ตัวบ่งชี้ ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์
ที่แสดงว่ามีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับมากที่สุด

กลุ่มคนผู้มีส่วนได้-ส่วนเสีย	ผลกระทบ
กลุ่มนักศึกษาแบบใหม่	เกิดความขัดแย้ง

ภาพ 14 คำตอบของนักเรียน S14 ตัวบ่งชี้ ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์
ที่แสดงว่ามีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับต่ำกว่าเกณฑ์

7. นักเรียนจะแสดงจุดยืนของตนเองว่าเห็นด้วยหรือไม่ หากมีการนำยุงลายดัดแปรพันธุกรรมมาใช้
ควบคุมการระบาดของโรคไข้เลือดออกในประเทศไทย

(/) เห็นด้วย () ไม่เห็นด้วย () อื่นๆ โปรดระบุความคิดเห็น

8. เหตุผลของนักเรียนที่ใช้สนับสนุนจุดยืนของตนเองในข้อ 7 ให้มีความน่าเชื่อถือคืออะไร

สาเหตุที่มนุษย์ใช้วัคซีน (vaccine) , วัคซีน peptide hormone ต่างๆ หรือ enzyme ที่เน้นงัดออก
Antibody อยู่นานที่สุดทั่วโลกมีหลายร้อยตัว ใช้สิ่งต่างๆ จนถึงปัจจุบัน แล้วทำไมจึงงัดออกต่อหน้าคน ใจยัง
ที่ลดการทำ GMOs ภายนอก ไรไฟ 100000 (สิ่งมีชีวิตเล็กที่กินพืช) ออกมาใช้จากธรรมชาติ แต่บางชนิดก็ออกนอกธรรมชาติ
แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมาจาก GMOs เมื่อทำการไถพรวน นวัตกรรมใหม่ เช่น สิ่งมีชีวิต มนุษย์ที่ดัดแปลงพันธุกรรม

9. นักเรียนมีหลักฐานหรือข้อมูลเพื่อใช้ในการสนับสนุนและยืนยันเหตุผลในข้อ 8 หรือไม่ คืออะไร

- Duan และคณะ (2009) ทำวิจัยว่าสารจากแบคทีเรีย E. coli Nissle ที่สามารถสร้าง protein
LP-1 และ PDX-1 เป็นโปรตีนที่ช่วยในการสร้าง Insulin และ สามารถรักษาโรคเบาหวานได้

- Katrina and Jennifer (2000) ใช้พืชพันธุ์ Pseudomonas fluorescens ที่ใส่ chitA เพื่อป้องกัน Rhizoctonia solani
ที่ก่อให้เกิดโรคราน้ำค้างในพืช Phaseolus vulgaris.

ภาพ 15 คำตอบของนักเรียน S2 ตัวบ่งชี้ ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์
ที่แสดงว่ามีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับมากที่สุด

7. นักเรียนจะแสดงจุดยืนของตนเองว่าเห็นด้วยหรือไม่ หากมีการนำยางลายดัดแปรพันธุกรรมมาใช้ควบคุมการระบาดของโรคใช้เลือดออกในประเทศไทย

() เห็นด้วย () ไม่เห็นด้วย () อื่นๆ โปรดระบุความคิดเห็น

8. เหตุผลของนักเรียนที่ใช้สนับสนุนจุดยืนของตนเองในข้อ 7 ให้มีความน่าเชื่อถือคืออะไร

ผลจากการลองของประเทศไทยภาคีล

9. นักเรียนมีหลักฐานหรือข้อมูลเพื่อใช้ในการสนับสนุนและยืนยันเหตุผลในข้อ 8 หรือไม่ คืออะไร

มี คือ จำนวนประชากรที่ลดลงในประเทศไทยภาคีล

ภาพ 16 คำตอบของนักเรียน S14 ตัวบ่งชี้ ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ที่แสดงว่ามีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับต่ำกว่าเกณฑ์

คะแนนตัวบ่งชี้ ความสามารถในการตัดสินใจ หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน คิดเป็นร้อยละ 97.33 โดยนักเรียนที่มีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับมากที่สุดสามารถตัดสินใจเลือกจุดยืน แสดงหลักฐานที่น่าเชื่อถือ บอกผลของจุดยืนต่อสังคมได้ทั้งในระดับบุคคล ชุมชน ประเทศและโลก และบอกวิธีแสดงจุดยืนของตนเองในสังคมได้ ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“จะเผยแพร่ความคิดเห็นผ่าน Social media และเสนอแนะ สนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับนักวิจัยหรือผู้ที่ได้รับผลได้-ผลเสียท่านอื่น ๆ”

(คำตอบของนักเรียน S1 ตัวบ่งชี้ ความสามารถในการตัดสินใจ
ที่แสดงว่ามีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับมากที่สุด)

“จะศึกษาข้อมูลเชิงลึกและเขียนบทความวิชาการเผยแพร่ลงบนอินเทอร์เน็ต และจะลงพื้นที่ต่าง ๆ ตามโรงเรียน ชุมชน เพื่อเผยแพร่และอธิบายให้บุคคลอื่น ๆ ได้เข้าใจมากขึ้น”

(คำตอบของนักเรียน S10 ตัวบ่งชี้ ความสามารถในการตัดสินใจ
ที่แสดงว่ามีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับมากที่สุด)

10. นักเรียนคิดว่าจุดยืนของตนเองจะส่งผลต่อสังคมส่วนรวมในระดับต่างๆอย่างไร

ระดับบุคคล. ได้ส่งข้อความถึงเพื่อนที่โรงเรียนในบุคคลที่ไม่ได้รับการจัดอันดับ หรือบุคคลที่อยู่ในโอกาสที่ไม่สามารถเข้าถึงทางด้านการแพทย์

ระดับชุมชน. ผู้คนให้เงินช่วยเหลือแก่คนยาก หรือคนยากลำบากที่ส่งไปบริจาคเงินได้โดยไม่ต้องเสียเวลาหรือเงินเป็นจำนวนมาก

ระดับประเทศ. รัฐบาลจะจัดการเรื่องต่างๆในต่างประเทศหรือเงินไปช่วยเหลือคนในต่างประเทศ

ระดับโลก. มีการพัฒนาความรู้ GMOs ที่เป็นอันตรายในทางชีวเคมีและสุขภาพเป็นต้นแบบในการพัฒนา GMOs ของโลกที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งระบบ

ภาพ 17 คำตอบของนักเรียน S8 ตัวบ่งชี้ ความสามารถในการตัดสินใจ ที่แสดงว่ามีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับมากที่สุด

ระดับบุคคล. ช่วยคนยาก และให้เงินช่วยเหลือ

ระดับชุมชน.

ระดับประเทศ.

ระดับโลก.

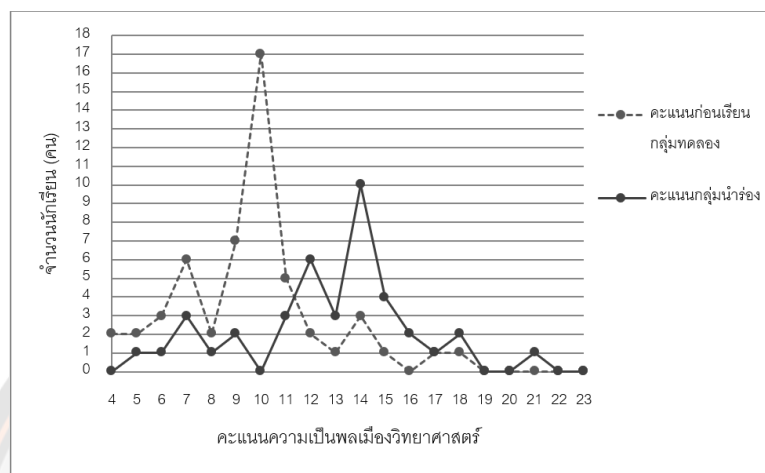
ภาพ 18 คำตอบของนักเรียน S15 ตัวบ่งชี้ ความสามารถในการตัดสินใจ ที่แสดงว่ามีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ระดับต่ำกว่าเกณฑ์

องค์ประกอบที่ 3 ด้านความตระหนักต่อสังคม

นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ มีคะแนนของตัวบ่งชี้ การตระหนักในตัวบุคคลและการตระหนักต่อส่วนรวมตามหน้าที่ในสังคม หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน คิดเป็นร้อยละ 80.77 โดยก่อนเรียนนักเรียนตอบแบบสอบถามความคิดเห็นในการประเมินตนเอง ส่วนใหญ่อยู่ระดับคะแนน 1-3 แต่หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ให้คะแนนอยู่ระดับ 4-5

2. การเปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ยความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับคะแนนจุดตัด

จากการหาค่าจุดตัดของคะแนนเพื่อกำหนดเกณฑ์ที่แสดงว่านักเรียนเป็นผู้รอบรู้หรือไม่รอบรู้ สำหรับใช้ในการประเมินความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีของเบอร์ก (Berk, 1976) ได้ดังภาพ 19



ภาพ 19 กราฟแสดงคะแนนเกณฑ์ของแบบวัดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

จากภาพ 19 พบว่าคะแนนจุดตัด คือ 12 ดังนั้นคะแนนในช่วงนี้มีโอกาสที่จะเป็นคะแนนจุดตัด จึงนำคะแนนตั้งแต่ 10 11 12 13 และ 14 ไปตรวจสอบ แล้วเลือกคะแนนที่มีค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจถูกต้องมากที่สุด $P(TM)+P(TN)$ ค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจผิดพลาดน้อยที่สุด $P(FN)+P(FM)$ และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์ (\emptyset_{vc}) มากที่สุดเป็นคะแนนจุดตัด ได้ผลดังตาราง 13

ตาราง 13 ผลการทดสอบคะแนนจุดตัดของคะแนนความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

คะแนน	$P(TM)+P(TN)$	$P(FN)+P(FM)$	\emptyset_{vc}
10	0.58	0.42	0.23
11	0.76	0.24	0.53
12*	0.78	0.22	0.56
13	0.75	0.25	0.49
14	0.72	0.28	0.43

จากตาราง 13 พบว่า คะแนน 12 มีค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจต้องมีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.78 ค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจต้องมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0.22 และมีค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์มากที่สุดเท่ากับ 0.56 ดังนั้นคะแนน 12 จึงเป็นคะแนนจุดตัด

จากการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับคะแนนจุดตัดโดยการทดสอบค่าทีของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวเทียบกับคะแนนเกณฑ์ (One sample t-test) ได้ผลดังตาราง 14

ตาราง 14 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนห้องที่จัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นตามรูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับคะแนนจุดตัด

N	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	คะแนนจุดตัด	t	p
53	17.32	4.56	12	17.97*	.00

จากตาราง 14 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 17.32 ส่วนคะแนนที่ใช้เปรียบเทียบเท่ากับ 12 เมื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเทียบกับเกณฑ์โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวเทียบกับคะแนนเกณฑ์ (One sample t-test) พบว่า คะแนนเฉลี่ยความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สังเคราะห์ความหมายองค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ และ 2) พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สามารถสรุปสาระสำคัญของการวิจัยได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

ระยะที่ 1 การสังเคราะห์ความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

จากการสังเคราะห์และวิเคราะห์ความหมาย องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์มีรายละเอียดดังนี้

ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ หมายถึง บุคคลที่มีความรู้วิทยาศาสตร์ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ และเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานในการดำรงชีวิต และแสดงจุดยืนของตนเองในสังคมได้อย่างมีเหตุและผล

องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ 7 ตัวบ่งชี้ มีรายละเอียดดังนี้

ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1. องค์ประกอบด้านบุคคล (Personal) ประกอบด้วย 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

ตัวบ่งชี้ที่ 1 ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมสังเกต คือ ผู้เรียนมีความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมสมัย ซึ่งเป็นเนื้อหาที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน และกำหนดบรรทัดฐานร่วมสมัยในสังคม ได้แก่ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ และพันธุศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปปรับประยุกต์ใช้ในการสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป

ตัวบ่งชี้ที่ 2 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมสังเกต คือ ผู้เรียนสามารถระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบ แยกแยะประเด็นปัญหา เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลและความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

ตัวบ่งชี้ที่ 3 จิตวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมสังเกต คือ ผู้เรียนมีคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ คือ มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีความตั้งใจที่จะหาความรู้วิทยาศาสตร์และทักษะเพิ่มเติม โดยใช้แหล่งข้อมูลและวิธีการที่หลากหลาย และมีความรู้สึกสนใจเห็นความสำคัญและคุณค่าของวิทยาศาสตร์

2. องค์ประกอบด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม (Social interaction) ประกอบด้วย 2 ตัวบ่งชี้ได้แก่

ตัวบ่งชี้ที่ 1 ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมสังเกต คือ ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และตีความข้อมูล สร้างข้อโต้แย้งเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และความรู้ สอบถามแหล่งที่มาของข้อมูล แสดงความคิดเห็นและเจรจาต่อรองเพื่อพิจารณามุมมองที่แตกต่างกัน และประเมินความเสี่ยงและประโยชน์ที่เกิดขึ้น

ตัวบ่งชี้ที่ 2 ความสามารถในการตัดสินใจ

พฤติกรรมสังเกต คือ ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจกับมุมมองที่แตกต่างกัน ประเมินหลักฐานเพื่อจัดการข้อมูลที่ขัดแย้งกัน คาดการณ์และชั่งน้ำหนักความน่าจะเป็นของความเสี่ยงหรือผลลัพธ์ทางวิทยาศาสตร์ที่จะเกิดขึ้น อนุมานคำตอบที่ถูกต้องจากข้อมูล ลงข้อสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่ ตีความข้อสรุปบนข้อมูลและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สื่อสารข้อมูลและสะท้อนคุณค่าสิ่งที่ตัดสินใจ

3. องค์ประกอบด้านความตระหนักรู้ต่อสังคม (Social awareness) ประกอบด้วย 2 ตัวบ่งชี้ได้แก่

ตัวบ่งชี้ที่ 1 การตระหนักในตัวบุคคล

พฤติกรรมสังเกต คือ ผู้เรียนมีจริยธรรม ศีลธรรม ความรับผิดชอบส่วนบุคคล เคารพประชาธิปไตยและกฎหมายในประเทศ มีใจเปิดกว้าง กล้าหาญในการปกป้องมุมมองของตนเอง

ตัวบ่งชี้ที่ 2 การตระหนักต่อส่วนรวมตามหน้าที่ในสังคม

พฤติกรรมสังเกต คือ ผู้เรียนเคารพและเข้าใจซึ่งกันและกัน มีความรับผิดชอบต่อสังคม ความเป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกันกับผู้อื่น เต็มใจรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น มีการแสดงออกถึงความห่วงใยต่อประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลกระทบต่อสังคม

ระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผลการวิจัยมี 2 ประเด็นหลัก ได้แก่ 1) ผลการสร้างและตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และ 2) ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการสร้างและตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่พัฒนาขึ้น มีทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานมาจากทฤษฎีสรรรคนิยม ทฤษฎีสรรรคนิยมเชิงสังคม ทฤษฎีการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง แนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 3) รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4) การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ และ 5) เงื่อนไขในการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนชัดเจน สามารถนำไปใช้จัดการเรียนรู้ได้จริง ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ชั้นเผชิญหน้าประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ 2) ขั้นการตรวจสอบผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย 3) ขั้นการสำรวจและค้นหาทางเลือกของพลเมืองวิทยาศาสตร์ในมุมมองต่าง ๆ 4) ขั้นการรับรู้และพิจารณามุมมองที่แตกต่าง และ 5) ขั้นการแสดงออกของการมีส่วนร่วมในสังคม ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ทั้งด้านบุคคล ด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม และด้านความตระหนักต่อสังคมให้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือที่สอดคล้องกับองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ และมีความเหมาะสมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54

2. ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองโดยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระจากกัน (t-test for dependent sample) พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ขององค์ประกอบด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคมเพิ่มสูงขึ้นจากก่อนเรียนมากที่สุด ซึ่งมีร้อยละการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 83.77 ด้านความตระหนักต่อสังคม มีร้อยละการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 80.95 และด้านบุคคล มีร้อยละการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 73.80 ตามลำดับ โดยคะแนนความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์เฉลี่ย

ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

2. การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับคะแนนจุดตัด 12 คะแนน โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวเทียบกับคะแนนเกณฑ์ (One sample t-test) พบว่า คะแนนเฉลี่ยความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบ การเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 17.32 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

ระยะที่ 1 การสังเคราะห์ความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์

ความหมาย องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58) เนื่องจากผู้วิจัยได้วิเคราะห์ เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาที่หลากหลายทั้ง ของไทยและต่างประเทศ มีการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ โดย ความหมายของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์นั้นสังเคราะห์บนพื้นฐานของความเป็นพลเมือง คือ บุคคลที่มีความรู้สึกสำนึกเป็นส่วนหนึ่งในชุมชน ทั้งในระดับภาพกว้างและการเป็นส่วนหนึ่งของ มนุษยชาติ และมีความกระตือรือร้นที่จะร่วมรับผิดชอบและมีส่วนร่วมในการขับเคลื่อนสังคมทั้งใน ระดับครอบครัว ชุมชน ประเทศ และประชาคมโลก (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2554 ; Aihwa, 1999; Unesco, 2015) ร่วมกับคำว่าความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ที่มีกล่าวไว้ในงานวิจัย ของนักวิทยาศาสตร์ที่ยังไม่ได้รับการกล่าวถึงในวงกว้างมากนัก คือ บุคคลที่มีความรู้วิทยาศาสตร์ มี ทักษะที่สำคัญ สามารถร่วมแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นร่วมกับคนในสังคม และเรียกร้องสิทธิเพื่อให้ได้รับ การช่วยเหลือจากรัฐบาลได้ (DePace, 2020; Irwin, 2015; Sternsdorff-Cisterna, 2015; Petryna, 2002) ดังนั้น ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์จึงเป็นคุณลักษณะที่บุคคลหนึ่ง ๆ ในสังคมพึงมี เพื่อที่จะ สามารถอยู่ในสังคมและเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาสังคมไปในทิศทางที่ดียิ่งขึ้น

จากการสังเคราะห์องค์ประกอบของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสังเคราะห์ได้ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านบุคคล ด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม และด้านความตระหนักต่อสังคม สอดคล้องกับที่ Unesco (2015) ระบุเป้าหมายของผู้เรียนทุกวัยว่า ต้องเป็นผู้มีความรู้ความเข้าใจและนำความรู้ไป ใช้ได้ ต้องมีความรู้สึกเป็นมนุษยชาติร่วมกันในสังคม และต้องแสดงออกอย่างรับผิดชอบเพื่อให้โลก สงบสุขและยั่งยืน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดในการพัฒนาพลเมืองกลุ่มประเทศยุโรป (European Union, 2016) ที่พลเมืองต้องมีความรู้และความเข้าใจส่วนบุคคล มีทักษะที่สำคัญและมีส่วนร่วมใน

ชุมชน รวมถึงมีค่านิยมและปฏิกริยาทางอารมณ์ที่ดีต่อสังคม และเป็นไปในทิศทางเดียวกับข้อเสนอเชิงนโยบายการพัฒนาการศึกษาเพื่อสร้างความเป็นพลเมืองไทย (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2559) ที่ได้เสนอคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของความเป็นพลเมืองไทย ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ความเข้าใจส่วนบุคคล ด้านความคิดเห็นหรือเจตคติต่อการมีส่วนร่วมในสังคม และด้านการปฏิบัติตนในสังคม โดยองค์ประกอบ 3 ด้านที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ด้านบุคคล เป็นด้านที่บุคคลแต่ละบุคคลต้องมีความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมสมัย ซึ่งสอดคล้องกับที่ Osborne (2000) กล่าวไว้ว่า สิ่งจำเป็นสำหรับพลเมืองคือ ความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น โดยเฉพาะความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมสมัย เนื่องจากปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในสังคมส่วนใหญ่เกิดมาจากการคิดค้นวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ เช่น การตัดต่อยีนด้วยเทคนิค CRISPR/Cas 9 หรือการโต้เถียงกันเรื่องติดฉลากพืชตัดแปรพันธุกรรม เป็นต้น ซึ่งพลเมืองต้องสามารถนำความรู้มาปรับประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาให้ได้ (Wellington, 2003; Davies, 2004; Blanco- Lopez et al, 2014; Unesco, 2015) นอกจากนี้แต่ละบุคคล ต้องมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับที่ Blanco-Lopez et al. (2014), European Union (2016) และ Ten Dam and Volman (2004) กล่าวไปในทิศทางเดียวกันว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่สำคัญที่จะช่วยสนับสนุนให้แต่ละบุคคลกลายเป็นพลเมืองที่สมบูรณ์ มีการคิดที่เป็นระบบก่อนการตัดสินใจลงมือแก้ไขปัญหา และที่สำคัญแต่ละบุคคลต้องมีจิตวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ ที่พลเมืองวิทยาศาสตร์ควรจะมี นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Osborne (2000) ที่ได้กล่าวไว้ว่า หากพลเมืองรู้คุณค่าของวิทยาศาสตร์และมีคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ จะสามารถเข้าใจปัญหาและคิดวิธีแก้ปัญหาในสังคมได้ดียิ่งขึ้น

2. ด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม เป็นด้านที่บุคคลแต่ละบุคคลต้องทำงานร่วมกับผู้อื่น มีการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์และตัดสินใจบนพื้นฐานของความรู้วิทยาศาสตร์ ข้อมูล ข่าวสาร การดำรงชีวิต เพื่อแก้ปัญหาการอยู่ร่วมกันในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และประเทศชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับที่ Osborne (2000) กล่าวว่า สังคมร่วมสมัยเป็นสังคมที่ต้องการประชาชนที่เข้าใจการทำงานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ย่อมเกิดการสื่อสารและโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจข้อสรุป ดังนั้นพลเมืองวิทยาศาสตร์ต้องมีความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ และยังสอดคล้องกับที่ Bayram-Jacobs, Wieske and Henze (2019), Blanco-Lopez et al. (2014), Varis et al. (2018) และ Wellington (2003) กล่าวว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญของพลเมือง จะนำไปสู่ความสามารถในการตัดสินใจ ซึ่งจะทำให้ประชาชนกลายเป็นพลเมืองที่สมบูรณ์ขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการคิดไตร่ตรองในข้อมูลต่าง ๆ อย่างถี่ถ้วนแล้ว (Barrue and Albe, 2013; Ratcliffe and Grace, 2003)

3. ด้านความตระหนักต่อสังคม เป็นด้านที่บุคคลแต่ละบุคคลจะต้องตระหนักในตนเองทั้ง ความคิด การตัดสินใจ และการปฏิบัติตนในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ Blanco-Lopez et al. (2014), European Union (2016) และ Osborne (2000) ที่กล่าวว่า สมรรถนะสำคัญของพลเมืองต้องมีจริยธรรม ศีลธรรม มีความรับผิดชอบส่วนบุคคล มีใจที่เปิดกว้างในการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น กล้าหาญปกป้องมุมมองของตนเอง รวมถึงต้องเคารพกฎหมายในประเทศ นอกจากนี้บุคคลที่จะเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ต้องตระหนักต่อส่วนรวมตามหน้าที่ในสังคม ซึ่งสอดคล้องกับที่ Eurydice (2012) กล่าวว่า การแสดงความรับผิดชอบและแสดงออกถึงความห่วงใยผู้อื่นในสังคมนั้นเป็นคุณสมบัติที่ควรส่งเสริมให้เกิดในพลเมืองวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี

การที่จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้และฝึกฝน ซึ่งผลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในงานวิจัยนี้มีความเห็นสอดคล้องกับ Varis et al. (2018) ว่าการจะพัฒนานักเรียนให้เกิดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ต้องสร้างประสบการณ์ให้ผู้เรียนโดยตรง นำไปสู่การปฏิบัติ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ที่กระตือรือร้นในสังคม

ระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยแบ่งการอภิปรายออกเป็นมี 2 ประเด็น ได้แก่ 1) การสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และ 2) ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประเด็นในการอภิปราย ดังนี้

1.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้ในบริบทจริงได้ เนื่องจากผู้วิจัยใช้ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานทางการศึกษาเป็นพื้นฐานในการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Joyce and Weil (2000) ที่กล่าวว่า การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ต้องเริ่มต้นจากการวิเคราะห์ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานทางการศึกษา โดยในงานวิจัยนี้ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของทฤษฎีสรคินิยม ทฤษฎีสรคินิยมเชิงสังคม ทฤษฎีการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง แนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน แล้ว จึงทำการกำหนดหลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ จากนั้นจึงสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นเผชิญหน้าประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ 2) ขั้นการตรวจสอบผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย 3)

ขั้นการสำรวจและค้นหาทางเลือกของพลเมืองวิทยาศาสตร์ในมุมมองต่าง ๆ 4) ขั้นการรับรู้และพิจารณามุมมองที่แตกต่าง และ 5) ขั้นการแสดงออกของการมีส่วนร่วมในสังคม โดยมีการกำหนดบทบาทครูและบทบาทนักเรียนชัดเจนในแต่ละขั้นตอน และผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ จากนั้นนำรูปแบบที่พัฒนาขึ้นไปทดลองนำร่องกับนักเรียนซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ในการนำไปใช้กับนักเรียนในบริบทจริง ในเรื่องความเหมาะสมของเวลาเนื้อหา และสื่อที่ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ของ ทิศนา ขแมมมณี (2551) ที่กล่าวว่า การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ควรมีทฤษฎีที่ใช้เป็นพื้นฐาน มีการสร้างรูปแบบอย่างเป็นระบบ มีกระบวนการหรือขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยให้การจัดการเรียนรู้เกิดผลเป็นไปตามทฤษฎีและแนวคิดที่ใช้เป็นพื้นฐาน

1.2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้ เกิดขึ้นในช่วงที่หลายประเทศทั่วโลกได้ให้ความสำคัญกับแนวคิดในการสร้างความเป็นพลเมืองให้เกิดขึ้นกับประชาชน และมีการจัดการศึกษาที่ส่งเสริมความเป็นพลเมืองในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Ministry of education Singapore, 2014; Oxfam, 2006) โดยผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตอน ซึ่งในแต่ละขั้นการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยสามารถอภิปรายได้ดังนี้

1) ขั้นเผชิญหน้าประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้เผชิญหน้ากับสถานการณ์ในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในบริบทประเทศไทย ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หรือ Socioscientific issue เนื่องจากเป็นประเด็นที่สามารถมองได้หลายมุมมองในกลุ่มคนต่าง ๆ ในสังคม ทำให้สามารถจำลองสถานการณ์ในห้องเรียนให้มีความคล้ายคลึงกับสังคมจริงได้ ซึ่งสอดคล้องกับที่ Zeidler, Sadler, Simmons and Howes (2005) กล่าวว่าประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไม่ใช่ประเด็นที่เกิดขึ้นในสังคมเท่านั้น แต่ยังเป็นประเด็นที่เกิดจากความขัดแย้งทางความคิดในความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความสัมพันธ์กับคุณธรรม จริยธรรม สังคม การเมือง วัฒนธรรมหรือเศรษฐศาสตร์ด้วย ซึ่งการที่เลือกใช้ประเด็นที่สามารถมองได้หลากหลายมุมมองเช่นนี้ ทำให้นักเรียนสามารถแสดงจุดยืนของตนเองจากความรู้เดิมได้อย่างหลากหลายได้ เช่นเดียวกับสังคมของเราที่มีกลุ่มคนหลากหลายอาชีพอาศัยอยู่ร่วมกัน และต่างกันต่างมีมุมมองของตนเองที่อาจจะเหมือนหรือแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับที่ ลักชีกา นาไซ และ อังคณา อ่อนธานี (2560) กล่าวว่า การใช้ประเด็นที่เกิดขึ้นจริงในสังคมทำให้นักเรียนได้ฝึกเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับมิติอื่น ๆ ของสังคม นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับที่ Vesterinen, Tolppanen and Aksela (2016) กล่าวว่า การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สามารถเพิ่มความสนใจในการอภิปรายและมีส่วนร่วมของนักเรียนในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับความเป็นพลเมืองมากยิ่งขึ้น

2) ขั้นตอนการตรวจสอบผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องระบุและวิเคราะห์ผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสียจากสถานการณ์ในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ให้ครอบคลุมที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับในสังคมจริง ที่ประกอบไปด้วยกลุ่มคนหลากหลายอาชีพ หลากหลายความคิด แต่ละคนจะได้รับผลกระทบจากประเด็นปัญหาที่ต่างกัน ตามที่ Sternsdorff-Cisterna (2015) กล่าวไว้ว่า ในสังคมจะมีกลุ่มคนที่ได้ประโยชน์และเสียประโยชน์จากการตัดสินใจของรัฐบาลและกลุ่มคนที่เสียประโยชน์จะต้องสามารถตรวจสอบหรือวิจารณ์การตอบสนองของรัฐบาลที่มีต่อคำถามต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสังคมเพื่อความปลอดภัยของประชาชนและกล้าที่จะตัดสินใจถอนตัวจากระบบเพื่อหาวิธีการปลอดภัยด้วยตนเอง ซึ่งการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ เสมือนเป็นการสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนได้รับรู้มุมมองของกลุ่มคนอาชีพอื่น ๆ ในสังคม จะทำให้นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกฝนกระบวนการตัดสินใจในประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น สอดคล้องกับที่ Lee and Grace (2012) กล่าวไว้ว่า การฝึกให้นักเรียนได้พิจารณาผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา จะช่วยทำให้นักเรียนได้เห็นมุมมองของปัญหาที่หลากหลายทั้งในด้านวิทยาศาสตร์และสังคม ด้านบวกและด้านลบ นำไปสู่การตัดสินใจหรือสร้างทางเลือกที่จะใช้ในการแก้ปัญหา

3) ขั้นการสำรวจและค้นหาทางเลือกของพลเมืองวิทยาศาสตร์ในมุมมองต่าง ๆ เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้สืบค้นความรู้วิทยาศาสตร์ แนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และแนวปฏิบัติภายใต้กฎหมายในสังคมที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในสังคม ตามบทบาทผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสียที่ได้รับเนื่องจากการตัดสินใจในการแก้ปัญหาของทุกกลุ่มคนในสังคมนั้นต้องอยู่บนพื้นฐานความรู้ และการปฏิบัติที่เหมาะสมที่ควรของแต่ละสังคม สอดคล้องกับที่ DePace (2020) กล่าวไว้ว่า การที่บุคคลหนึ่ง ๆ จะเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ได้นั้น ต้องมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเข้าใจแนวปฏิบัติ รวมถึงกฎหมายในสังคมด้วย เนื่องจากการตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาหรือการเลือกปฏิบัติตัวในสังคม ไม่เพียงแต่จะส่งผลต่อตัวเราเองเท่านั้น แต่ยังจะส่งผลต่อส่วนร่วมด้วย นอกจากนี้ความรู้วิทยาศาสตร์และข้อมูลที่นำเชื่อถือยังสร้างสังคมของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ไม่ใช่การโต้แย้งจากความคิดเห็นส่วนตัว และนำไปสู่การตัดสินใจที่ดีที่สุด ณ เวลานั้น ๆ

4) ขั้นการรับรู้และพิจารณามุมมองที่แตกต่าง เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้โต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในชั้นเรียน โดยให้เหตุผลและเสนอหลักฐานสนับสนุนจุดยืนของบทบาทผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสียที่ได้รับ ในขั้นนี้ นักเรียนจะได้ฝึกและมีส่วนร่วมในการสนทนาที่สำคัญเกี่ยวกับประเด็นปัญหา และเกิดการสร้างทางเลือกขึ้นหลังจากได้รับฟังมุมมองจากบุคคลอื่นในสังคม ซึ่งสอดคล้องกับที่ Aihwa (1999) กล่าวว่า พลเมืองวิทยาศาสตร์ต้องสามารถสร้างทางเลือกในการแก้ไขวิกฤติที่เกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสมด้วยตนเอง โดยการสร้างทางเลือกนี้ต้องอยู่บนฐานความรู้วิทยาศาสตร์ และข้อมูลจากแหล่งที่เชื่อถือได้ และยังสอดคล้องกับที่ Wellington (2003) กล่าวว่า วิชาวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาความเป็นพลเมืองให้กับผู้เรียนได้ โดยการจัดโอกาส

ให้นักเรียนได้โต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ อภิปราย และสื่อสาร โดยทักษะเหล่านี้จะช่วยปรับสมดุลคุณภาพชีวิตของประชาชนให้เหมาะสมกับเหตุการณ์ในปัจจุบัน นำไปสู่การตัดสินใจและการแสดงออกในสังคม

5) ขั้นการแสดงออกของการมีส่วนร่วมในสังคม เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้ตัดสินใจและลงข้อสรุปจุดยืนของตนเองในบทบาทพลเมืองวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะได้ไตร่ตรองและตระหนักในการตัดสินใจของตนเอง และตระหนักถึงผลที่อาจจะเกิดขึ้นในสังคมระดับต่าง ๆ โดยในขั้นนี้ผู้วิจัยได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตัดสินใจอีกครั้งหนึ่ง หลังจากผ่านการใช้ทักษะการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ และการคิดเชิงวิพากษ์มาแล้ว ทำให้นักเรียนได้ทราบมุมมองที่หลากหลายจากกลุ่มคนอาชีพต่าง ๆ ในสังคม ซึ่งมีทั้งกลุ่มคนที่มีส่วนได้ - ส่วนเสีย โดยนักเรียนต้องประเมินและไตร่ตรองในข้อมูลสำหรับการตัดสินใจอีกครั้งหนึ่งอย่างถี่ถ้วน สอดคล้องกับที่ Aihwa (1999) กล่าวว่า พลเมืองวิทยาศาสตร์ ต้องมีการรู้วิทยาศาสตร์ สามารถประเมินการจัดการวิกฤติของรัฐบาลได้ และสามารถเลือกทางเลือกในการแก้ไขวิกฤติที่เกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสมด้วยตนเอง ซึ่ง Barrue and Albe (2013) กล่าวว่า การพัฒนาความเป็นพลเมืองเช่นนี้ จะทำให้เกิดเป็นพลเมืองที่มีวิจารณญาณ (Critical citizen) ที่รู้จักการตัดสินใจในประเด็นปัญหา และมีส่วนร่วมในการอภิปรายสาธารณะ ซึ่งเป็นการคิดขั้นสูงที่พลเมืองควรจะต้องมี นอกจากนี้ในขั้นนี้นักเรียนจะได้มีโอกาสเสนอจุดยืนของตนเองเกี่ยวกับสถานการณ์ในสังคมให้คนในสังคมรับรู้ผ่านวิธีการที่ไม่ขัดต่อกฎหมาย ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่พลเมืองสามารถแสดงความคิดเห็นของตนเองในการเรียกร้องสิทธิในสังคม สอดคล้องกับที่ Petryna (2002) กล่าวว่า พลเมืองวิทยาศาสตร์ต้องสามารถเรียกร้องสิทธิเพื่อให้ได้รับการช่วยเหลือจากรัฐบาล หรือเรียกร้องประโยชน์ให้กับตนเองและสังคม ตามสิทธิ และหน้าที่ที่มีอยู่

2. ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประเด็นในการอภิปราย ดังนี้

2.1 ผลของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนเฉลี่ยความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นทำให้นักเรียนได้สร้างประสบการณ์จริงจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง มุ่งเน้นการสร้างความรู้ใหม่ของแต่ละบุคคล (Duffy and Cunningham, 1996) และการจำลองสังคมที่มีประเด็นปัญหาเกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ มาไว้ในห้องเรียน *ส่งผลให้*ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ผ่านการเข้าร่วมสังคม และได้รับประสบการณ์โดยตรงจากการเข้าร่วมกิจกรรมในสังคม ทั้งกิจกรรมการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ การอภิปราย และ

การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจประเด็นปัญหาในห้องเรียน (Ratcliffe and Grace, 2003; Vygotsky, 1978) โดยหากผู้เรียนได้เผชิญและรับรู้กับสถานการณ์ที่ต่างไปจากมุมมองเดิมของตนเอง จะทำให้เกิดการใคร่ครวญอย่างมีวิจารณญาณ และเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดอย่างมีเหตุผล นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงทั้งส่วนบุคคล และการเปลี่ยนแปลงปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Mezirow, 2000; วิจารณ์พานิช, 2558)

2.2 เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของแต่ละองค์ประกอบของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ พบว่า ทั้งองค์ประกอบด้านบุคคล ด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม และด้านความตระหนักต่อสังคม ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้สามารถพัฒนาผู้เรียนให้ครบทุกองค์ประกอบของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับที่ DePace (2020) กล่าวว่า การจะพัฒนาบุคคลหนึ่งให้เป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ นั้นต้องพัฒนาทั้งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ฝึกฝนทักษะที่สำคัญ และบุคคลนั้นต้องทัศนคติที่ดีต่อโดยในแต่ละชั้นตอน นักเรียนจะได้ประสบการณ์ด้วยตัวของผู้เรียนเรียน เป็นการฝึกฝนให้นักเรียนกลายเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ สอดคล้องกับที่ Varis et al. (2018) อธิบายว่า การจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนโดยตรง โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตัวเอง จะสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นพลเมืองที่กระตือรือร้นได้ โดยแบ่งประเด็นตามองค์ประกอบของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ได้ดังต่อไปนี้

1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมือง ทำให้ผู้เรียนมีการพัฒนาความเป็นพลเมืองในองค์ประกอบที่ 1 ด้านบุคคล ได้แก่ ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ เป็นเพราะในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เผชิญหน้าประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ นั้นช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มากขึ้น จึงมีความสนใจและตั้งใจที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม จากแหล่งข้อมูลและวิธีการที่หลากหลาย และในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การสำรวจและค้นหาทางเลือกของพลเมืองวิทยาศาสตร์ในมุมมองต่าง ๆ ก็เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาข้อมูลหรือเนื้อหาที่นักเรียนสนใจเพิ่มเติม โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จนเกิดการเรียนรู้ภายในตัวผู้เรียน และการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีสรคณิยม ที่มีความเชื่อที่ว่า ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ของตนเอง โดยเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่อย่างมีเหตุผล เพื่อสร้างความหมายหรือความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่แต่ละบุคคลพบเจอมา หากพบว่าปัญหานั้นขัดแย้งกับความรู้เดิม จะเกิดความขัดแย้งทางปัญญา และพยายามปรับให้เข้าสู่ภาวะสมดุล (Bednar et al., 1995; Gagnon and Colla, 2001) และสอดคล้องกับที่ Duffy and Cunningham

(1996) กล่าวว่า ทฤษฎีสรรคินิยมจะสนับสนุนการสร้างมากกว่าการถ่ายทอดความรู้ ดังนั้น รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้ จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง

2) การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมือง ทำให้ผู้เรียนมีการพัฒนาความเป็นพลเมืองในองค์ประกอบที่ 2 ด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม ได้แก่ ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจ เป็นเพราะในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การตรวจสอบผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย นักเรียนจะได้วิเคราะห์ว่าใครเป็นผู้มีส่วนได้ - ส่วนเสียจากสถานการณ์ในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นี้บ้าง และในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การรับรู้และพิจารณามุมมองที่แตกต่าง นักเรียนจะได้โต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์โดยให้เหตุผลและเสนอหลักฐานสนับสนุนจุดยืนของบทบาทผู้มีส่วนได้ - ส่วนเสียที่ได้รับ พร้อมกับยังได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นว่าบทบาทของตนเองและผู้อื่นมีความสัมพันธ์กัน และส่งผลต่อสังคมในระดับต่าง ๆ โดยไม่ตัดสินว่าฝ่ายใดถูกหรือผิด ซึ่งเป็นการเรียนรู้จากการจำลองห้องเรียนเป็นบริบทสังคมที่มีหลากหลายอาชีพ สอดคล้องกับที่ Vygotsky (1978) กล่าวว่า บุคคลจะสร้างความรู้ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ในสังคมกับบุคคลอื่น โดยความรู้จะเกิดขึ้นขณะที่บุคคลมีส่วนร่วมในกิจกรรมตามบริบทของสังคมและวัฒนธรรมนั้น ๆ และการจัดกิจกรรมนี้สอดคล้องกับที่ McLellan (1996) กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ควรจัดให้มีบริบทที่มีความหมายและไม่แยกออกจากการเรียนรู้ และควรมีการจัดบริบทพัฒนามาจากสภาพชีวิตจริงนอกโรงเรียน เพื่อให้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์ในโรงเรียนไปสู่โลกนอกโรงเรียนได้

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยเลือกใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับบริบทสังคมของนักเรียน ได้แก่ การปลูกถ่ายเครื่องตัดแปรพันธุกรรม การจัดทำฐานข้อมูลสารพันธุกรรมในประเทศไทย และการปรับแต่งจีโนมมนุษย์ ซึ่งเป็นไปตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ที่จะใช้ประเด็นที่กำลังเป็นที่ถกเถียงในสังคมและเกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ส่งผลต่อชีวิต สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม มีการโต้แย้งเพื่อแสดงความคิดเห็นโดยจะคำนึงถึงผู้มีส่วนได้ - ส่วนเสียในสังคม ต้องอาศัยความรู้ กระบวนการ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ค่านิยมในสังคม หลากหลายมิติ (Sadler; 2002; Sadler and Zeidler, 2005; Zeidler, Applebaum, and Sadler, 2011) อีกทั้งยังเป็นไปตามแนวทางการจัดการเรียนรู้การใช้บริบทเป็นฐาน ที่มีการเชื่อมโยงบริบทหรือประสบการณ์ที่อยู่ภายใต้สิ่งแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรมรอบตัวนักเรียน โดยเน้นให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล สร้างประสบการณ์ผ่านการปฏิบัติ และถ่ายโอนความรู้ไปสู่สถานการณ์อื่นได้ ซึ่งบริบทต้องสัมพันธ์กับเนื้อหา ไม่แยกออกจากเนื้อหา และมีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่สอน เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจนมากขึ้น (Bennett and Lubben, 2005; De jong, 2008; Overton, 2007)

3) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนาองค์ประกอบที่ 3 ด้านความตระหนักต่อสังคม ได้แก่ การตระหนักในตัวบุคคลและการตระหนักต่อส่วนรวมตามหน้าที่ในสังคม เป็นเพราะในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การรับรู้และพิจารณามุมมองที่แตกต่าง ทำให้นักเรียนได้เกิดความตระหนักว่าแต่ละทางเลือกมีผลต่อสังคมในระดับต่าง ๆ หลังจากที่ได้โต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์และได้แลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นกับผู้อื่น และในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การแสดงออกของการมีส่วนร่วมในสังคม นักเรียนจะได้วิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นจากการตัดสินใจในฐานะพลเมืองวิทยาศาสตร์ในสังคมของตนเองในระดับบุคคล ชุมชน ประเทศ และโลกอีกครั้งหนึ่ง ก่อนที่จะตัดสินใจและแสดงจุดยืนของตนเองต่อสังคม ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนี้ สามารถสร้างประสบการณ์ให้กับนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนทั้งความรู้ความเข้าใจ มุมมองต่อสังคม และการแสดงออกในสังคม ซึ่งสอดคล้องกับที่ Mezirow (2000) กล่าวไว้ว่า บุคคลจะเกิดการเปลี่ยนแปลงต้องเผชิญกับสถานการณ์ใหม่ที่มีความแตกต่างจากมุมมองเดิม และเกิดการใคร่ครวญอย่างมีวิจารณญาณ ทั้งในด้านเนื้อหา กระบวนการ และกระบวนการทัศน์ และมีการแลกเปลี่ยนความคิดอย่างมีเหตุผล นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับที่ วิจารณ์ พานิช (2558) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงต้องเปลี่ยนแปลงทั้งโลกทัศน์ ความรู้ ความเข้าใจ และพฤติกรรม ซึ่งเป้าหมายของการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง ผู้เรียนต้องมองการเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคมเปรียบเทียบกับการเรียนรู้ของผู้อื่น ไม่เอาตนเป็นที่ตั้งเพียงฝ่ายเดียว ทำความเข้าใจและเชื่อมโยงระหว่างส่วนต่าง ๆ ในเนื้อหาวิชา มีการเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมและประสบการณ์ชีวิต เรียนรู้ผ่านการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และต้องรับฟัง ทำความเข้าใจผู้อื่นเพื่อเรียนรู้ความเหมือนและความต่าง

ข้อเสนอแนะ

1. การนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สำหรับส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ควรสอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้และวัยของนักเรียน อีกทั้งต้องเป็นเรื่องที่สร้างสรรค์ กำลังเป็นที่ถกเถียงในสังคม และมีมุมมองในการสร้างทางเลือกที่หลากหลาย จะช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนในการเรียนรู้และส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

1.2 ระยะเวลาสำหรับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ผู้สอนต้องคำนึงเรื่องเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ต้องมีระยะเวลาที่เพียงพอให้นักเรียนได้ทำกิจกรรม เพื่อที่จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้และทักษะอย่างเต็มที่ จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 การจัดบรรยากาศการเรียนรู้ในห้องเรียนที่เหมาะสมในการส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ต้องมีบรรยากาศที่ผ่อนคลายและเป็นกันเอง สนับสนุนและกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของตนเอง ไม่กดดันนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถและฝึกฝนอย่างเต็มศักยภาพ

2. การวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ 1 ด้านบุคคลเพิ่มขึ้น เนื่องจากพบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ขององค์ประกอบนี้เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนน้อยที่สุด

2.2 การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมและสร้างประสบการณ์ให้นักเรียนได้แสดงจุดยืนในประเด็นปัญหาในระดับโลก เนื่องจากประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบันนั้น ไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบต่อสังคมระดับประเทศเท่านั้น แต่ยังส่งผลกระทบต่อวงกว้างระดับโลกอีกด้วย



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2557). *แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตร แห่งประเทศไทย.
- ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2558). *กลยุทธ์การสอนเคมีอย่างมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: วิสต้าอินเตอร์ปริ้นท์ จำกัด.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2553). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 12. นนทบุรี: ไทเนรมิตกิจ อินเตอร์ โพรเกรสซิฟ จำกัด.
- ชลลดา ทองทวี และคณะ. (2551). *จิตตปัญญาศึกษา: การสังเคราะห์ความรู้จิตตปัญญา ศึกษาเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ : โครงการวิจัยและจัดการความรู้จิตตปัญญาศึกษา ศูนย์จิตต ปัญญาศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ชัยอนันต์ สมุทวณิช. (2542). *พระราชรัฐกับการเปลี่ยนแปลง*. กรุงเทพฯ: สถาบันนโยบายศึกษา.
- ทัตตริน เครือทอง. (2553). *การเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีบริบท*. นิตยสาร สสวท., 38(166), 56-59.
- ทิพย์พาวร ดันดีสุนทร. (2557). *พลเมือง สิทธิมนุษยชน และประชาธิปไตย*. กรุงเทพฯ: สถาบัน นโยบายการศึกษาภายใต้มูลนิธิส่งเสริมนโยบายการศึกษา.
- ทิตนา แคมมณี. (2546). *รูปแบบการเรียนการสอน: ทางเลือกที่หลากหลาย*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แคมมณี. (2551). *รูปแบบการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แคมมณี. (2552). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพมหานคร: ด้านสุทธาการพิมพ์.
- ธนา นิลชัยโกวิทย์, และอดิสร จันทรสุข. (2552). *ศิลปะการจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อการ เปลี่ยนแปลง: คู่มือกระบวนการจิตตปัญญาศึกษา*. กรุงเทพฯ : ศูนย์จิตตปัญญาศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2537). *การพัฒนาการสอน*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). *การวิจัยสำหรับครู*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์นบุญชมศรี.
- บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2556). *ทฤษฎีและการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เอส พรินต์ติ้ง ไทย แพคคอรี่.

- บุปผชาติ ทัพพิกรณ. (2555). รายงานการวิจัย เรื่อง การพัฒนาคุณลักษณะผู้เรียนยุคใหม่เพื่อรองรับ การปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง ด้วยการบูรณาการไอซีทีในการจัดการเรียนรู้ด้วย โครงการ. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ.
- ประพิมพ์พรรณ สุวรรณภู. (2557). การพัฒนารูปแบบกิจกรรมการศึกษานอกระบบโรงเรียน เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองโลกของเด็กและเยาวชนไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษานอกระบบโรงเรียน ภาควิชาการศึกษาตลอดชีวิต คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2551). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Socioscientific. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2(3), 99-106.
- ประเวศ วะสี. (2552). คำบรรยายเรื่องการศึกษาที่พาชาติออกจากวิกฤติ. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัย ธรรมศาสตร์.
- ปาจริย์ รัตนานุสนธิ. (2556). การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะพลเมืองโลกของนักเรียนมัธยมศึกษา. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา, 9(2), 550-562.
- ปริญญา เทวานฤมิตรกุล. (2559). การศึกษาเพื่อสร้างพลเมือง: Civic Education. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- พจนานุกรมศัพท์ ศึกษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2555. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ราชบัณฑิตยสถาน.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พินิจ ขำวงศ์. (2551). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์. สัมมนา เรื่อง สอนวิทยาศาสตร์อย่างไรให้สอดคล้องกับบริบท ชุมชนเมือง. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยีน ภู่วรรณ (ผู้บรรยาย). (28-29 กรกฎาคม 2556). เทคโนโลยีอุบัติใหม่. ใน การประชุมทาง วิชาการนเรศวรวิจัย ครั้งที่ 9. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- รัตนะ บัวสนธ์. (2544). วิจัยและพัฒนาการศึกษา. พิษณุโลก : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย นเรศวร.
- ลักษิกา นาไข และอังคณา อ่อนธานี. (2560). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและจิตสำนึก ต่อสิ่งแวดล้อม เรื่อง การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราช ภัฏพิบูลสงคราม, 11(2), 174-189.

- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). *แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- วาสนา สังข์พุ่ม. (2554). รูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีเชื่อมโยงนิยม. *วารสารการอาชีวและเทคนิคศึกษา*, 1(2), 50-56.
- วิจารณ์ พานิช. (2558). *การเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง transformative learning*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสยามกัมมาจล.
- การประชุมวิชาการ เรื่อง “ความเป็นพลเมืองกับอนาคตประชาธิปไตยไทย (Citizenship and the Future of Thai Democracy)”. (22-24 มีนาคม 2555). กรุงเทพฯ: สถาบันพระปกเกล้า.
- สถาบันส่งเสริมการจัดการความรู้เพื่อสังคม. (2560). *Thailand 4.0 โมเดลขับเคลื่อนประเทศไทยสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน*. กรุงเทพฯ : กองบริหารงานวิจัยและประกันคุณภาพการศึกษา.
- สมาน อิศวภูมิ. (2550). *การบริหารการศึกษสมัยใหม่: แนวคิด ทฤษฎี และการปฏิบัติ*. พิมพ์ครั้งที่ 4. อุบลราชธานี: อุบลกิจออฟเซทการพิมพ์.
- สุเทียบ ละอองทอง. (2545). *การพัฒนาารูปแบบการสอนอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจโดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีสถาบันราชภัฏบุรีรัมย์*. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2554). *ยุทธศาสตร์พัฒนาการศึกษาเพื่อสร้างความเป็นพลเมือง พ.ศ. 2553-2561*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สำนักนโยบายด้านพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2557). *โครงการวิจัยเรื่องกำหนดแนวทางการพัฒนาการศึกษาไทยกับการเตรียมความพร้อมสู่ศตวรรษที่ 21*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักนโยบายด้านพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2559). *รายงานการวิจัยเพื่อจัดทำข้อเสนอเชิงนโยบายการพัฒนาการศึกษาเพื่อสร้างความเป็นพลเมือง*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักนโยบายด้านพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.

- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2561). รายงานวิจัย ข้อเสนอตัวชี้วัดการศึกษาเพื่อความ
เป็นพลเมืองโลก ตามกรอบเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable
Development Goal : SDG 4.7): กรณีศึกษาแนวทางการส่งเสริมความเป็นพลเมือง
โลก (Global Citizenship) ประสบการณ์นานาชาติ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัย
และพัฒนาการศึกษา สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- Aihwa, O. (1999). *Flexible Citizenship: The Cultural Logics of Transnationality*.
Durham: Duke University Press.
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E.,
Pintrich, P. R., et al. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing*.
A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Longman.
- Arends, R.I. (1997). *Classroom Instruction and Management*. New York: McGraw-Hill.
- Arroio, A. (2010). Context based learning: A role for cinema in science education.
Science Education International, 21(3), 131-143.
- Balci, S., Cakiroglu, J., and Tekkaya, C. (2006). Engagement, exploration, explanation,
extension, and evaluation (5E) learning cycle and conceptual change text as
learning tools. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 34, 199–203.
- Barrue, C., and Albe, V. (2013). Citizenship Education and Socioscientific Issues:
Implicit Concept of Citizenship in the Curriculum, Views of French Middle
School Teachers. *Science & Education*, 22, 1089–1114.
- Bayram-Jacobs, D., Wieske, G., and Henze, I. (2019). A Chemistry Lesson for
Citizenship: Students' Use of Different Perspectives in Decision-Making about
the Use and Sale of Laughing Gas. *Education Science*, 100(9), 1-16.
- Bednar, A., Cunningham, D. J., Duffy, T., and Perry, D. (1995). Theory in practice: How
do we link?. In G. Anglin (Ed.), *Instructional technology: Past, present, and
future*, (2nd ed., pp. 100–112). Englewood, CO: Libraries Unlimited.
- Bennett, J., and Lubben, F. (2005). "Context-based Chemistry: The Salters Approach".
International Journal of Science Education, 28(9), 999-1015.
- Bennett, J., & Holman, J. (2002). Context-based approaches to the teaching of
chemistry: What are they and what are their effects? In J. K. Gilbert, O. de
Jong, R. Justi, D. F. Treagust, & J. H. van Driel (Eds.), *Chemical education:*

- Towards research-based practice* (pp. 165–184). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Berk, R. A. (1976). Department of optional cutting scores in criterion-referenced measurement. *The Journal of Experimental Education*, 45(2), 4-9.
- Berndt, R. (2008). A European Synopsis. Involve Parents- Improve School. *Country Report Germany*, 53-63.
- Blanco-Lopez, A., Espana-Ramos, E., Gonzalez-Garcia, F. J., and Franco-Mariscal, A. J. (2014). Key Aspects of Scientific Competence for Citizenship: ADelphi Study of the Expert Community in Spain. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(2), 164-198.
- Bloom, B.S., et al. (1956). *A Taxonomy of Educational Objectives: Handbook I The Cognitive Domain*. Longman, Green Co., New York.
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. ASHE-ERIC Higher Education Report, Washington DC: School of Education and Human Development, George Washington University.
- Branson, and Margaret, S. (1998). *The Role of Civic Education: A Forthcoming Education Policy Task Force Position Paper from the Communitarian Network*. Washington, Dc: Center for Civic Education.
- Brookhart Costa, V. (1993). School science as a rite of passage: A new frame for familiar problems. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 649–668.
- Burns, T.W., O'Connor, D. J., and Stocklmayer, S.M. (2003). Science communication: A contemporary definition. *Public Understanding of Science*, 12(2), 183–202.
- Burton, D. (2015). Citizenship Education in Secondary Schools in England. *Educational futures*, 7(1).
- Bybee, R., McCrae, B., and Laurie, R. (2009). PISA 2006: An assessment of scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 865–883.
- Center for Civic Education. (2010). *National Standards for Civics and Government*. Woodland Hills, Ca: Author.
- Chen, Y. (2011). *Education: Why is Finland Tops in Civics?*. Retrieved November 29, 2020, from <http://english.cw.com.tw/article.do?action=show&id=13317>.

- Creswell, J., and Plano Clark, V. (2018). *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Darkwah, V. A. (2006). *Undergraduate Nursing Student' Level of Thinking and Self-Efficacy in Patient Education in a Context-Based Learning Program*. Canada: University of Alberta.
- Davies, I. (2004). Science and citizenship education. *International Journal of Science Education*, 26(14), 1751-1763.
- DeBoer, G. (2000). Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6).
- DeBoer, G. (2011). The globalization of science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 567-591.
- DePace, A.H. (2020). *The Scientific Citizenship Initiative*. Cambridge: Harvard Medical School Press.
- Department for Education. (2014). *The National Curriculum In England: Framework Document*. Department for Education. London: Dfe.
- De Jong, O. (2008). Context-based chemical education: how to improve it?. *Chemical Education International*, 8(1), 1-7.
- Duffy, T., and Cunningham, D. (1996). *Constructivism: Implications for the design and delivery of instruction*. New York: MacMillan.
- DUGGAN, S., and GOTT, R. (2002). What sort of science education do we really need?. *International Journal of Science Education*, 24(7), 661-679.
- European Union (EU). (2016). Framework for the key citizenship competences. *Official Journal of the European Union*. Publications Office of the European Union.
- Eurydice. (2005). *Citizenship Education at School in Europe*. Brussels: Eurydice.
- Eurydice. (2012). *Citizenship Education in Europe*. Brussels: Education, Audiovisual and Culture Executive Agency.
- Fensham, P. (2007). Competences, from within and without: new challenges and possibilities for scientific literacy. In *Proceedings of the Linnaeus Tercentenary Symposium held at Uppsala University* (pp 113-119). Sweden: Uppsala University.

- Fensham, P. (2009). Real world contexts in PISA Science: Implications for context-based science education. *Journal or Research in Science Teaching*, 46(8), 884–896.
- Fraillon, J., Schulz, W., and Ainley, J. (2012). *ICCS 2009 Asian Report: Civic Knowledge and attitudes among lower-secondary students in five Asian countries*. Amsterdam: 2010 International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).
- Gagnon, G. W., and Dan Collay, M. (2001). *Design for Learning: Six Elements in Constructivist Classrooms*. California: Corwin Press, Inc.
- Gilbert, J. K. (2006). On the Nature of Context in Chemical Education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957-976.
- Irwin, A. (2015). *Citizen Science and Scientific Citizenship*. Retrieved September 28, 2020, from <https://povesham.wordpress.com/2016/02/02/alan-irwin-talk-on-citizen-science-and-scientific-citizenship-jrc-october-2015/>
- Jacoby, C. (2006). *Moral Values Education: Characterizing Japan and Norway's Primary School Curriculum*. Master Thesis, M.Sc. Education, University of Oslo, Oslo.
- Joyce, B., and Weil M. (2000). *Model of Teaching*. 5th ed. Boston: Allyn and Bacon.
- Joyce, B., Weil, M., and Shower, B. (1992). *Models of Teaching*. 4th ed. Boston: Allyn and Bacon.
- Kaihari, K. (2006). *Citizenship Education in Finland*. Retrieved February 10, 2016, From <http://www.opf.fi>
- Kekkonen, S. (2007). *Programme Management within The Finnish Government: Prime Minister's Office Publications 12/2007*. Helsinki: Prime Minister's Office.
- Kibler, R.J. (1974). *Behavioral Objectives and Instruction*. Boston: Allyn and Bacon.
- Kitchenham, A. (2008). The evolution of John Mezirow's transformative learning theory. *Journal of Transformative education*, 6(2), 104-123.
- Klosterman, M. L., and T. D. Sadler. (2010). Multi-level assessment of scientific Content knowledge gains associated with socioscientific issues-based instruction. *International Journal of Science Education*, 32(8), 1017-1043.

- Kolstø, S.D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85, 291–310.
- Köse, E., and Tosun, F. (2011). Effect of context based learning students achievement about nervous system. *Journal of Turkish Science Education*, 8(2), 91-106.
- Kubow, P. K., Grossman, D., and Ninomiya, A. (1998). Multidimensional citizenship: Educational policy for the 21st century. In J. J. Cogan and R. Derricott (Eds.), *Citizenship for the 21st century: An international perspective on education* (pp. 115–134). London: Kogan Page.
- Lee, Y. C., and Grace, M. (2012). Students' reasoning and decision making about a socioscientific issue: A cross-context comparison. *Science Education*, 96(5), 787–807.
- Lewis, S.E. (2003). *Issue-Based Teaching in Science Education*. Retrieved May 28,2012, from <http://www.actionbioscience.org/education/lewis.html>.
- Marshall, T.H. (2009). Citizenship and Social class. In Jeff Manza and Michael Sauder (ed.), *Inequality and Society* (pp. 149-150). New York : W.W.Norton and Co.
- McLellan, H. (Ed.) (1996). *Situated Learning Perspectives*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Mezirow, J. (1991). Transformation theory and cultural context: A reply to Clark and Wilson. *Adult Education Quarterly*, 41, 188-192.
- Mezirow, J. (2000). *Learning to think like an adult. Core concepts of transformation theory*. In Mezirow, J. and Associates. (2000). *learning as transformation. Critical perspective on a theory in progress* (p.3-34). San Francisco: Jossey-Bass.
- Mezirow, J. (2003). Transformative learning as discourse. *Journal of Transformative Education*, 1(1), 58-63.
- MCEETYA. (2008). *Melbourne declaratin on educational goals for Young Australians*. Melbourne, Australia: Ministerial Council on Education, Employment, Training and Youth Affairs (MCEETYA).
- Ministry of Education. (2014). *2014 Syllabus Character and Citizenship Education Secondary*. Singapore: Ministry of Education.

- Ministry of Justice. (2007). *Final Report on The Citizen Participation Policy Programme*. Helsinki: Final Report On The Citizen Participation Policy Programme.
- Ministry of Education Singapore. (2014). *Syllabus Character and Citizenship Education Secondary*. Singapore: Ministry of Education.
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Achieve, Inc. on behalf of the twenty-six states and partners that collaborated on the NGSS. Retrieved October 27, 2020, from www.nextgenscience.org/
- Presley, M. L., Sickel, A. J., Muslu, N., Johnson, D. M., Witzig, S. B., Izci, K., et al. (2013). A framework for socio-scientific issues based education. *Science Education*, 22(1), 26–32
- Office for Standards in Education (OFSTED). (2013). *Citizenship Consolidated: A Survey of Citizenship in Schools between 2009 and 2012*. London: OFSTED
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2006). *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy. A Framework for PISA 2006*. Retrieved October 27, 2019, from http://www.oecd-ilibrary.org/education/assessing-scientific-reading-and-mathematicalliteracy_9789264026407-en.
- Osborne, J. (2000). *Science for citizenship*. In M. Monk, and J. Osborne (Eds.), *Good practice in science teaching: What Research Has to Say*. (pp.225-240). Buckingham: Open University Press.
- Overton, T. (2007). Context and problem based learning. *New Directions in the Teaching of Physical Science*, 3(10), 7-12.
- Oxfam. (2006). *Education for global citizenship: a guide for school*. Retrieved October 30, 2020, from <http://www.oxfam.org.uk/education/whole-school>.
- Oxfam. (2008). *Global citizenship guides, getting started with global citizenship: a guide for new teachers*. Retrieved October 30, 2019, from http://www.oxfam.org.uk/~/_media/Files/Education/Global%20Citizenship/GCNewTeacher_ENGLAND.ashx.
- Oxfam. (2012). *Over to you: Time for a school owned 21st century curriculum*. Retrieved October 30, 2019, from <http://www.oxfam.org.uk/education/whole-school>.
- Oxfam. (2015). *Education for global citizenship: A guide for school*, Oxford, p. 5.

- Parchmann, I., Graßsel, C., Baer, A., Nentwig, P., Demuth, R., and Ralle, B., et al. (2006). ‘‘Chemie im Kontext’’: A symbiotic implementation of a context-based Teaching and learning approach. *International Journal of Science Education*, 28, 1041– 1062.
- Pedretti, E. (1999). Decision-making and STS education: Exploring scientific knowledge and social responsibility in schools and science centres through an issues-based approach. *School Science and Mathematics*, 99(4), 174-181.
- Petryna, A. (2002). *Life Exposed: Biological Citizens after Chernobyl*. Princeton: Princeton University Press.
- Piaget, J. (1986). *The Psychology of Intelligence*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Pilot, A., and Bulte, A. M. W. (2007). Why Do You ‘‘Need to Know’’? Context-based education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 953-956.
- Ratcliffe, M., Grace, M. (2003). *Science Education for Citizenship: Teaching Socio-Scientific Issues*. Maidenhead, UK: McGraw-Hill Education.
- Sadler, T.D., and Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision-making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112–138.
- Sadler, T. D., Barab, S. A., and Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry?. *Research in Science Education*, 37(4), 371–391.
- Sadler, R. (2002). Ah!...So That’s Quality. In Schwartz, P., Webb, G. (Eds.), *Assessment Case Studies, Experience and Practice from Higher Education*. London: Kogan Page.
- Saylor, J.G., W. Alexander and A. J. Lewis. (1981). *Curriculum Planning for Better Teaching and Learning*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Schulz, W., Ainley, J., Fraillon, J., Kerr, D. and Losito, B. (2010). *ICCS 2009 International Report Civic knowledge, attitudes, and engagement among lower-secondary school students in 38 countries*. Amsterdam: 2010 International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).
- Sternsdorff-Cisterna, N. (2015). Food after Fukushima: Risk and Scientific Citizenship in Japan. *American Anthropologist*, 117(3), 455-467.

- Stray, J.H. (2009). *Education for democratic citizenship in Norway*. Retrieved August 15, 2014, from https://www.ioe.ac.uk/about/documents/About_Overview/Stray_J.pdf
- Ten Dam, G., and Volman, M. (2004). Critical thinking as a citizenship competence: teaching strategies. *Learning and Instruction*, 30, 359–379.
- Tibbitts, F. (2015). *Curriculum Development and Review for Democratic Citizenship and Human Rights Education*. Paris: UNESCO/Council of Europe/Office for Democratic Institutions and Human Rights of the Organization for Security and Co-operation in Europe/the General Secretariat of the Organization of American States.
- Taylor, E. (1998). *Transformative Learning : A Critical Review*. ERIC Clearinghouse on Adult, Career, and Vocational Education.
- Unesco. (2015). *Global Citizenship Education*. France: the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Unesco. (2015). *UNESCO Science Report: towards 2030*. France: the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Varis, K., Jäppinen, I., Kärkkäinen, S., Keinonen, T., and Väyrynen, E. (2018). Promoting Participation in Society through Science Education. *Sustainability*, 3412(10), 1-16.
- Vesterinen, V.M., Manassero-Mas, M. A., and Vázquez-Alonso, Á. (2014). History and philosophy of science and science, technology and society traditions in science education: Their continuities and discontinuities. In M. Matthews (Ed.), *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 1895–1925). Dordrecht: Springer.
- Vesterinen, V.M., Tolppanen, S., and Aksela, M. (2016). Toward citizenship science education: What students do to make the world a better place?. *International Journal of Science Education*, 38(1), 30–50.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in Society: The developmental of Higher Psychological process*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wellington, J. (2003). Science Education for Citizenship and a Sustainable Future. *Pastoral Care in Education*, 21(3), 2-37.

- Whitney, D.R. and Sabers, D.L. (1970). "Improving Essay Examination III. Use of Item Analysis", *Technical Bulletin* 11. Mimeographed. Iowa City: University Evaluation and Examination Service.
- Roth, W-M., and Désautels, J. (2004). Educating for citizenship: Reappraising the role of science education. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 4(2), 149-168.
- Ruud, V. (1997). *Education for Democratic Citizenship: Dimensions of Citizenship, Core Competencies, Variables, and International Activities*. Strasbourg: Council for Cultural Cooperation.
- Zeidler, D., Applebaum, S., and Sadler, T. (2011). Enacting a Socioscientific Issues Classroom: Transformative Transformations. In T. D. Sadler (Eds.), *Socioscientific Issues in the Classroom* (Vol. 39, pp. 277-305): Springer Netherlands.
- Zeidler, D.L., and Nichols, B.H. (2009). *Socioscientific issues: Theory and practice*. *J. Elem. Sci. Educ.*, 21, 49.
- Zeidler, D.L., and Sadler, T.D. (2008). Social and ethical issues in science education: A prelude to action. *Science Education*, 17, 799–803.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., and Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89, 357-377.



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยนครพนม

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนร่วมในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

1. ดร.กานจูลี ปัญญาอินทร์
นักวิชาการการศึกษา ระดับชำนาญการพิเศษ สังกัดสำนักบริหารงานความเป็นเลิศด้าน
วิทยาศาสตร์ศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
2. ดร.พรชัย อินทร์ฉาย
รองผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
3. รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4. รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม
ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
5. คุณครูขวัญ ตาใจ
ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม

ภาคผนวก ข รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณางษ์
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย วิชัยดิษฐ์
คณะวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมจิตต์ หอมจันทร์
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
4. คุณครูปิยะมาศ เจริญชัย
ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาชีววิทยา
โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัย พิษณุโลก
5. คุณครูขวัญ ตาใจ
ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาชีววิทยา
โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม

ภาคผนวก ค ประสิทธิภาพของเครื่องมือ

ตาราง 15 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ คนที่					\bar{X}	S.D.
	1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พันธุวิศวกรรม การโคลนยีน และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดีเอ็นเอด้านเกษตรและอุตสาหกรรม							
จุดประสงค์การเรียนรู้							
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	4	5	5	5	4	4.6	0.55
1.2 สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.8	0.45
2. สาระสำคัญ							
2.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	5	5	4	5	4	4.6	0.55
2.2 สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	4	5	5	5	4	4.6	0.55
3. กิจกรรมการเรียนรู้							
3.1 ชั้นที่ 1 ชั้นเผชิญหน้าประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ มีความเหมาะสม สอดคล้องกับจุดประสงค์และรูปแบบการจัดการเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.6	0.55

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					\bar{X}	S.D.
	1	2	3	4	5		
3.2 ขั้นที่ 2 การตรวจสอบผู้มีส่วนได้ส่วน เสีย มีความเหมาะสม สอดคล้องกับ จุดประสงค์และรูปแบบการจัดการเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.6	0.55
3.3 ขั้นที่ 3 ขั้นการสำรวจและค้นหา ทางเลือกของพลเมืองวิทยาศาสตร์ใน มุมมองต่าง ๆ มีความเหมาะสม สอดคล้อง กับจุดประสงค์และรูปแบบการจัดการ เรียนรู้	5	5	4	4	5	4.6	0.55
3.4 ขั้นที่ 4 ขั้นการรับรู้และพิจารณา มุมมองที่แตกต่าง มีความเหมาะสม สอดคล้องกับจุดประสงค์และรูปแบบการ จัดการเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.6	0.55
3.5 ขั้นที่ 5 ขั้นการแสดงออกของการมีส่วน ร่วมในสังคม มีความเหมาะสม สอดคล้อง กับจุดประสงค์และรูปแบบการจัดการ เรียนรู้	5	5	4	4	5	4.6	0.55
3.6 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับระดับ นักเรียน	4	5	3	5	5	4.4	0.90
3.7 กิจกรรมการเรียนรู้มีลำดับขั้นตอนเป็น ระบบ	5	5	4	5	5	4.8	0.45
3.8 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา	5	5	4	3	5	4.4	0.90
3.9 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลาที่ ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้	4	5	4	5	5	4.6	0.55

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					\bar{X}	S.D.
	1	2	3	4	5		
3.10 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียน พัฒนาความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์	4	5	4	5	5	4.6	0.55
4. สื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้							
4.1 สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการ เรียนรู้และรูปแบบการจัดการเรียนรู้	4	4	4	5	5	4.4	0.55
4.2 สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับวัยและ ความสามารถของนักเรียน	4	3	3	5	4	3.8	0.84
4.3 สื่อการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนพัฒนา มุมมองต่อสังคมที่หลากหลาย	4	4	4	5	4	4.2	0.45
5. การวัดและประเมินผล							
5.1 การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	5	5	4.6	0.55
5.2 การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับ รูปแบบการจัดการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.6	0.55
5.3 การวัดและประเมินผลครอบคลุม องค์ประกอบความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์	5	4	5	4	5	4.6	0.55
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การหาขนาดของดีเอ็นเอ การหาลำดับนิวคลีโอไทด์ และการ ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดีเอ็นเอด้านนิติวิทยาศาสตร์							
จุดประสงค์การเรียนรู้							
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และ ตัวชี้วัด	4	5	4	5	4	4.4	0.55

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					\bar{X}	S.D.
	1	2	3	4	5		
1.2 สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของรูปแบบ การจัดการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.8	0.45
2. สำคัญ							
2.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และ ตัวชี้วัด	5	5	5	5	4	4.8	0.45
2.2 สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของรูปแบบ การจัดการเรียนรู้	4	5	4	5	4	4.4	0.55
3. กิจกรรมการเรียนรู้							
3.1 ชั้นที่ 1 ชั้นเผชิญหน้าประเด็นปัญหา ทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ มีความ เหมาะสม สอดคล้องกับจุดประสงค์และ รูปแบบการจัดการเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.6	0.55
3.2 ชั้นที่ 2 การตรวจสอบผู้มีส่วนได้ส่วน เสีย มีความเหมาะสม สอดคล้องกับ จุดประสงค์และรูปแบบการจัดการเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.6	0.55
3.3 ชั้นที่ 3 ชั้นการสำรวจและค้นหา ทางเลือกของพลเมืองวิทยาศาสตร์ใน มุมมองต่าง ๆ มีความเหมาะสม สอดคล้อง กับจุดประสงค์และรูปแบบการจัดการ เรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	0.45
3.4 ชั้นที่ 4 ชั้นการรับรู้และพิจารณา มุมมองที่แตกต่าง มีความเหมาะสม	5	5	4	4	5	4.6	0.55

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					\bar{X}	S.D.
	1	2	3	4	5		
สอดคล้องกับจุดประสงค์และรูปแบบการ จัดการเรียนรู้							
3.5 ชั้นที่ 5 ชั้นการแสดงออกของการมีส่วนร่วม ร่วมในสังคม มีความเหมาะสม สอดคล้อง กับจุดประสงค์และรูปแบบการจัดการ เรียนรู้	4	5	4	4	4	4.2	0.45
3.6 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับระดับ นักเรียน	4	5	4	5	4	4.4	0.55
3.7 กิจกรรมการเรียนรู้มีลำดับขั้นตอนเป็น ระบบ	5	5	4	5	5	4.8	0.45
3.8 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา	5	5	4	5	5	4.8	0.45
3.9 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลาที่ ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้	5	5	5	3	5	4.6	0.90
3.10 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียน พัฒนาความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์	4	5	5	5	5	4.8	0.45
4. สื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้							
4.1 สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการ เรียนรู้และรูปแบบการจัดการเรียนรู้	4	4	5	5	5	4.6	0.55
4.2 สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับวัยและ ความสามารถของนักเรียน	4	3	4	5	5	4.2	0.84
4.3 สื่อการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนพัฒนา มุมมองต่อสังคมที่หลากหลาย	4	4	4	5	5	4.2	0.54
5. การวัดและประเมินผล							

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					\bar{X}	S.D.
	1	2	3	4	5		
5.1 การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.8	0.45
5.2 การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับ รูปแบบการจัดการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.6	0.55
5.3 การวัดและประเมินผลครอบคลุม องค์ประกอบความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์	4	4	5	4	5	4.4	0.54
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการแพทย์และ เภสัชกรรม							
จุดประสงค์การเรียนรู้							
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และ ตัวชี้วัด	4	5	4	5	5	4.6	0.55
1.2 สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของรูปแบบ การจัดการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.8	0.45
2. สาระสำคัญ							
2.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และ ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.0	0
2.2 สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของรูปแบบ การจัดการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.8	0.45
3. กิจกรรมการเรียนรู้							
3.1 ชั้นที่ 1 ชั้นเผชิญหน้าประเด็นปัญหา ทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ มีความ	5	5	4	4	5	4.6	0.55

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					\bar{X}	S.D.
	1	2	3	4	5		
เหมาะสม สอดคล้องกับจุดประสงค์และ รูปแบบการจัดการเรียนรู้							
3.2 ชั้นที่ 2 การตรวจสอบผู้มีส่วนได้ส่วน เสีย มีความเหมาะสม สอดคล้องกับ จุดประสงค์และรูปแบบการจัดการเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.6	0.55
3.3 ชั้นที่ 3 ชั้นการสำรวจและค้นหา ทางเลือกของพลเมืองวิทยาศาสตร์ใน มุมมองต่าง ๆ มีความเหมาะสม สอดคล้อง กับจุดประสงค์และรูปแบบการจัดการ เรียนรู้	5	5	4	4	5	4.6	0.55
3.4 ชั้นที่ 4 ชั้นการรับรู้และพิจารณา มุมมองที่แตกต่าง มีความเหมาะสม สอดคล้องกับจุดประสงค์และรูปแบบการ จัดการเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.6	0.55
3.5 ชั้นที่ 5 ชั้นการแสดงออกของการมีส่วน ร่วมในสังคม มีความเหมาะสม สอดคล้อง กับจุดประสงค์และรูปแบบการจัดการ เรียนรู้	5	5	4	4	5	4.6	0.55
3.6 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับระดับ นักเรียน	5	5	3	5	4	4.4	0.90
3.7 กิจกรรมการเรียนรู้มีลำดับขั้นตอนเป็น ระบบ	4	5	4	5	5	4.6	0.55
3.8 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา	4	5	4	5	5	4.6	0.55

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					\bar{X}	S.D.
	1	2	3	4	5		
3.9 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลาที่ ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้	4	5	4	3	5	4.2	0.84
3.10 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียน พัฒนาความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์	5	5	4	5	4	4.6	0.55
4. สื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้							
4.1 สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการ เรียนรู้และรูปแบบการจัดการเรียนรู้	5	4	4	5	4	4.4	0.55
4.2 สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับวัยและ ความสามารถของนักเรียน	5	3	3	5	4	4.0	1
4.3 สื่อการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนพัฒนา มุมมองต่อสังคมที่หลากหลาย	4	4	4	5	4	4.2	0.45
5. การวัดและประเมินผล							
5.1 การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	5	4	4.4	0.55
5.2 การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับ รูปแบบการจัดการเรียนรู้	5	4	4	4	4	4.2	0.45
5.3 การวัดและประเมินผลครอบคลุม องค์ประกอบความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์	4	4	5	4	4	4.2	0.45

ตาราง 16 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence; IOC)ของแบบ
วัดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ความสอดคล้องกับองค์ประกอบความ เป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ข้อเสนอแนะ
	1	2	3	4	5		
	1	1	1	1	0		
2	1	1	1	1	1	1	
3	1	1	1	1	1	1	
4.1	1	1	1	1	1	1	
4.2	1	1	1	0	1	0.8	
5	1	1	1	1	1	1	
6	1	1	1	0	1	0.8	
7	1	1	1	0	1	0.8	
8	1	1	1	0	1	0.8	
9	1	1	1	1	1	1	
10	1	1	1	0	1	0.8	
11	1	1	1	1	1	1	
12	1	1	1	0	1	0.8	
13.1	0	1	0	1	1	0.6	
13.2	1	1	1	1	1	1	
13.3	1	1	1	1	1	1	
13.4	1	1	1	1	1	1	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 ปรับคำว่ายอมรับ เป็นรับผิดชอบ
13.5	1	1	1	1	1	1	

ข้อที่	ความสอดคล้องกับองค์ประกอบความ						ข้อเสนอแนะ
	เป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์						
	จากผู้เชี่ยวชาญคนที่						
	1	2	3	4	5	IOC	
13.6	1	1	1	1	1	1	
13.7	1	1	1	1	1	1	
13.8	1	1	1	1	1	1	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 รวมข้อ 13.8 และ 13.9 และเพิ่มคำขยายว่า หากมีหลักฐานสนับสนุนเพียงพอ
13.9	1	1	1	1	1	1	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 เพิ่มข้อความที่แสดงถึงจริยธรรมและศีลธรรม
13.10	1	1	1	1	1	1	

ตาราง 17 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก เป็นรายชื่อของแบบวัดความเป็นพลเมือง
วิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.53	0.35
2	0.60	0.20
3	0.53	0.25
4.1	0.58	0.25
4.2	0.50	0.50
5	0.49	0.28
6	0.48	0.25
7	0.65	0.30
8	0.58	0.35
9	0.39	0.23
10	0.39	0.23
11	0.63	0.25
12	0.63	0.45

การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น

ค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach) เป็นการหาค่าความเชื่อมั่นที่เหมาะสมสำหรับ
ข้อสอบอัตนัย ใช้สูตร ดังนี้

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

ดังนั้น ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์เท่ากับ 0.65

ตัวอย่างแบบประเมินแบบวัดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

แบบประเมินแบบวัดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง โปรดพิจารณาแบบทดสอบในแต่ละข้อ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับองค์ประกอบความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ รวมถึงการใช้ภาษาและความตรงตามเนื้อหา โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนการพิจารณา พร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป

เกณฑ์การพิจารณา ดังต่อไปนี้

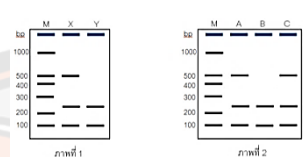
ให้ +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับองค์ประกอบความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

ให้ 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับองค์ประกอบความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

ให้ -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับองค์ประกอบความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

ข้อ	องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ ความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์	รายการข้อคำถาม	คะแนน การพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
สถานการณ์ : บริษัทเอกชนพัฒนาถุงลายตัดแปรรูปพันธุกรรม และได้ทดลองปล่อยออกสู่ธรรมชาติ ทำให้เกิด ธรรมชาติที่ขัดแย้งกันของกลุ่มคนทั่วโลกทั้งเห็นด้วยและไม่เห็นด้วย						
1	องค์ประกอบ : ด้านบุคคล ตัวบ่งชี้ : กระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ - ผู้เรียนสามารถระบุปัญหา เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบที่ นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการ ยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของ ข้อมูล	นักเรียนคิดว่าต้องศึกษาความรู้ วิทยาศาสตร์หรือข้อมูลที่มีความ เกี่ยวข้องกับการสร้างถุงตัดแปรรูป พันธุกรรมในเรื่องใดบ้าง เพราะ อะไร และสามารถเข้าถึงความรู้ ได้อย่างไร				
2	องค์ประกอบ : ด้านบุคคล ตัวบ่งชี้ : จิตวิทยาศาสตร์	ตัวนักเรียนเองมีความคิด อยากจะศึกษาความรู้และค้นหา				

ข้อ	องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ ความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์	รายการข้อคำถาม	คะแนน			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	- ผู้เรียนมีคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ คือ มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ มีความตั้งใจที่จะหาความรู้วิทยาศาสตร์ และทักษะเพิ่มเติม	หลักฐานเรื่องยุงดัดแปรพันธุกรรมเพิ่มเติมหรือไม่				
3	องค์ประกอบ : ด้านบุคคล ตัวบ่งชี้ : ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ - ผู้เรียนมีความรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง พันธุศาสตร์	หากต้องการเพิ่มจำนวนยีน OX513A นักเรียนจะใช้หลักการทางพันธุวิศวกรรมมาใช้ในการเพิ่มจำนวนยีนนั้นอย่างไร อธิบายพร้อมวาดภาพประกอบ				
4	องค์ประกอบ : ด้านบุคคล ตัวบ่งชี้ : ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ - ผู้เรียนมีความรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง พันธุศาสตร์	หากมีการปล่อยยุงลายดัดแปรพันธุกรรม (X) ออกสู่ธรรมชาติ ปะปนกับยุงลายบ้าน (Y) จะไม่สามารถแยกความแตกต่างได้จากลักษณะภายนอก นักวิทยาศาสตร์จึงมีการสุ่มตรวจยุงใน 3 พื้นที่ที่ได้ปล่อยยุงดัดแปรพันธุกรรม คือ พื้นที่ A B และ C แล้วนำไปวิเคราะห์ DNA โดยใช้เครื่องหมายพันธุกรรม เพื่อจำแนกกระหว่างยุงลายดัดแปรพันธุกรรมและยุงลายบ้าน โดยเปรียบเทียบกับ DNA ที่ทราบขนาด (M) ผลการตรวจยุงลายดัดแปรพันธุกรรม				

ข้อ	องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ ความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์	รายการข้อคำถาม	คะแนน			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
		(X) และยุงลายบ้าน (Y) ได้ผลดัง ภาพที่ 1 และผลการตรวจยุงใน พื้นที่ A B และ C ได้ผลดังภาพ ที่ 2 				
4.1		พื้นที่ใดมียุงกัดแปรพันธุกรรม				
4.2		หากต้องการยืนยันว่ายุงในพื้นที่ 4.1 เป็นยุงกัดแปรพันธุกรรม นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบ อย่างไรโดยใช้ความรู้ด้านพันธุ ศาสตร์				
5	องค์ประกอบ : ด้านบุคคล ตัวบ่งชี้ : ความรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ - ผู้เรียนมีความรู้ วิทยาศาสตร์เรื่อง พันธุ ศาสตร์	จงบอกผลดีและผลเสียของการ พัฒนายุงกัดแปรพันธุกรรมที่มี ต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม				
6	องค์ประกอบ : ด้าน ปฏิสัมพันธ์ในสังคม ตัวบ่งชี้ : ความสามารถในการ โต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ - ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ และตีความข้อมูล	นักเรียนคิดว่าหากมีการนำ ยุงลายกัดแปรพันธุกรรมมาใช้ ควบคุมการระบาดของโรค ไข้เลือดออกในประเทศไทยจะ ส่งผลกระทบต่อกลุ่มคนผู้มีส่วน ได้ - ส่วนเสียใดบ้าง และส่งผล อย่างไร				

ข้อ	องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ ความเป็นพลเมือง วิทยาศาสตร์	รายการข้อคำถาม	คะแนน การพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	- ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจกับมุมมองที่แตกต่างกัน					



ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รายวิชา วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีชีวภาพ

เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการแพทย์และเภสัชกรรม

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

จำนวนเวลาที่สอน 4 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและ วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว.1.3 ม.4/5 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่มีต่อมนุษย์และ สิ่งแวดล้อม

2. สาระสำคัญ

การประยุกต์เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอใช้ในการทางการแพทย์และเภสัชกรรมนั้นมีมาเป็นเวลานาน แล้ว โดยได้มีการนำไปประยุกต์ใช้หลากหลาย ทั้งการบำบัดด้วยยีน (gene therapy) การปรับแต่งจีโนม (genome editing) และการวินิจฉัยโรค โดยการนำเทคโนโลยีดีเอ็นเอมาใช้ในการทางการแพทย์และเภสัชกรรมยังมีข้อกังวลเกี่ยวกับผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในสังคมเรื่องความปลอดภัยทางชีวภาพ และชีวจริยธรรม

3. สาระการเรียนรู้

การวินิจฉัยโรคโดยใช้ข้อมูลทางพันธุกรรมทำได้หลายวิธี หนึ่งในวิธีที่นิยมใช้ คือ การทำ PCR เพื่อเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในบริเวณของยีนที่เกี่ยวข้องกับการก่อโรค โดยใช้ไพรเมอร์ที่มีความจำเพาะกับลำดับนิวคลีโอไทด์ที่มีความแตกต่างกันระหว่างแอลลีลไม่ก่อโรคกับแอลลีลก่อโรค จากความรู้

เกี่ยวกับโรคทางพันธุกรรมนี้ จึงได้เกิดแนวคิดในการบำบัดด้วยยีน โดยอาศัยการนำยีนเข้าสู่เซลล์ เพื่อให้ทำหน้าที่ภายในร่างกาย โดยยีนดังกล่าวอาจเป็นยีนปกติที่สามารถทำหน้าที่ทดแทนยีนที่ผิดปกติหรือยีนที่ทำให้เกิดโรค หรืออาจเป็นยีนอื่นที่มีการทำงานที่จะสามารถแก้ไขความผิดปกตินั้นๆ และให้ผลทางการรักษาได้ การนำยีนดังกล่าวเข้าสู่เซลล์อาจทำได้หลายวิธี เช่น อาจฉีด DNA ที่มียีนที่ต้องการ เข้าไปในเนื้อเยื่อที่ต้องการให้ยีนนั้นทำงานโดยตรง หรือ อาจใช้การตัดต่อยีนเข้าสู่จีโนมของไวรัสบางชนิดก่อน แล้วใช้ไวรัสที่ถูกตัดแปลงให้เป็นพาหะนั้น ทำหน้าที่นำยีนที่ต้องการเข้าสู่เซลล์ต่อไป

อย่างไรก็ตามการบำบัดด้วยยีนยังอยู่ในขั้นตอนการศึกษาที่ต้องใช้ด้วยความระมัดระวังและมีการตรวจสอบอย่างเคร่งครัด เนื่องจากยังมีความกังวลเกี่ยวกับการใช้เทคนิคและความปลอดภัยในหลายๆด้าน เช่น การแทรกยีนเข้าไปในจีโนมอาจรบกวนการทำงานของยีนอื่นหรืออาจทำให้เกิดมะเร็งได้ ด้วยเหตุนี้ปัจจุบันจึงมีการพัฒนาเทคนิคที่รักษาโรคด้วยการตรวจแก้ไขจีโนมขึ้น โดยแก้ไขมิวเทชันในยีนเป้าหมายเฉพาะตำแหน่งที่ผิดปกติในจีโนม ซึ่งแตกต่างจากการบำบัดด้วยยีนที่เป็นการใส่ยีนปกติทั้งยีนเข้าไปในจีโนม ส่วนเทคโนโลยีการปรับแต่งจีโนม นั้นเป็นเทคนิคในการปรับเปลี่ยนและแก้ไขรหัสพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตที่มีความจำเพาะและแม่นยำหรือเพื่อแก้ไขให้ยีนที่มี ลักษณะตามต้องการ เช่น แก้ไขยีนบกพร่องที่อาจก่อให้เกิดโรคร้ายแรงที่สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมต่าง ๆ ตัวอย่างเทคนิคการปรับแต่งจีโนม เช่น CRISPR/Cas9 nuclease (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats/Cas9 nuclease) เป็นต้น

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายความแตกต่างของการปรับแต่งจีโนมกับการบำบัดด้วยยีนได้
2. อภิปรายผลของเทคโนโลยีดีเอ็นเอในด้านทางการแพทย์และเภสัชกรรมได้

ด้านทักษะและการปฏิบัติ

1. ระบุผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสียของประเด็นการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์ได้
2. สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการแพทย์และเภสัชกรรม และการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์ได้
3. สามารถโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็นการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์ได้
4. สามารถตัดสินใจแสดงจุดยืนในประเด็นการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์ได้

ด้านเจตคติ

1. ตระหนักในการตัดสินใจของตนเองต่อประเด็นการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์
2. มองเห็นความสำคัญและคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์ต่อประเด็นข้อถกเถียงการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์
3. มีความอยากรู้อยากเห็นและสนใจในงานที่ได้รับมอบหมายในประเด็นข้อถกเถียงเรื่องการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นเผชิญหน้าประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (20 นาที)

1.1 ครูนำเสนอประเด็นปัญหา “ควรอนุญาตให้มีการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์ได้หรือไม่” โดยให้นักเรียนอ่านบทความเรื่อง “CRISPR ความหวังหรือฝันร้าย” จาก <https://www.bangkokbiznews.com/blog/detail/648707>

1.2 นักเรียนและครูสรุปใจความสำคัญจากบทความว่า คริสเปอร์ (CRISPR) หรือ Clustered Regularly Interspaced Palindromic Repeats เป็นเครื่องมือด้านชีววิทยา ที่ใช้ในการตัดต่อพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตที่มีความแม่นยำ ทำงานได้เร็วและมีประสิทธิภาพมากกว่าเทคโนโลยีอื่น แต่ยังมีข้อถกเถียงในการนำมาใช้ทั้งเรื่องความปลอดภัย ผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น และด้านจริยธรรม

1.3 นักเรียนอ่านข่าว “จีนอ้างประสบความสำเร็จ สร้างเด็กเกิดจากปรับแต่งดีเอ็นเอ ป้องกันการติดเชื้อเอชไอวี” จาก <https://www.prachachat.net/world-news/news-256319> โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับการใช้ CRISPR-Cas9 ในการสร้างเด็กแฝดที่ป้องกันการติดเชื้อเอชไอวีได้ และดูคลิปวิดีโอที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับ CRISPR-Cas9 จาก <https://www.youtube.com/watch?v=LeWSHi7Zii0>

1.4 นักเรียนแต่ละคนแสดงจุดยืนของตนเองในฐานะพลเมืองของสังคมหลังจากอ่านข่าวโดยเลือกว่าควรอนุญาตให้มีการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์ได้หรือไม่ โดยใช้ความรู้เดิมของตนเองและบันทึกลงในใบงานที่ 1 ตอนที่ 1 การแสดงจุดยืนของตนเองในฐานะพลเมืองในสังคม

ขั้นที่ 2 ขั้นการตรวจสอบผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (30 นาที)

2.1 ครูตั้งคำถามกระตุ้นความสนใจนักเรียนว่า “นักเรียนคิดว่าจากประเด็นทางสังคมที่ถกเถียงกันว่าควรอนุญาตให้มีการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์ได้หรือไม่ นั้นส่งผลต่อกลุ่มคนใดบ้างในประเทศไทย” และให้นักเรียนร่วมกันพิจารณา ระบุผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสีย (stakeholders) จากประเด็นปัญหาดังกล่าว โดยครูบันทึกกลุ่มคนที่นักเรียนเสนอบนกระดานและนักเรียนบันทึกลงในใบ

งานที่ 1 ตอนที่ 2 ผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ โดยกลุ่มคนผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสีย ได้แก่

- รัฐบาล
- ประชาชน
- นักวิจัย
- แพทย์ในโรงพยาบาล
- บริษัทที่ได้รับการจดสิทธิบัตร

2.2 แบ่งกลุ่มนักเรียนตามผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสีย จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ร่วมกันว่ากลุ่มคนที่ตนเองได้รับมอบหมายนั้นได้ประโยชน์ เสียประโยชน์ ไม่ได้ไม่เสียประโยชน์ หรือได้รับผลกระทบอะไรบ้างหากมีการอนุญาตให้มีการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์ได้ โดยครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่มได้อย่างอิสระ และบันทึกผลการวิเคราะห์ลงในใบงานที่ 1 ตอนที่ 3 ผลกระทบต่อผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสีย

ขั้นที่ 3 ขั้นการสำรวจและค้นหาทางเลือกของพลเมืองวิทยาศาสตร์ในมุมมอง

ต่าง ๆ (60 นาที)

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระบุนิยามความรู้วิทยาศาสตร์และสืบค้นข้อมูล เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการแพทย์และเภสัชกรรม และร่วมอภิปรายกันในกลุ่ม ตามประเด็นโจทย์คำถาม ดังต่อไปนี้

- 1) การปรับแต่งจีโนมโดย CRISPR-Cas9 มีหลักการอย่างไร
- 2) ความแตกต่างระหว่าง Restriction enzyme และ Cas enzyme เป็นอย่างไร
- 3) การปรับแต่งจีโนมแตกต่างจากการบำบัดด้วยยีนอย่างไร
- 4) การนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอมาใช้ในการวินิจฉัยโรคทำได้อย่างไร

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการแพทย์และเภสัชกรรม ลงในใบงานที่ 2 ตอนที่ 1 ความรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

3.3 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเนื้อหา การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการแพทย์และเภสัชกรรม

3.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นและระดมความคิดเห็นเลือกข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ลงในใบงานที่ 2 ตอนที่ 2 หลักฐานที่สอดคล้องกับแนวปฏิบัติภายใต้กฎหมายในสังคม โดยข้อมูลอาจจะ

เป็นตัวเลข สถิติ กราฟ ผลการสำรวจหรืองานวิจัย หรือสิ่งใดๆ ที่ช่วยสนับสนุนให้จุดยืนนั้นมีความน่าเชื่อถือและน่าจะเป็นจริงครอบคลุมในเรื่อง ผลของการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์ทั้งในระดับบุคคล ระดับชุมชน ระดับประเทศ และระดับโลก รวมถึงความปลอดภัยทางชีวภาพ และชีวจริยธรรม อย่างน้อย 5 หลักฐาน

โดยครูชี้แจงว่าหลักฐานนั้นต้องเป็นหลักฐานที่เชื่อถือได้ ตัวอย่างหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือจากมากไปน้อย เช่น

- งานวิจัยที่สนับสนุน / ไม่สนับสนุนการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์
- บทสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกี่ยวกับด้านดี / ด้านลบของการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์
- บทความของผู้เชี่ยวชาญจากอินเทอร์เน็ตเรื่อง ประโยชน์ / โทษของการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์
- ข่าวที่สนับสนุน / ไม่สนับสนุนการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์
- บทสัมภาษณ์ผู้ที่ได้ประโยชน์ / เสียประโยชน์จากการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์

3.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มตัดสินใจเลือกจุดยืนให้กับกลุ่มคนที่ตนเองได้รับมอบหมายว่า ควรอนุญาตให้มีการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์ได้หรือไม่ โดยใช้ความรู้พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการแพทย์และเกษตรกรรมและหลักฐานที่สอดคล้องกับแนวปฏิบัติภายใต้กฎหมายในสังคมที่สืบค้นได้ ในการตัดสินใจ พร้อมทั้งบันทึกเหตุผลที่ทั้งกลุ่มตัดสินใจร่วมกันลงใบงาน

ขั้นที่ 4 ขั้นการรับรู้และพิจารณามุมมองที่แตกต่าง (60 นาที)

4.1 ครูดำเนินกิจกรรมการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็น ควรอนุญาตให้มีการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์ได้หรือไม่ และทำหน้าที่จับเวลาขณะดำเนินกิจกรรม

4.2 ครูแนะนำนักเรียนว่าควรนำความรู้พื้นฐานและหลักฐานต่างๆมาสนับสนุนข้อโต้แย้งให้มีน้ำหนักมากที่สุด การโต้แย้งจะครอบคลุมในเรื่อง ผลของการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์ทั้งในระดับบุคคล ระดับชุมชน ระดับประเทศ และระดับโลก รวมถึงความปลอดภัยทางชีวภาพ และชีวจริยธรรม

4.3 ก่อนเริ่มกิจกรรมให้ครูชี้แจงขั้นตอนการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

1) นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอจุดยืนของกลุ่มตนเองตามบทบาทผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสียที่ได้รับพร้อมเสนอหลักฐานประกอบการ ให้เวลากลุ่มละ 5 นาที

2) หลังจากจบการเสนอของแต่ละกลุ่ม หากกลุ่มใดเห็นต่างสามารถโต้แย้งได้พร้อมเสนอเหตุผลและหลักฐานเพื่อหักล้าง หรือหากต้องการสนับสนุนก็สามารถเสนอเหตุผลและหลักฐานเพื่อเพิ่มน้ำหนักได้ โดยจะได้รับเวลาในการโต้แย้งหรือสนับสนุนกลุ่มละ 2 นาที

3) ระหว่างการโต้แย้งให้บันทึกมุมมองที่แตกต่างของบทบาทผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสียของเพื่อนกลุ่มอื่น ลงในใบงานที่ 3 ตอนที่ 1 การบันทึกและวิเคราะห์มุมมองที่แตกต่างจากกิจกรรมการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

4.4 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปจุดยืนให้กับกลุ่มคนที่ตนเองได้รับมอบหมายว่า ควรอนุญาตให้มีการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์หรือไม่ หลังจบกิจกรรมโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 5 ขั้นการแสดงออกของการมีส่วนร่วมในสังคม (30 นาที)

5.1 นักเรียนแต่ละคนวิเคราะห์มุมมองที่แตกต่างของแต่ละบทบาทผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสียในสังคมที่ได้รับฟังจากกิจกรรมการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน

5.2 ตัดสินใจและลงข้อสรุปจุดยืนของตนเองในฐานะพลเมืองวิทยาศาสตร์ และบันทึกผลการตัดสินใจ พร้อมเหตุผลลงในใบงานที่ 3 ตอนที่ 2 การตัดสินใจและลงข้อสรุปจุดยืนของตนเองในบทบาทพลเมืองวิทยาศาสตร์ในสังคม

5.3 นักเรียนวิเคราะห์ผลที่จะเกิดขึ้นทั้งข้อดี – ข้อเสีย ที่เกิดจากการตัดสินใจของตนเองต่อส่วนรวมในระดับบุคคล ระดับชุมชน ระดับประเทศ และระดับโลก และบันทึกลงในใบงานที่ 3 ตอนที่ 2 การตัดสินใจและลงข้อสรุปจุดยืนของตนเองในบทบาทพลเมืองวิทยาศาสตร์ในสังคม

5.4 นักเรียนแต่ละคนแสดงความคิดเห็นพร้อมเหตุผลและหลักฐานที่น่าเชื่อถือในรูปแบบต่างๆ เพื่อนำเสนอจุดยืนของตนเองในประเด็นที่กำลังเป็นที่ถกเถียงกันว่า ควรอนุญาตให้มีการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์ได้หรือไม่ ทางสื่อออนไลน์ เช่น Facebook Twitter เป็นต้น

6. การวัดและประเมินผล

ภาระ/ชิ้นงาน	วิธีการวัดประเมินผล	เครื่องมือวัด ประเมินผล	เกณฑ์การวัด ประเมินผล
ด้านความรู้			
1. อธิบายความแตกต่างของการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์กับการบำบัดด้วยยีนได้	การเขียนอธิบายความแตกต่างของการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์กับการบำบัดด้วยยีน	ใบงานที่ 2 ตอนที่ 1 ความรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ด้านการแพทย์และเภสัชกรรม	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
2. อภิปรายผลของเทคโนโลยีดีเอ็นเอในด้านการแพทย์และเภสัชกรรมได้	การเขียนอภิปรายผลของเทคโนโลยีดีเอ็นเอในด้านการแพทย์และเภสัชกรรม	ใบงานที่ 2 ตอนที่ 3 การแสดงจุดยืนของกลุ่มผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสียในฐานะพลเมืองวิทยาศาสตร์ในสังคม	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะและการปฏิบัติ			
1. ระบุผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสียของประเด็นการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์ได้	การเขียนระบุและแจกแจงผลกระทบของผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสีย	ใบงานที่ 1 ตอนที่ 2 ผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ ตอนที่ 3 ผลกระทบต่อผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสีย	
2. สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการ	บันทึกผลการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ	ใบงานที่ 2 ตอนที่ 2 หลักฐานที่สอดคล้อง	อยู่ในระดับดีขึ้นไป

ภาวะ/ชิ้นงาน	วิธีการวัดประเมินผล	เครื่องมือวัด ประเมินผล	เกณฑ์การวัด ประเมินผล
ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้าน การแพทย์และเภสัชกรรม และการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์ได้	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการแพทย์และเภสัชกรรม และการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์	กับแนวปฏิบัติภายใต้กฎหมายในสังคม	
3. สามารถโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็นการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์ได้ 3.1 วิเคราะห์และตีความข้อมูลได้ 3.2 สร้างข้อโต้แย้งได้ 3.3 สอบถามแหล่งที่มาของข้อมูลได้ 3.4 แสดงความคิดเห็นและเจรจาในมุมมองที่ต่างกันได้ 3.5 ประเมินความเสี่ยงและประโยชน์ที่เกิดขึ้นได้	- บันทึกและวิเคราะห์มุมมองที่แตกต่างจากการเข้าร่วมกิจกรรมการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ - สังเกตพฤติกรรมขณะทำกิจกรรม	- ใบงานที่ 3 ตอนที่ 1 การบันทึกและวิเคราะห์มุมมองที่แตกต่างจากกิจกรรมการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ - แบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจ	อยู่ในระดับดีขึ้นไป
4. สามารถตัดสินใจแสดงจุดยืนในประเด็น	- บันทึกผลการตัดสินใจจุดยืนของ	- ใบงานที่ 3 ตอนที่ 2 การตัดสินใจและลง	อยู่ในระดับดีขึ้นไป

ภาวะ/ชิ้นงาน	วิธีการวัดประเมินผล	เครื่องมือวัด ประเมินผล	เกณฑ์การวัด ประเมินผล
<p>การปรับแต่งจีโนมในมนุษย์ได้</p> <p>4.1 เข้าใจมุมมองที่แตกต่างกัน</p> <p>4.2 ประเมินหลักฐานเพื่อจัดการข้อมูลที่ขัดแย้งกัน</p> <p>4.3 คาดการณ์และชี้แจงน้ำหนักความน่าจะเป็นของความเสียหายหรือผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น</p> <p>4.4 อนุมานและลงข้อสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่</p> <p>4.5 ตีความข้อสรุปบนข้อมูลและความรู้ทางวิทยาศาสตร์</p> <p>4.6 สื่อสารข้อมูลและสะท้อนคุณค่าสิ่งที่ตัดสินใจ</p>	<p>ตนเองในประเด็นที่กำลังเป็นที่ถกเถียงกันว่า ควรอนุญาตให้มีการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์ได้หรือไม่</p> <p>- สังเกตพฤติกรรมขณะทำกิจกรรม</p>	<p>ข้อสรุปจุดยืนของตนเองในบทบาทพลเมืองวิทยาศาสตร์ในสังคม</p> <p>- แบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจ</p>	
ด้านเจตคติ			
<p>1. ตระหนักในการตัดสินใจของตนเองใน</p>	<p>- วิเคราะห์จุดยืนของตนเองในสังคมว่าส่งผลต่อส่วนรวมในระดับ</p>	<p>- ใบงานที่ 3 ตอนที่ 2 การตัดสินใจและลงข้อสรุปจุดยืนของ</p>	<p>อยู่ในระดับดีขึ้นไป</p>

ภาวะ/ชิ้นงาน	วิธีการวัดประเมินผล	เครื่องมือวัด ประเมินผล	เกณฑ์การวัด ประเมินผล
<p>ประเด็นการปรับแต่ง จิโนมโนมนุษย์</p> <p>1.1 มีความรับผิดชอบ ส่วนบุคคล</p> <p>1.2 เคารพ ประชาธิปไตยและ กฎหมาย</p> <p>1.3 ใจเปิดกว้าง</p> <p>1.4 กล้าปกป้อง มุมมองของตนเอง</p> <p>1.5 เคารพการ ตัดสินใจของผู้อื่น</p> <p>1.6 มีความรับผิดชอบ ต่อสังคม</p> <p>1.7 มีความเป็นน้ำหนึ่ง ใจเดียวกันกับผู้อื่น</p> <p>1.8 เต็มใจรับฟังความ คิดเห็นผู้อื่น</p> <p>1.9 แสดงออกถึงความ ห่วงใยต่อสังคม</p>	<p>บุคคล ระดับชุมชน ระดับประเทศ และ ระดับโลกอย่างไร</p> <p>- สังเกตพฤติกรรมของ นักเรียน</p>	<p>ตนเองในบทบาท พลเมืองวิทยาศาสตร์ ในสังคม</p> <p>- แบบประเมินจิต วิทยาศาสตร์</p>	
<p>2. มองเห็น ความสำคัญและคุณค่า ของความรู้ วิทยาศาสตร์ต่อ</p>	<p>สังเกตพฤติกรรมของ นักเรียน</p>	<p>แบบประเมินจิต วิทยาศาสตร์</p>	<p>อยู่ในระดับดีขึ้นไป</p>

ภาระ/ชิ้นงาน	วิธีการวัดประเมินผล	เครื่องมือวัด ประเมินผล	เกณฑ์การวัด ประเมินผล
ประเด็นข้อถกเถียงการ ปรับแต่งจีโนมใน มนุษย์			
3. มีความอยากรู้ อยากเห็นและสนใจใน งานที่ได้รับมอบหมาย ในประเด็นข้อถกเถียง การปรับแต่งจีโนมใน มนุษย์	สังเกตพฤติกรรมของ นักเรียน	แบบประเมินจิต วิทยาศาสตร์	อยู่ในระดับดีขึ้นไป

7. สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้

1. Power point เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการแพทย์และเภสัช
2. บทความ เรื่อง CRISPR ความหวังหรือฝันร้าย
3. บทความ เรื่อง จีนอ้างประสบความสำเร็จ สร้างเด็กเกิดจากปรับแต่งดีเอ็นเอ ป้องกันการติดเชื้อเอชไอวี
4. ใบงานที่ 1 การวิเคราะห์ประเด็น ควรอนุญาตให้มีการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์ได้หรือไม่
5. ใบงานที่ 2 การสำรวจและค้นหาประเด็น ควรอนุญาตให้มีการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์ได้หรือไม่
6. ใบงานที่ 3 การตัดสินใจในประเด็น ควรอนุญาตให้มีการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์ได้หรือไม่

แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

2. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

3. Campbell, N.A. and J.B. Reece. 2011. Biology. 9th edi. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. USA

4. เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีชีวภาพ เช่น

- <https://www.si.mahidol.ac.th/department/Biochemistry/home/articles/Sports%20medicine%20abstract.htm>

- https://www.tpa.or.th/publisher/pdfFileDownloadS/tn247_p10-14.pdf

8. บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้

8.1 ผลที่เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน

.....

.....

.....

8.2 ปัญหาที่พบจากการสอน

.....

.....

.....

8.3 แนวทางแก้ไขปัญหา

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง

CRISPR ความหวังหรือฝันร้าย

7 พฤศจิกายน 2562

<https://www.bangkokbiznews.com/blog/detail/648707>

อุไรพร ชลสิริรุ่งสกุล ที่ปรึกษาด้านดิจิทัลทรานส์ฟอร์มเมชัน

ความพยายามของมนุษย์ในการเข้าใจธรรมชาติและภาวะแวดล้อมเพื่อหาคำตอบสำหรับปัญหาสำคัญในการดำรงชีพและการสืบสายพันธุ์ ได้ผลักดันให้นักวิจัยและนักพัฒนาต่างเร่งค้นคว้านวัตกรรมในหลากหลายสาขาไม่ว่าจะเป็น AI, Clean Energy, Neuro Science, Space Exploration รวมทั้งความรู้ด้านพันธุวิศวกรรม (Genetic Engineering) โดยการตัดต่อพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตรวมทั้งมนุษย์ จนเกิดกระแสนวัตกรรมที่ถูกกล่าวขวัญอย่างมากเช่น “ครีสปเปอร์ (CRISPR)”

นวัตกรรมด้านพันธุวิศวกรรมหรือ DNA Hacking กำลังถูกค้นคว้าเพื่อหาหนทางในการพัฒนาสิ่งมีชีวิตให้มีความสามารถทางกายภาพหรือทางสติปัญญาให้ดีขึ้น โดยนักวิจัยกำลังเร่งพัฒนาเพื่อใช้ CRISPR ในการรักษาโรคทางพันธุกรรม พลังงานทดแทน การพัฒนาด้านอาหารและการรักษาโรคมะเร็ง ตลอดจนพัฒนาพันธุ์พืชและสัตว์ให้ทนกับสภาพการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ โดยประมาณว่านวัตกรรม Genetic Engineering ที่เรียกว่า CRISPR/Cas9 อาจสร้างรายได้กว่า 53,000 ล้านดอลลาร์ในปี 2025

เครื่องมืออันทรงพลัง

ครีสปเปอร์ (CRISPR) หรือ Clustered Regularly Interspaced Palindromic Repeats เป็นเครื่องมือด้านชีววิทยา (Biology) เพื่อใช้ในการตัดต่อพันธุกรรม (DNA) ของสิ่งมีชีวิตที่มีความแม่นยำ ทำงานได้เร็วและมีประสิทธิภาพมากกว่าเทคโนโลยีอื่น

จากปี 2005 เมื่อนักจุลชีววิทยาได้ค้นพบว่า แบคทีเรียสามารถจัดการกับไวรัสที่มาทำร้ายด้วยการปล่อยโมเลกุล Crispr ออกมา โดยต่อมาพบว่าเมื่อถูกโจมตีแบคทีเรียจะสร้างโปรตีนหรือเอ็นไซม์ที่ทำงานเสมือนกรรไกรในการตัดยีนของไวรัสหรือยีนที่ไม่ต้องการออก โดยการทำงานร่วมกับ “Guide RNA” ที่ช่วยระบุตำแหน่งยีนเป้าหมายในสาย DNA ที่ต้องการตัดต่อ

ในปี 2012 นักชีววิทยานำโดย Jennifer Doudna และ Emmanuelle Charpentier ได้ค้นพบเทคโนโลยีการตัดต่อพันธุกรรมที่เรียกว่า CRISPR-Cas9 ที่ใช้เอ็นไซม์ที่ชื่อว่า “Cas9” ที่เป็นเสมือนกรรไกรในการตัดต่อ DNA จนสามารถตัดเอายีนที่ไม่ต้องการออกหรือต่อเอายีนตัวใหม่กลับเข้าไปในสายพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต เปรียบเทียบได้กับโปรแกรมเวิร์ดโปรเซสเซอร์ที่สามารถลบหรือแก้

ตัวหนังสือในประโยคนั้นเอง นับว่า CRISPR เป็นเครื่องมืออันทรงพลังที่ช่วยให้ Genetic Engineering รุดหน้าอย่างรวดเร็ว

การตัดต่อพันธุกรรมด้วย CRISPR ได้กลายเป็นกระแสที่บริษัทวิจัยด้าน BioTech ผู้พัฒนาด้านเกษตรกรรมตลอดจนการแพทย์และบริษัทผู้ผลิตยาต่างเร่งงานค้นคว้า จนเกิดความต้องการ RNA เพื่อใช้ในการบอกตำแหน่งของยีน (Guide RNA) ที่ควรถูกตัดออกจากสายพันธุกรรม ซึ่งต้องใช้เวลาในการเตรียมนานหลายเดือน จนได้เกิดบริษัทสตาร์ทอัพประเภท Genome Engineering อย่าง “Synthego” ที่นำเอาทักษะด้าน Software Engineering ประกอบกับ Hardware Automation มาใช้ในการผลิต Synthetic Guide RNA ในเวลาเพียงไม่กี่สัปดาห์ ช่วยให้การตัดต่อพันธุกรรมเกิดขึ้นเร็วราวกับการเขียนซอฟต์แวร์

เหนือธรรมชาติ

การที่มนุษย์สามารถตัดยีนที่ไม่ต้องการออกหรือต่อยีนใหม่เข้าไปในสายพันธุกรรม นับเป็นการกระทำที่เหนือธรรมชาติซึ่งอาจเป็นผลดีหรือส่งผลร้ายใหญ่หลวงต่อธรรมชาติและสังคม โดยในปัจจุบันการตัดต่อยีนจัดเป็นการทดลองที่ทำได้ไม่ยากจนเกินไปและไม่ต้องอาศัยห้องทดลองระดับมาตรฐาน จึงสร้างความกังวลให้กับชุมชนสังคมและภาครัฐที่ต้องการหาทางรับมือกับนวัตกรรม Genetic Engineering โดยการออกกฎหมายที่เหมาะสมเพื่อป้องกันความผิดพลาดและการกระทำที่ผิดจริยธรรม แต่ในขณะเดียวกันก็ต้องเปิดโอกาสให้เกิดการพัฒนาของนวัตกรรมเช่นกัน

คำนึงถึงจริยธรรม

เหตุการณ์ที่นักวิจัยชาวจีนทดลองการตัดต่อยีนกับทารกคู่แรกที่คลอดในปี 2018 นับเป็นสิ่งที่เลวร้ายที่ไม่ถูกต้องตามจริยธรรม และเป็นอีกหนึ่งตัวอย่างของการพัฒนาทางเทคโนโลยีที่รุดหน้าเร็วเกินกว่าที่กฎหมายและสังคมจะพร้อมรับมือ จึงเป็นหน้าที่และความรับผิดชอบของนักวิจัยและนักพัฒนาทุกคนที่ต้องมีจริยธรรมและยึดมั่นในศีลธรรม โดยการทดลองหรือการพัฒนาใดๆ ที่สร้างผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมต้องมีการหารือและได้รับการยินยอมจากคนในชุมชนและสังคมเสียก่อน

จีนอ้างประสบความสำเร็จ สร้างเด็กเกิดจากปรับแต่งดีเอ็นเอ ป้องกันการติดเชื้อเอชไอวี

วันที่ 26 พฤศจิกายน 2561

<https://www.prachachat.net/world-news/news-256319>

สำนักข่าวเอเอฟพีรายงานเมื่อวันที่ 26 พฤศจิกายนว่า นักวิทยาศาสตร์จีนประสบความสำเร็จในการสร้างเด็กที่เกิดจากการตัดต่อดีเอ็นเอได้เป็นที่แรกของโลก

ศาสตราจารย์เหอ เจี้ยนชู่ จากมหาวิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเซาท์เทิร์นของจีน ซึ่งจบการศึกษาจากมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด ในสหรัฐอเมริกา และทำงานอยู่ในห้องปฏิบัติการที่เมืองเสิ่นเจิ้น ประเทศจีน ได้โพสต์วิดีโอขึ้นบนยูทูบ ระบุว่า เด็กหญิงแฝด 1 คู่ ที่เกิดเมื่อหลายสัปดาห์ก่อน มีดีเอ็นเอที่ผ่านการปรับแต่งให้สามารถป้องกันการติดเชื้อเอชไอวีได้

โดย ศ.เหอกล่าวด้วยว่า การปรับแต่งดีเอ็นเอใช้เทคนิคที่เรียกว่า CRISPR ที่จะช่วยเปิดทางให้นักวิทยาศาสตร์สามารถโยกย้ายสายของดีเอ็นเอไปในจุดที่ต้องการได้ และว่า เด็กทารกที่เกิดมา ชื่อ ลู่ลู่ กับ หนานานา เกิดจากการทำเด็กหลอดแก้ว แต่จะใช้ไข่ 1 ฟองที่ผ่านการปรับแต่งเป็นพิเศษแล้ว ก่อนที่จะถูกนำกลับไปฝังไว้ภายในรังไข่ หลังจากนั้นจึงฉีดสเปิร์มเข้าไปภายในไข่ของผู้หญิง รวมทั้งโปรตีน CRISPR/Cas9 และระบุตำแหน่งของยีนเพื่อป้องกันการติดเชื้อเอชไอวีของเด็กหญิงทั้งคู่ในอนาคต

ทั้งนี้ ความสำเร็จดังกล่าวถูกนำมาตีพิมพ์เป็นบทความไว้ในวารสารเอ็มไอที เทคโนโลยี รีวิว ที่ได้อ้างอิงถึงเอกสารทางการแพทย์ที่ตีพิมพ์ของ ศ.เหอ โปสต์ไว้บนเว็บไซต์ของทางมหาวิทยาลัย เพื่อเกณฑ์คู่สามี-ภรรยา ที่ต้องการมีส่วนร่วมในการทดลองครั้งนี้

ใบงานที่ 1

การวิเคราะห์ประเด็น ควรอนุญาตให้มีการปรับแต่งจีโนมในมนุษย์ได้หรือไม่

ตอนที่ 1 การแสดงจุดยืนของตนเองในฐานะพลเมืองในสังคม

จุดยืนของตนเอง

() ควร () ไม่ควร () อื่นๆ โปรดระบุ

.....

.....

เหตุผลสนับสนุน

.....

.....

.....

หลักฐาน หรือปรากฏการณ์ที่ได้ประสบพบเจอมา หรือได้รับทราบมาในการใช้สนับสนุนและยืนยัน
เหตุผล

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 ผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 3 ผลกระทบต่อผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสีย

ผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสียที่ได้รับ.....

ได้ประโยชน์	เสียประโยชน์	ไม่ได้ไม่เสียประโยชน์

ตอนที่ 2 หลักฐานที่สอดคล้องกับแนวปฏิบัติภายใต้กฎหมายในสังคม

หลักฐานที่ 1

ที่มา

.....
.....

ข้อมูล

.....
.....
.....
.....
.....
.....

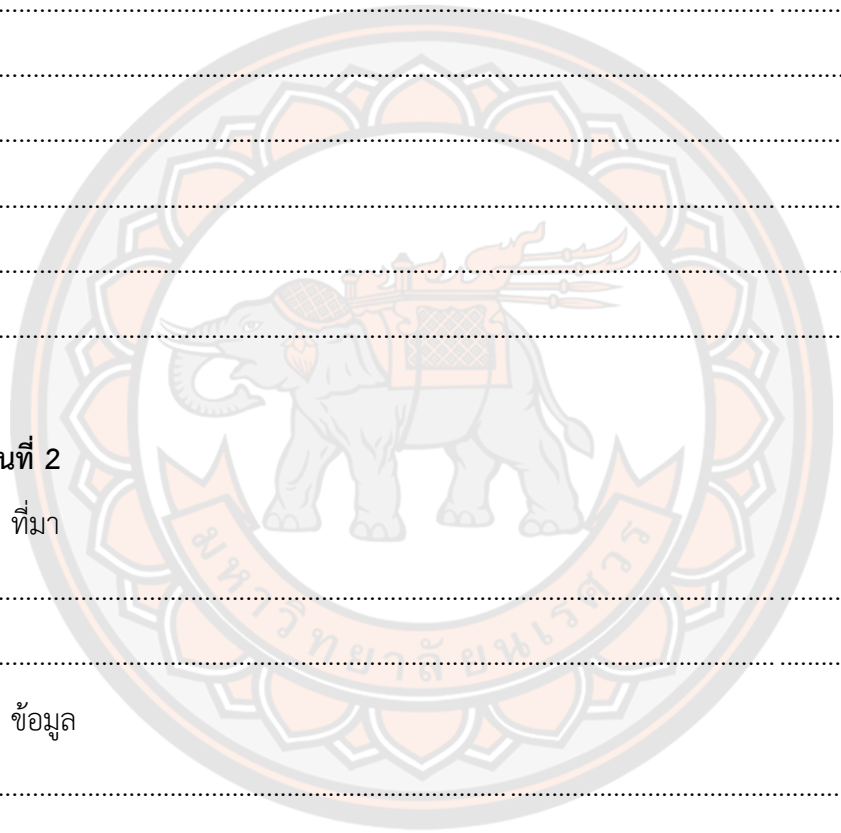
หลักฐานที่ 2

ที่มา

.....
.....

ข้อมูล

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



หลักฐานที่ 3

ที่มา

.....
.....

ข้อมูล

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

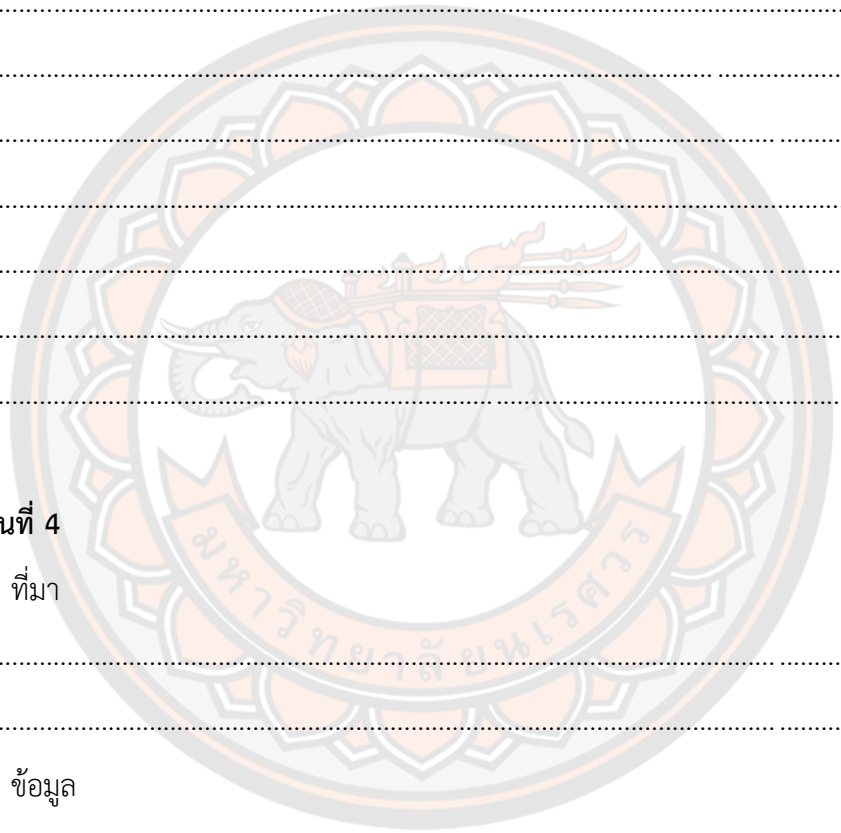
หลักฐานที่ 4

ที่มา

.....
.....

ข้อมูล

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



ตอนที่ 3 การแสดงจุดยืนของกลุ่มผู้มีส่วนได้ - ส่วนเสียในฐานะพลเมืองวิทยาศาสตร์ในสังคม

จุดยืนของกลุ่มบุคคล.....

.....

เหตุผลสนับสนุนจุดยืน

.....

นักเรียนคิดว่าจุดยืนนั้นส่งผลต่อส่วนรวมในระดับบุคคล ระดับชุมชน ระดับประเทศ และระดับโลกอย่างไร (บอกทั้งผลดีและผลเสีย)

.....

ใบงานที่ 3
การบันทึกการโต้แย้งและตัดสินใจในประเด็น การอนุญาตให้มีการปรับแต่งสิ่งพิมพ์ได้หรือไม่

ตอนที่ 1 การบันทึกและวิเคราะห์มุมมองที่แตกต่างจากกิจกรรมการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

กลุ่มบุคคล.....
 จุดยืน.....

เหตุผลสนับสนุน	หลักฐาน ระบุแหล่งที่มา
<input type="checkbox"/> เห็นด้วย <input type="checkbox"/> ไม่เห็นด้วย เนื่องจาก	
<input type="checkbox"/> เห็นด้วย <input type="checkbox"/> ไม่เห็นด้วย เนื่องจาก	

กลุ่มบุคคล.....

จุดยืน.....

เหตุผลสนับสนุน	หลักฐาน ระบุแหล่งที่มา
<input type="checkbox"/> เห็นด้วย <input type="checkbox"/> ไม่เห็นด้วย เนื่องจาก	
<input type="checkbox"/> เห็นด้วย <input type="checkbox"/> ไม่เห็นด้วย เนื่องจาก	
<input type="checkbox"/> เห็นด้วย <input type="checkbox"/> ไม่เห็นด้วย เนื่องจาก	
<input type="checkbox"/> เห็นด้วย <input type="checkbox"/> ไม่เห็นด้วย เนื่องจาก	

จุดยืนของกลุ่มบุคคล.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เหตุผลสนับสนุนจุดยืน

.....

.....

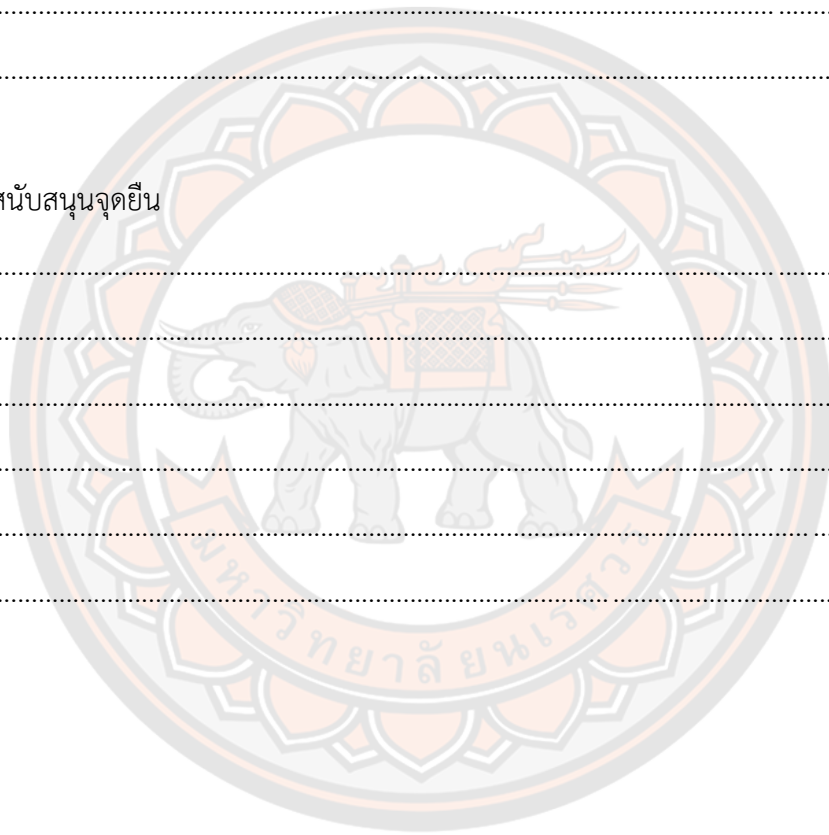
.....

.....

.....

.....

.....



ตอนที่ 2 การตัดสินใจและลงข้อสรุปจุดยืนของตนเองในบทบาทพลเมืองวิทยาศาสตร์ในสังคม

สรุปจุดยืนของตนเอง

() ควร () ไม่ควร () อื่นๆ โปรดระบุ

.....

.....

เหตุผลสนับสนุน

.....

.....

.....

หลักฐาน หรือปรากฏการณ์ที่ได้ประสบพบเจอมา หรือได้รับทราบมาในการใช้สนับสนุนและยืนยัน
เหตุผล (เรียงลำดับจากหลักฐานสำคัญมากที่สุดไปน้อยที่สุด 3 อันดับ)

.....

.....

.....

นักเรียนคิดว่าจุดยืนของตนเองจะส่งผลต่อส่วนรวมในระดับต่างๆอย่างไร (บอกทั้งผลดีและผลเสีย)

ระดับบุคคล

.....

.....

.....

ระดับชุมชน

.....

.....

.....

ระดับประเทศ

.....

.....

.....

ระดับโลก

.....

.....

.....

แบบบันทึกสภาพการจัดการเรียนรู้

คาบที่..... เวลา.....น. วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

รหัสวิชา ว 30242 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอแผนการจัดการเรียนรู้ที่.....
เรื่อง.....

คำชี้แจง ให้ครูบันทึกสภาพการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน

1. ชั้นเผชิญหน้าประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

1.1 ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

1.2 ปัญหาที่พบจากการสอน

.....

.....

.....

1.3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

2. ชั้นการตรวจสอบผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

2.1 ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

2.2 ปัญหาที่พบจากการสอน

.....

.....

2.3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

3. ขั้นตอนการสำรวจและค้นหาทางเลือกของพลเมืองวิทยาศาสตร์ในมุมมองต่าง ๆ

3.1 ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

3.2 ปัญหาที่พบจากการสอน

3.3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

4. ขั้นตอนการรับรู้และพิจารณามุมมองที่แตกต่าง

4.1 ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

4.2 ปัญหาที่พบจากการสอน

4.3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

5. ชิ้นการแสดงผลของการมีส่วนร่วมในสังคม

5.1 ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

5.2 ปัญหาที่พบจากการสอน

.....

.....

.....

5.3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง

แบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจ

กลุ่มที่.....ห้อง.....วันที่.....

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินขีดเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับคะแนนเพื่อประเมินตามสภาพจริง

รายการประเมิน	ระดับ			
	4	3	2	1
การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์				
1. อธิบายข้อมูลจากหลักฐานในขณะที่โต้แย้ง				
2. สร้างข้อโต้แย้ง				
3. สอบถามและบอกแหล่งที่มาของข้อมูล				
4. แสดงความคิดเห็นและเจรจาในมุมมองที่ต่างกัน				
5. อธิบายผลดีและผลเสียที่อาจเกิดขึ้นจาก จุดยืน				
ความสามารถในการตัดสินใจ				
1. ยอมรับจุดยืนที่แตกต่าง				
2. ประเมินหลักฐานเพื่อจัดการข้อมูลที่ขัดแย้งกัน				
3. คาดการณ์ความเสี่ยงหรือผลลัพธ์ที่อาจจะ เกิดขึ้น				
4. ลงข้อสรุปเพื่อเลือกจุดยืนจากข้อมูลที่มีอยู่				
5. สื่อสารข้อมูลและบอกคุณค่าของจุดยืนที่ ตัดสินใจได้				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

เกณฑ์คุณภาพ

คะแนนที่ได้	ระดับการประเมิน
30-40	ดีมาก
20-29	ดี
10-19	พอใช้
0-9	ควรปรับปรุง



แบบประเมินการสืบค้นข้อมูล

กลุ่มที่.....ห้อง.....วันที่.....

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินขีดเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับคะแนนเพื่อประเมินตามสภาพจริง

รายการประเมิน	ระดับ			
	4	3	2	1
1. เนื้อหาสาระครบถ้วนตรงตามประเด็น				
2. ความถูกต้องของเนื้อหาสาระ				
3. ภาษาถูกต้องเหมาะสม				
4. ค้นคว้าจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย				
5. การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	เกณฑ์			
	4	3	2	1
1. เนื้อหาสาระครบถ้วนตรงตามประเด็น	มีเนื้อหาสาระครบถ้วนตรงตามประเด็นที่กำหนดทั้งหมด	มีเนื้อหาสาระค่อนข้างครบถ้วนตรงตามประเด็นที่กำหนดทั้งหมด	มีเนื้อหาสาระไม่ครบถ้วนตรงตามประเด็นแต่ภาพรวมของสาระทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์พอใช้	มีเนื้อหาสาระไม่ครบถ้วนภาพรวมของสาระทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ต้องปรับปรุง
2. ความถูกต้องของเนื้อหาสาระ	เนื้อหาสาระทั้งหมดความถูกต้องตามข้อเท็จจริงและหลักวิชา	เนื้อหาสาระเกือบทั้งหมดความถูกต้องตามข้อเท็จจริงและหลักวิชา	เนื้อหาสาระบางส่วนถูกต้องตามข้อเท็จจริงและหลักวิชา แต่ต้องแก้ไขบางส่วน	เนื้อหาสาระส่วนใหญ่ไม่ถูกต้องตามข้อเท็จจริงและหลักวิชาต้องแก้ไขเป็นส่วนใหญ่
3. ภาษาถูกต้องเหมาะสม	สะกดคำรันต์ถูกต้อง ถ้อยคำสำนวนเหมาะสมดีมาก ลำดับความได้ชัดเจนเข้าใจง่าย	สะกดคำรันต์ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ ถ้อยคำสำนวนเหมาะสมดีมาก ลำดับความได้พอใช้	สะกดคำรันต์มีผิดอยู่บ้าง ถ้อยคำสำนวนเหมาะสมพอใช้ ลำดับความพอเข้าใจ	สะกดคำรันต์ผิดมาก ถ้อยคำสำนวนไม่เหมาะสม ลำดับความได้ไม่ชัดเจน
4. ค้นคว้าจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย	ค้นคว้าจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย ตั้งแต่ 5 แหล่งขึ้นไป	ค้นคว้าจากแหล่งการเรียนรู้ 3 แหล่ง	ค้นคว้าจากแหล่งการเรียนรู้ 2 แหล่ง	ค้นคว้าจากแหล่งการเรียนรู้เพียงแหล่งการเรียนรู้เดียว

รายการประเมิน	เกณฑ์			
	4	3	2	1
5. การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม	มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มอยู่ตลอด โดยใช้ความรู้จากสาขาวิชาต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วน	มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มบ้าง บางครั้ง โดยใช้ความรู้จากสาขาวิชาต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วน	มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มน้อยมาก โดยใช้ความรู้จากสาขาวิชาต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วน	ไม่มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม

เกณฑ์คุณภาพ

คะแนนที่ได้	ระดับการประเมิน
16-20	ดีมาก
11-15	ดี
6-10	พอใช้
0-5	ควรปรับปรุง

แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง จงทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตรงกับคุณลักษณะที่ผู้เรียนแสดงออกโดยจำแนกระดับ

พฤติกรรมการแสดงออกเป็น 4 ระดับ

มาก หมายถึงผู้เรียนมีพฤติกรรมการแสดงออกอย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา

ปานกลาง หมายถึงผู้เรียนมีพฤติกรรมการแสดงออกเป็นครั้งคราว

น้อย หมายถึงผู้เรียนมีพฤติกรรมการแสดงออกน้อยครั้ง

ไม่มีการแสดงออก หมายถึงผู้เรียนไม่มีพฤติกรรมการแสดงออกเลย

สถานะของผู้ประเมิน ผู้สอน ผู้เรียน

คุณลักษณะ	พฤติกรรมแสดงออก			
	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)	ไม่มีการ แสดง ออก(0)
1. เคารพประชาธิปไตยและกฎหมาย - ยอมรับความคิดเห็นของคนส่วนมากถึงจะ ขัดแย้งกับความคิดของตนเอง				
- แสดงความคิดเห็นที่ไม่ขัดต่อกฎหมายของ ประเทศ				
2. กล้าปกป้องมุมมองของตนเอง - โต้แย้งกับผู้มีความเห็นต่างด้วยความรู้ วิทยาศาสตร์หรือหลักฐานที่เชื่อถือได้				
2. ใจเปิดกว้างและเต็มใจรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น - รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้ง หรือ ข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น				

คุณลักษณะ	พฤติกรรมแสดงออก			
	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)	ไม่มีการ แสดง ออก(0)
- ยอมพิจารณาข้อมูลหรือความคิดที่ยังสรุป แน่นอนไม่ได้และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม				
- เต็มใจที่จะเปลี่ยนความคิดของตนเองเมื่อมี หลักฐานใหม่มาสนับสนุนที่ดีกว่า				
4. เคารพการตัดสินใจของผู้อื่น - รับฟังความคิดเห็นที่ตนเองยังไม่เข้าใจด้วยใจ เป็นธรรมและพร้อมที่จะทำความเข้าใจ				
5. มีความเป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกันกับผู้อื่น - ร่วมใจกันหาทางออกที่ดีที่สุดเพื่อสังคม				
7.มองเห็นความสำคัญและคุณค่าของความรู้ วิทยาศาสตร์ - ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์อธิบายจุดยืนของตนเอง				
- ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ตัดสินใจจุดยืนของ ตนเอง				
8. มีความอยากรู้อยากเห็นและสนใจในงานที่ ได้รับมอบหมาย - มีความใฝ่ใจและพอใจใคร่จะสืบเสาะแสวงหา ความรู้ในสถานการณ์และปัญหาที่กำหนด				
- มีความกระตือรือร้นต่อกิจกรรมในชั้นเรียน				
- ชอบสนทนา ซักถาม ฟัง อ่าน เพื่อให้ได้รับ ความรู้เพิ่มขึ้น				

เกณฑ์คุณภาพ

คะแนนที่ได้	ระดับการประเมิน
30-39	ดีมาก
20-29	ดี
10-19	พอใช้
0-9	ควรปรับปรุง



ลำดับ	ชื่อ	ทรศนะต่อการดัดแปรพันธุกรรมยุง
		นัยสำคัญ ซึ่งเป็นหัวใจหลักของยุทธศาสตร์ในการป้องกันโรคของบราซิลในขณะนี้
5	กลุ่มเอ็นจีโอ	ยุงดัดแปรพันธุกรรมที่ทดลองในประเทศบราซิล คือ ต้นเหตุทำให้เกิดทารกศีรษะเล็ก เกือบ 4,000 คน ในรอบ 5 ปีหลังมีการทดลองนี้เกิดขึ้น
6	ประชาชน 240,000 คน ที่ลงชื่อทางเว็บไซต์ Change.org	บริษัทกำลังสร้างฐานทดลองแมลงกลายพันธุ์ และอาจจะเกิดการกลายพันธุ์ทำให้เกิดยุงที่ทนทานต่อยาฆ่าแมลงได้
7	องค์กรเพื่อนโลก (Friends of the Earth) ซึ่งเป็นกลุ่มที่ทำงานด้านสิ่งแวดล้อม	การดัดแปรพันธุกรรมยุงอาจจะทำให้ประชากรยุงเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ หากไม่มีการผสมพันธุ์หรือลูกยุงตายตั้งแต่เป็นตัวอ่อน เนื่องจากยุงมีหน้าที่สำคัญในฐานะผู้ช่วยผสมเกสร รวมถึงเป็นแหล่งอาหารสำหรับนกและปลาและส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศวิทยา
8	บทความในวารสาร Scientific Reports	ระหว่างการทดลองในระยะแรกประชากรยุงในธรรมชาติที่เมืองจาโคบีโน ประเทศบราซิล เคยลดลงสูงสุดถึง 85% แต่ตัวเลขดังกล่าวก็กลับมาเพิ่มจำนวนขึ้นจนเท่าเดิม ในอีก 18 เดือนถัดมา และยังคงเกิดยุงผสมที่แข็งแรงพอที่จะเติบโตขึ้นและขยายพันธุ์สืบต่อไปได้ ซึ่งอาจจะทำให้ประชากรยุงในธรรมชาติโดยรวมยิ่งเพิ่มจำนวนได้มากขึ้นไปอีก
9	ผู้อำนวยการนโยบายศูนย์ประเมินผลเทคโนโลยีนานาชาติ และศูนย์ความปลอดภัยทางอาหาร	ท่ามกลางวิกฤตมากมายที่เกิดขึ้น ทั้งโควิด-19 การเหยียดเชื้อชาติ และสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง คณะกรรมการฯ ยังเลือกที่จะใช้เงินภาษีของประชาชนและทรัพยากรจากภาครัฐมาทดลองในโครงการ จูราสลิค พาร์ค

ที่มา 1. <https://www.bbc.com/thai/international-53881900>

2. <https://ipdefenseforum.com/th/>

3. <https://mgronline.com/science/detail/9570000098212>

4. <https://www.hfocus.org/content/2016/02/11753>

คำถาม

1. นักเรียนคิดว่าต้องศึกษาความรู้วิทยาศาสตร์หรือข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับการสร้างยุงดัดแปรพันธุกรรมในเรื่องใดบ้าง เพราะเหตุใด และสามารถเข้าถึงความรู้ได้อย่างไร

ความรู้หรือข้อมูล	เหตุผล	แหล่งที่จะเข้าถึงความรู้

2. ตัวนักเรียนเองมีความคิดอยากจะศึกษาความรู้และค้นหาหลักฐานเรื่องยุงดัดแปรพันธุกรรมเพิ่มเติมหรือไม่

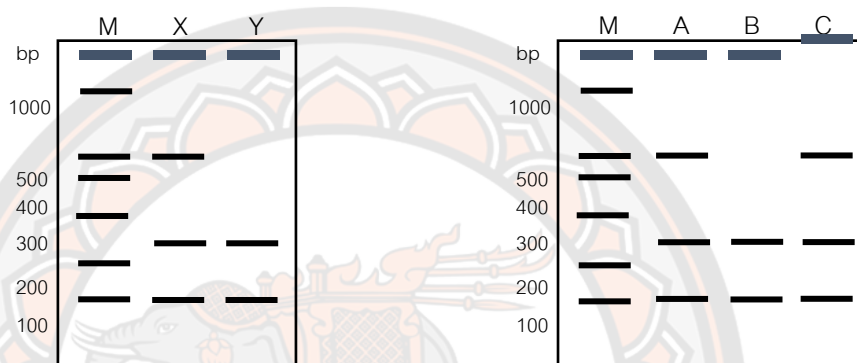
() อยากร () ไม่อยากร เพราะ

.....

.....

3. หากต้องการเพิ่มจำนวนยีน OX513A นักเรียนจะใช้หลักการทางพันธุวิศวกรรมมาใช้ในการเพิ่มจำนวนยีนนั้นอย่างไร อธิบายพร้อมวาดภาพประกอบ

4. หากมีการปล่อยยุงลายดัดแปรพันธุกรรม (X) ออกสู่ธรรมชาติปะปนกับยุงลายบ้าน (Y) จะไม่สามารถแยกความแตกต่างได้จากลักษณะภายนอก นักวิทยาศาสตร์จึงมีการสุ่มตรวจยุงใน 3 พื้นที่ที่ได้ปล่อยยุงดัดแปรพันธุกรรม คือ พื้นที่ A B และ C แล้วนำไปวิเคราะห์ DNA โดยใช้เครื่องหมายพันธุกรรม เพื่อจำแนกระหว่างยุงลายดัดแปรพันธุกรรมและยุงลายบ้าน โดยเปรียบเทียบกับ DNA ที่ทราบขนาด (M) ผลการตรวจยุงลายดัดแปรพันธุกรรม (X) และยุงลายบ้าน (Y) ได้ผลดังภาพที่ 1 และผลการตรวจยุงในพื้นที่ A B และ C ได้ผลดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1

ภาพที่ 2

4.1 พื้นที่ใดมียุงดัดแปรพันธุกรรม.....

4.2 หากต้องการยืนยันว่ายุงในพื้นที่ 4.1 เป็นยุงดัดแปรพันธุกรรม นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบอย่างไรโดยใช้ความรู้ด้านพันธุศาสตร์

.....

.....

.....

5. จงบอกผลดีและผลเสียของการพัฒนายุงดัดแปรพันธุกรรมที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

ผลดี	ผลเสีย

6. นักเรียนคิดว่าหากมีการนำยุ่งลายตัดแปรรูปพันธุกรรมมาใช้ควบคุมการระบาดของโรคไข้เลือดออกในประเทศไทยจะส่งผลกระทบต่อกลุ่มคนผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสียใดบ้าง และส่งผลอย่างไร

กลุ่มคนผู้มีส่วนได้-ส่วนเสีย	ผลกระทบ

7. นักเรียนจะแสดงจุดยืนของตนเองว่าเห็นด้วยหรือไม่ หากมีการนำยุ่งลายตัดแปรรูปพันธุกรรมมาใช้ควบคุมการระบาดของโรคไข้เลือดออกในประเทศไทย

() เห็นด้วย () ไม่เห็นด้วย () อื่นๆ โปรดระบุความคิดเห็น

.....

.....

.....

8. เหตุผลของนักเรียนที่ใช้สนับสนุนจุดยืนของตนเองในข้อ 7 ให้มีความน่าเชื่อถือคืออะไร

.....

.....

.....

9. นักเรียนมีหลักฐานหรือข้อมูลเพื่อใช้ในการสนับสนุนและยืนยันเหตุผลในข้อ 8 หรือไม่ คืออะไร

.....

.....

10. นักเรียนคิดว่าจุดยืนของตนเองจะส่งผลต่อสังคมส่วนรวมในระดับต่างๆอย่างไร
ระดับบุคคล

.....

.....

ระดับชุมชน

.....

.....

ระดับประเทศ

.....

.....

ระดับโลก

.....

.....

11. นักเรียนจะใช้เหตุผลอะไรในการโต้แย้งเพื่อให้เพื่อนที่ไม่เห็นด้วยกับนักเรียนคล้อยตามและเห็นด้วยกับนักเรียน

.....

.....

.....

12. นักเรียนจะมีวิธีเผยแพร่จุดยืนของตนเองในสังคมอย่างไร

.....

.....

.....

13. ให้ใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด โดย

- 5 หมายถึง นักเรียนเห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความนั้น
- 4 หมายถึง นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความนั้น
- 3 หมายถึง นักเรียนไม่แน่ใจที่จะเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับข้อความนั้น
- 2 หมายถึง นักเรียนไม่เห็นด้วยกับข้อความนั้น
- 1 หมายถึง นักเรียนไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความนั้น

ข้อ	ข้อความ	ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
13.1	นักเรียนมีการไตร่ตรองอย่างรอบคอบก่อนการตัดสินใจแสดงจุดยืนของตนเอง					
13.2	นักเรียนคำนึงถึงกฎหมายของประเทศและแนวปฏิบัติในสังคมก่อนการตัดสินใจแสดงจุดยืนของตนเอง					
13.3	นักเรียนจะปฏิบัติตนในการแสดงจุดยืนอย่างไร้ประนีประนอม ไม่ขัดต่อกฎหมาย ไม่สร้างปัญหาและความเดือดร้อนให้สังคม					
13.4	นักเรียนแสดงความรับผิดชอบได้หากการตัดสินใจของตนเองก่อให้เกิดผลเสียทั้งต่อตนเองและสังคม					
13.5	นักเรียนยอมรับได้หากมติในสังคมขัดแย้งกับจุดยืนของตนเอง					
13.6	นักเรียนเต็มใจรับฟังเหตุผล ข้อโต้แย้ง หรือข้อคิดเห็นของผู้อื่นที่อาจจะขัดแย้งกับของตนเอง					
13.7	นักเรียนไม่เต็มใจที่จะเปลี่ยนจุดยืนถึงแม้จะมีหลักฐานใหม่มาสนับสนุนที่ดีกว่า					
13.8	นักเรียนกล้าที่จะโต้แย้งและแสดงจุดยืนของตนเอง หากมีหลักฐานสนับสนุนเพียงพอ ถึงแม้จะขัดแย้งกับคนในสังคมบางกลุ่ม					
13.9	นักเรียนอยากเลือกจุดยืนที่ส่งผลกระทบต่อสังคมน้อยที่สุด และเกิดประโยชน์ต่อคนในสังคมมากที่สุด					
13.10	ไม่ว่ามติในสังคมจะเป็นเช่นไร นักเรียนก็เลือกที่จะประพฤติตนในทางที่ดี เพื่อประโยชน์แก่ตนเองและสังคม					

แนวคำตอบและเกณฑ์การให้คะแนนความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

ข้อที่	แนวทางการประเมินความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์			คะแนน
	องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้	รายละเอียด	
1	ด้านบุคคล	กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	- สามารถระบุความรู้วิทยาศาสตร์หรือข้อมูลได้	1
			- ไม่สามารถระบุความรู้วิทยาศาสตร์หรือข้อมูลได้ - ไม่ตอบเหตุผลหรือแหล่งที่จะเข้าถึงความรู้	0
2	ด้านบุคคล	จิตวิทยาศาสตร์	- ตอบว่าอยาก และระบุเหตุผลที่แสดงถึงความกระตือรือร้นสอดคล้องกับสถานการณ์ เช่น อยาก เพราะทำให้ได้ความรู้และเข้าใจยังตัดแปรพันธุกรรมเพิ่มมากขึ้น	1
			- ไม่ตอบ - ตอบว่าอยาก โดยไม่ระบุเหตุผลหรือระบุเหตุผลไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ หรือระบุเหตุผลที่ไม่แสดงถึงความกระตือรือร้นที่สอดคล้องกับสถานการณ์ - ตอบว่าไม่อยาก	0
3	ด้านบุคคล	ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์	- ตอบถูกต้องตามแนวคำตอบ	2
			- ตอบถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนตามแนวคำตอบ	1
			- ตอบไม่ถูกต้อง	0

ข้อที่	แนวทางการประเมินความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์			คะแนน
	องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้	รายละเอียด	
			- ไม่ตอบ	
4.1	ด้านบุคคล	ความรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์	- ตอบพื้นที่ A และ C	1
			- ตอบเพียง 1 พื้นที่ - ไม่ตอบ	0
4.2	ด้านบุคคล	ความรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์	- ตอบถูกต้องตามแนวคำตอบ	1
			- ตอบไม่ถูกต้อง - ไม่ตอบ	0
5	ด้านบุคคล	ความรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์	- บอกผลดีและผลเสียทั้ง 2 ด้าน ได้	2
			- บอกผลดีและผลเสียได้เพียง 1 ด้าน - บอกได้เพียงผลดีหรือผลเสีย เท่านั้น - มีผลดีหรือผลเสียบางข้อที่ไม่ สอดคล้องกับสถานการณ์	1
			- ไม่ตอบ	0
6	ด้านปฏิสัมพันธ์ใน สังคม	- ความสามารถในการ โต้แย้งเชิง วิทยาศาสตร์	- ระบุผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสียที่ เกี่ยวข้องพร้อมผลกระทบที่มี ความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ ถูกต้อง	2
			- ระบุผู้มีส่วนได้ – ส่วนเสียที่ เกี่ยวข้องพร้อมผลกระทบที่มี	1

ข้อที่	แนวทางการประเมินความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์			คะแนน
	องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้	รายละเอียด	
			ความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ ถูกต้องเพียงบางส่วน	
			- ไม่สามารถระบุผู้มีส่วนได้ - ส่วนเสียที่เกี่ยวข้องพร้อม ผลกระทบที่มีความเกี่ยวข้องกับ สถานการณ์ได้	0
7	ด้านปฏิสัมพันธ์ใน สังคม	- ความสามารถในการโต้แย้งเชิง วิทยาศาสตร์	- เลือกจุดยืนได้	1
		- ความสามารถในการตัดสินใจ	- เลือกจุดยืนไม่ได้	0
8	ด้านปฏิสัมพันธ์ใน สังคม	- ความสามารถในการโต้แย้งเชิง วิทยาศาสตร์	- บอกเหตุผลที่มีน้ำหนัก สนับสนุนจุดยืนได้ ซึ่งอาจเป็น ข้อดีของฝ่ายตนเอง หรือข้อเสีย ของฝ่ายตรงข้าม เช่น เห็นด้วย เนื่องจากสามารถ ช่วยลดการเกิดโรคได้ หรือ เห็นด้วย เนื่องจากหากไม่ แก้ปัญหาด้วยวิธีนี้ จะทำให้การ ระบาดของโรคเพิ่มขึ้น	1
			- บอกเหตุผลที่ไม่สอดคล้องกับ สถานการณ์ - ไม่ตอบ	0

ข้อที่	แนวทางการประเมินความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์			คะแนน
	องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้	รายละเอียด	
9	ด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม	- ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ - ความสามารถในการตัดสินใจ	- แสดงหลักฐานที่น่าเชื่อถือ เป็นจริง และทำให้เหตุผลมีความน่าเชื่อถือมากขึ้นได้	2
			- แสดงหลักฐานที่ไม่น่าเชื่อถือแต่ทำให้เหตุผลมีความน่าเชื่อถือมากขึ้นได้	1
			- แสดงหลักฐานที่ไม่เป็นความจริงแต่ทำให้เหตุผลมีความน่าเชื่อถือมากขึ้นได้	0
10	ด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม	- ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ - ความสามารถในการตัดสินใจ	- บอกรายละเอียดของจุดยืนต่อสังคมส่วนรวมได้ 4 ระดับ	4
			- บอกรายละเอียดของจุดยืนต่อสังคมส่วนรวมได้ 3 ระดับ	3
			- บอกรายละเอียดของจุดยืนต่อสังคมส่วนรวมได้ 2 ระดับ	2
			- บอกรายละเอียดของจุดยืนต่อสังคมส่วนรวมได้ 1 ระดับ	1
			- ไม่ตอบ	0
11	ด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม		- บอกรายละเอียดของจุดยืนต่อสังคมส่วนรวมได้ตรงประเด็นและชัดเจน และให้	1

ข้อที่	แนวทางการประเมินความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์			คะแนน
	องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้	รายละเอียด	
		- ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์	เหตุผลที่ทำให้ข้อโต้แย้งอื่นมีความน่าเชื่อถือลดลงได้ - ไม่โต้แย้ง - ให้เหตุผลสนับสนุนอีกฝ่าย	0
12	ด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม	- ความสามารถในการตัดสินใจ	- บอกวิธีข้อมูลที่แสดงจุดยืนของตนเองในสังคมได้ - ไม่ตอบ	1 0
13	ด้านความตระหนักรู้ต่อสังคม	- การตระหนักในตัวของบุคคล - การตระหนักต่อส่วนรวมตามหน้าที่ในสังคม	ได้คะแนน 39-50 แปลความหมายว่ามีความตระหนักรู้ต่อสังคมมากถึงมากที่สุด ได้คะแนน 26-38 แปลความหมายว่ามีความตระหนักรู้ต่อสังคมปานกลางถึงมาก ได้คะแนน 13-25 แปลความหมายว่ามีความตระหนักรู้ต่อสังคมน้อยถึงปานกลาง ได้คะแนน 0-12 แปลความหมายว่าไม่มีความตระหนักรู้ต่อสังคม	3 2 1 0

ภาคผนวก ฉ ผลการประเมินองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

ตาราง 18 ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมือง
วิทยาศาสตร์

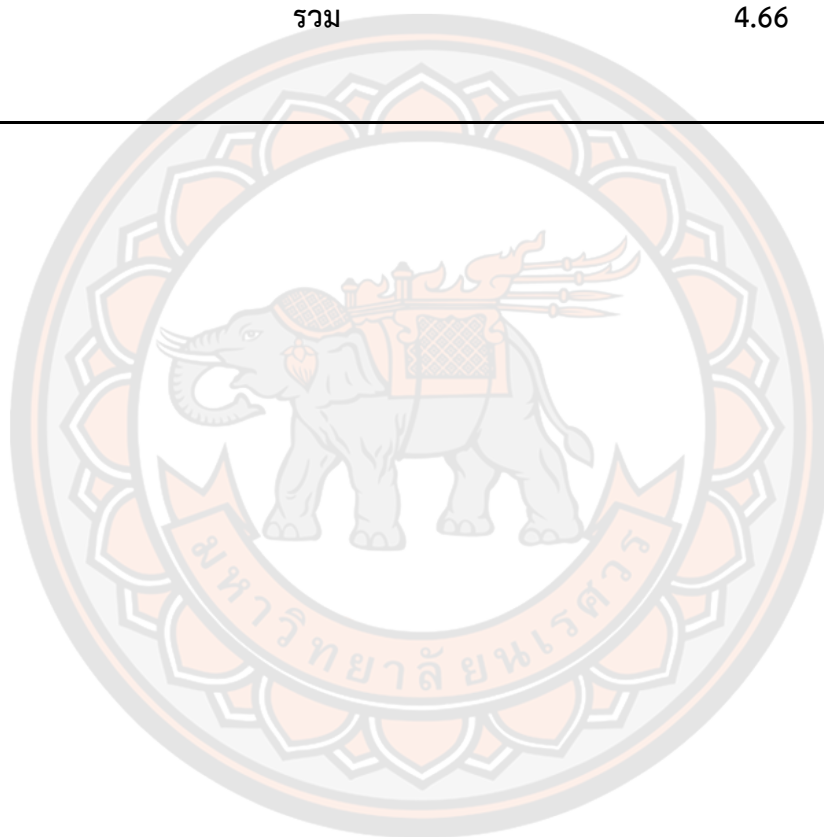
รายการประเมิน	ระดับคะแนนของผู้เชี่ยวชาญ						S.D.	ระดับ ความ เหมาะ สม
	คนที่							
	1	2	3	4	5	\bar{X}		
1. องค์ประกอบด้านบุคคล								
1.1 ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ด้าน พันธุศาสตร์	3	5	4	4	5	4.20	0.84	มาก
<p>- ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ระหว่างยีน การ สังเคราะห์โปรตีน ลักษณะทาง พันธุกรรม การถ่ายทอดลักษณะที่ถูก ควบคุมด้วยยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศ และมัลติเปิลแอลลีล กระบวนการและ ผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงลำดับนิ วคลีโอไทด์ในดีเอ็นเอต่อการแสดง ลักษณะของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยี ทางดีเอ็นเอ</p> <p>- ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปปรับ ประยุกต์ใช้ในการสร้างคำอธิบายที่ สมเหตุสมผล เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ ในการอธิบาย พยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และ ให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล วิเคราะห์ และแปลความหมายข้อมูลทาง</p>								

รายการประเมิน	ระดับคะแนนของผู้เชี่ยวชาญ						S.D.	ระดับ ความ เหมาะ สม
	คนที่							
	1	2	3	4	5	\bar{X}		
วิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป และ ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่ หลากหลาย								
1.2 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ - ผู้เรียนสามารถระบุปัญหาที่ต้องการ สำรวจตรวจสอบ แยกแยะประเด็น ปัญหา เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบ ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประเมินวิธี สำรวจตรวจสอบปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ บรรยายและประเมิน วิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ใน การยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุป อ้างอิงจากคำอธิบาย	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มาก ที่สุด
1.3 จิตวิทยาศาสตร์ - ผู้เรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ และประเด็นที่เกี่ยวข้อง กับวิทยาศาสตร์ มีความตั้งใจที่จะหา ความรู้วิทยาศาสตร์และทักษะเพิ่มเติม โดยใช้แหล่งข้อมูลและวิธีการที่	3	5	4	4	5	4.20	0.84	มาก

รายการประเมิน	ระดับคะแนนของผู้เชี่ยวชาญ						S.D.	ระดับ ความ เหมาะ สม
	คนที่							
	1	2	3	4	5	\bar{X}		
หลากหลาย มีความสนใจใน วิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง								
2. องค์ประกอบด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม								
2.1 ความสามารถในการโต้แย้งเชิง วิทยาศาสตร์ - ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และตีความ ข้อมูล สร้างข้อโต้แย้งเกี่ยวกับ ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และ ความรู้ สอบถามแหล่งที่มาของข้อมูล แสดงความคิดเห็นและเจรจาต่อรอง เพื่อพิจารณามุมมองที่แตกต่างกัน และประเมินความเสี่ยงและประโยชน์ ที่เกิดขึ้น	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มาก ที่สุด
2.2 ความสามารถในการตัดสินใจ - ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจกับ มุมมองที่แตกต่างกัน ประเมิน หลักฐานเพื่อจัดการข้อมูลที่ขัดแย้งกัน คาดการณ์และชี้แนะนักความน่าจะ เป็นของความเสี่ยงหรือผลลัพธ์ทาง วิทยาศาสตร์ที่จะเกิดขึ้น อนุมาน คำตอบที่ถูกต้องจากข้อมูล ลงข้อสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่ ตีความ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มาก ที่สุด

รายการประเมิน	ระดับคะแนนของผู้เชี่ยวชาญ						S.D.	ระดับ ความ เหมาะ สม
	คนที่							
	1	2	3	4	5	\bar{X}		
ข้อสรุปบนข้อมูลและความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ ตีความข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์ จัดการกับข้อมูลที่มี ความขัดแย้งกัน รับรู้และพิจารณา มุมมองที่แตกต่างกัน สื่อสารข้อมูล และสะท้อนคุณค่าสิ่งที่ตัดสินใจ								
3. องค์ประกอบด้านการตระหนักถึง สถานการณ์ในสังคม								
3.1 การตระหนักในตัวบุคคล - ผู้เรียนมีจริยธรรม ศีลธรรม ความ รับผิดชอบส่วนบุคคล มองเห็นคุณค่า ของวิทยาศาสตร์ เคารพประชาธิปไตย และกฎหมายในประเทศ มีใจเปิดกว้าง กล้าหาญในการปกป้องมุมมองของ ตนเอง	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มาก ที่สุด
3.2 การตระหนักต่อส่วนรวมตาม หน้าที่ในสังคม - ผู้เรียนเคารพและเข้าใจซึ่งกันและกัน มีความรับผิดชอบต่อสังคม มีความ เป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกันกับผู้อื่น เต็มใจ รับฟังความคิดเห็นผู้อื่น มีการ แสดงออกถึงความห่วงใยใน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มาก ที่สุด

รายการประเมิน	ระดับคะแนนของผู้เชี่ยวชาญ						S.D.	ระดับ ความ เหมาะ สม
	คนที่							
	1	2	3	4	5	\bar{X}		
สิ่งแวดล้อมและการรักษาสิ่งแวดล้อม ให้ยั่งยืน								
	รวม					4.66	0.49	มาก ที่สุด



ภาคผนวก ข ผลการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตาราง 19 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็น
พลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ คนที่					\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. ทฤษฎีการเรียนรู้และแนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการจัดการเรียนรู้								
1.1 มีทฤษฎีการเรียนรู้และแนวคิดที่เป็น พื้นฐานพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ชัดเจน	5	5	4	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้และแนวคิดพื้นฐาน เหมาะสมกับการพัฒนารูปแบบการจัดการ เรียนรู้	5	5	4	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
รวม						4.60	0.55	มากที่สุด
2. หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้								
2.1 มีหลักการของรูปแบบการจัดการ เรียนรู้ที่ชัดเจน	4	5	5	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
2.2 หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้และแนวคิด พื้นฐาน	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
รวม						4.60	0.55	มากที่สุด
3. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้								
3.1 มีวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการ เรียนรู้ชัดเจน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ					\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่							
	1	2	3	4	5			
รวม						4.80	0.45	มากที่สุด
4. รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้								
4.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4.2 บอกขั้นตอนและรายละเอียดการ จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่ชัดเจน	5	5	5	5	5	5.0	0	มากที่สุด
4.3 บอกบทบาทครู และบทบาทนักเรียน ในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่ชัดเจน	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
รวม						4.80	0.33	มากที่สุด
5. การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้								
5.1 บอกรายละเอียดของเครื่องมือที่ใช้ใน การเก็บข้อมูลชัดเจน	5	4	5	3	4	4.20	0.84	มาก
5.2 บอกเกณฑ์การให้คะแนนและตัดสินผล การประเมินที่ชัดเจน	5	4	5	3	4	4.20	0.84	มาก
รวม						4.20	0.84	มาก
รวมทั้งหมด						4.60	0.54	มากที่สุด

ภาคผนวก ข ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



ภาพ 20 บรรยายภาคขณะนักเรียนโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์และสวมบทบาทเป็นรัฐบาล



ภาพ 21 บรรยายภาคขณะนักเรียนที่เป็นฝ่ายรัฐบาลกำลังโต้แย้งผู้ประกอบการ



ภาพ 22 บรรยากาศขณะนักเรียนกำลังเผยแพร่จุดยืนของตนเองบนบอร์ดแสดงความคิดเห็นในห้องเรียน



ภาพ 23 บรรยากาศขณะนักเรียนกำลังยีนอ่านจุดยืนของเพื่อนต่างห้องบนบอร์ดแสดงความคิดเห็นในห้องเรียน

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล วิภา อาสิงสมานันท์
วัน เดือน ปี เกิด
ที่อยู่ปัจจุบัน

ที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม

ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน ครู

ประสบการณ์การทำงาน พ.ศ. 2560 โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม

ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2557 กศ.ม. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยนเรศวร

พ.ศ. 2552 วท.บ. (เทคโนโลยีชีวภาพ) มหาวิทยาลัยมหิดล

ผลงานตีพิมพ์ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์

วิภา อาสิงสมานันท์, สุรีย์พร สว่างเมฆ และมลิวรรณ นาคขุนทด. (2564).

การสังเคราะห์ความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมือง
วิทยาศาสตร์. วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ., 14(2), 75-89.

ผลงานตีพิมพ์อื่นๆ

วิภา อาสิงสมานันท์, สิริรักษา กิจเกื้อกูล และวินนทร สุภาพ. (2562). มุมมอง
ของครูวิทยาศาสตร์ต่อการจัดการเรียนรู้ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์.

วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 22(3), 235-247.

วิภา อาสิงสมานันท์, สุรีย์พร สว่างเมฆ และมลิวรรณ นาคขุนทด. (2560).

การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนามโนทัศน์ เรื่อง พันธศาสตร์ ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ใน

ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์. วารสารวิชาการและวิจัย

สังคมศาสตร์, 12(35), 87-100.