

การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเทอร์เน็ตออฟคอนสตรัคติวิสต์
เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา



นางสาววัชรภรณ์ แก้วดี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา

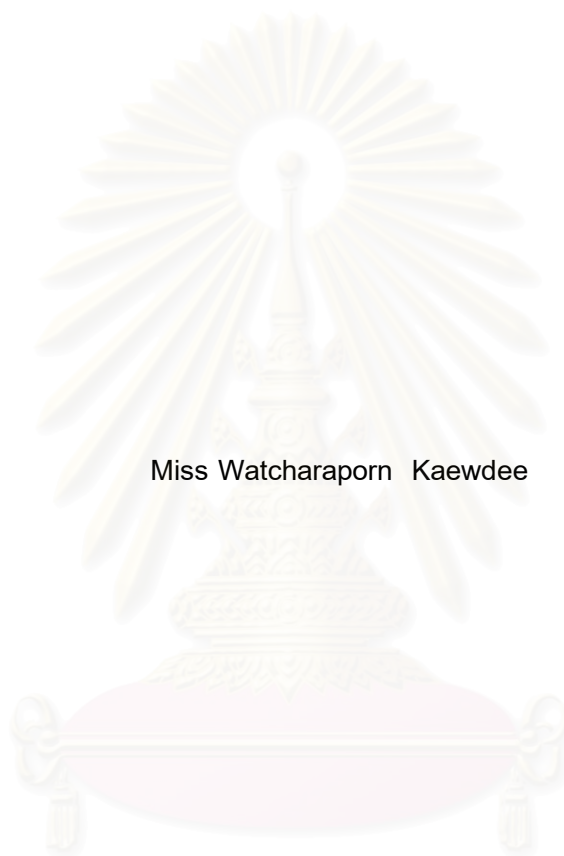
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-17-3903-6

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL PROCESS BASED ON INTERACTIVE-
CONSTRUCTIVIST APPROACH FOR ENHANCING SCIENTIFIC THINKING AND
SCIENCE TASK PRESENTATION OF SECONDARY SCHOOL STUDENTS



Miss Watcharaporn Kaewdee

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Curriculum and Instruction

Department of Curriculum, Instruction, and Educational Technology

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2005

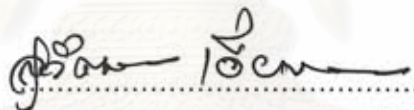
ISBN 974-17-3903-6


หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟ
คอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และการ
นำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา
โดย นางสาววัชรภรณ์ แก้วดี
สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคุษฎีบัณฑิต

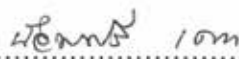

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.พฤทธิ ศิริบรรณพิทักษ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุวัฒน์ เี่ยมอรพรรณ)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. น้อมศรี เคท)


..... กรรมการ
(ดร. พรพรรณ ไวทยางกูร)

วารสารกวี แก้วดี : การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา (DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL PROCESS BASED ON INTERACTIVE-CONSTRUCTIVIST FOR ENHANCING SCIENTIFIC THINKING AND SCIENCE TASK PRESENTATION OF SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อ. ที่ปรึกษา: รศ. ดร. จันท์เพ็ญ เชื้อพานิช, อ. ที่ปรึกษาร่วม: รศ. ดร. ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์, 183 หน้า ISBN 974-17-3903-6

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้มี 2 ประการ คือ 1) เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา และ 2) เพื่อประเมินผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยฉบับนี้ประกอบด้วยขั้นตอนการคิด 4 ขั้นตอน คือ การคิด เพื่อระบุปัญหา เพื่อตั้งสมมติฐาน เพื่อทดสอบสมมติฐาน และการคิดเพื่อตีความหมายข้อมูลและสรุปผล การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์มี 4 แบบหลัก คือ การเขียนรายงาน การจัดแสดงผลงาน การสาธิต และการกล่าวรายงาน การประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์พิจารณาจากความครบถ้วนของประเด็นและสาระสำคัญ ความถูกต้องของการนำเสนอผลงาน การจัดระบบการนำเสนอผลงาน และความน่าสนใจของการนำเสนอข้อมูล

การพัฒนากระบวนการเรียนการสอน มีการดำเนินการ 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การศึกษาวิเคราะห์และสังเคราะห์แนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์เพื่อสรุปเป็นสาระสำคัญของแนวคิดนี้ (2) การพัฒนาหลักการของกระบวนการเรียนการสอนจากสาระสำคัญของแนวคิด (3) การกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและวัตถุประสงค์จากหลักการของกระบวนการเรียนการสอน (4) การพัฒนาขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนจากวัตถุประสงค์ (5) การตรวจสอบกระบวนการเรียนการสอนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ และนำไปทดลองสอนเบื้องต้น แล้วปรับปรุงแก้ไขกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้ นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ ในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างนี้ได้มาจากนักเรียน 2 ห้องจาก 5 ห้อง ที่มีคะแนนเฉลี่ยของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 กลุ่มตัวอย่างที่ได้แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้การสุ่มแบบไม่เจาะจง จัดการเรียนการสอนกลุ่มทดลองด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น แล้วจัดการเรียนการสอนกลุ่มควบคุมด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ การทดลองสอนใช้เวลา 18 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ (คาบละ 50 นาที) หลังจากทดลองสอนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม จึงมีการทดสอบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม แล้วเปรียบเทียบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และเปรียบเทียบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลการวิจัยครั้งนี้สรุปได้ ดังต่อไปนี้

1. กระบวนการเรียนการสอนนี้มีหลักการ 4 ประการ คือ 1) การท้าทายความคิดหรือสร้างความขัดแย้งทางความคิด 2) การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและบุคคลอื่น 3) การพิจารณาไตร่ตรองกับตนเอง 4) การนำเสนอผลงาน วัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน คือ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ขั้นตอนการเรียนการสอนมี 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ 2) การท้าทายความคิดหรือสร้างความขัดแย้งทางความคิด 3) การปฏิสัมพันธ์ภายนอก 4) การนำเสนอผลงาน และ 5) การปฏิสัมพันธ์ภายใน

2. การประเมินการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น พบว่า

2.1 กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาควิชา หลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา
สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน
ปีการศึกษา 2548

ลายมือชื่อนิสิต..... กัญจกรศรี ภาณุ
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... อ. ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4484627927 : MAJOR CURRICULUM AND INSTRUCTION
KEYWORD : INTERACTIVE-CONSTRUCTIVIST/ SCIENTIFIC THINKING/ SCIENCE TASK
PRESENTATION/ SECONDARY SCHOOL STUDENTS

WATCHARAPORN KAEWDEE : DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL PROCESS BASED
ON INTERACTIVE-CONSTRUCTIVIST FOR ENHANCING SCIENTIFIC THINKING AND
SCIENCE TASK PRESENTATION OF SECONDARY SCHOOL STUDENTS
THESIS ADVISER: ASSOC. PROF. CHANPEN CHUAPHANICH, Ed.D., THESIS CO-ADVISER:
ASSOC. PROF. TAWEEWAT PITAYANON, Ph.D., 183 pp. ISBN 974-17-3903-6

The purposes of this research were 1) to develop an instructional process based on Interactive-Constructivist approach for enhancing scientific thinking and science task presentation of secondary school students, and 2) to evaluate the developed instructional process. In this research, scientific thinking consisted of four steps of thinking which are thinking for: defining problems, stating hypotheses, testing hypotheses, and interpreting data and making conclusions. Science task presentation can be classified into four forms: written reports, displays, demonstrations, and oral presentations. The evaluation of science task presentation was considered from: the completion of content corpus, the data precision, the information organizing, and the interestingness of the presentation.

The developed instructional process included four steps: (1) setting up main ideas from analyzing and synthesizing the Interactive-Constructivist approach, (2) developing principles of the instructional process from the main ideas, (3) setting up learning outcomes and objectives of the instructional process from the developed principles, (4) developing steps of the instructional process from the objectives, and (5) verifying the developed instructional process by experts, and then tryout the instructional process. The comments and suggestions from the experts and the results of tryout were used to refine the developed instructional process. This developed instructional process was implemented to the sample who were Mathayom Suka One students studied science course in the first semester of academic year 2005 at Samsen Wittayalai School. This sample was two classrooms out of five classrooms whose scientific thinking mean scores were not significantly different at .05 level. This two classrooms were randomly sampled as a experimental group and a control group. The duration of this implementation was eighteen weeks, three periods per week (fifty minutes/ period). After implementing this developed instructional process to the experimental group and implementing the ordinary instructional process to the control group, scientific thinking of the students in these two groups were tested and their science task presentation performances were evaluated. The scientific thinking of an experimental group before and after implementing this developed instructional process were compared, and the scientific thinking and science task presentation of the experimental group were compared with the control group.

The findings of this study were as follows:

1. The developed instructional process composed of four principles: 1) challenging ideas or introducing cognitive conflicts for students, 2) students' interaction with the environment and other people, 3) students' self reflective-thinking and 4) task presentation. The objectives of this process were to enhancing scientific thinking and science task presentation of secondary school students. This developed instructional process consisted of five steps: (1) examining prior knowledge (2) challenging ideas or creating cognitive conflict (3) having external interaction (4) presenting tasks, and (5) having internal interaction.

2. The results of implementing the developed instructional process were:

2.1 Scientific thinking posttest scores of the experimental group were significantly higher than pretest scores at .05 level.

2.2 Scientific thinking and science task presentation posttest scores of the experimental group were significantly higher than those of control group at .05 level.

Department : Department of Curriculum, Instruction,
and Educational Technology
Field of study : Curriculum and Instruction
Academic year : 2005

Student's signature.....*Watcharaporn Kaeudee*
Adviser's signature.....*Chanpen Chuaphanich*
Co-adviser's signature.....*Taweewat Pitayanon*

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วย ความเมตตา ความกรุณา และความปรารถนาดี รวมทั้ง การให้คำปรึกษาและคำแนะนำอย่างดียิ่งของ รองศาสตราจารย์ ดร. จันทรพีญ เชื้อพานิช อาจารย์ที่ ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร. ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ทิศนา แชนมณี อาจารย์ที่ปรึกษาวิชาการที่ได้กรุณา ห่วงใยและให้คำแนะนำตลอดเวลาที่ศึกษา และกราบขอบพระคุณกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้สละเวลาและให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์

กราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ เก็บรวบรวมข้อมูลและตรวจสอบกระบวนการเรียนการสอน พร้อมทั้งให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อ งานวิจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กำธร ธีระคุปต์ ที่ได้กรุณาช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา และคำแนะนำ รวมทั้งคอยห่วงใยและให้กำลังใจตลอดเวลาในการศึกษาและทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณผู้บริหารและคณาจารย์หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนนทรีวิद्याลัย ที่กรุณาให้ผู้วิจัย นำเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลและกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้เบื้องต้น ขอขอบคุณผู้บริหารและคณาจารย์หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสามเสนวิद्याลัย ที่กรุณาให้ผู้วิจัย ทดสอบกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์พวงเพ็ญ วัชรายนต์ อาจารย์ จุฑารัตน์ มาลากรณ์ และอาจารย์ประโลม อารุณ ที่ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกตลอดเวลาที่นำ กระบวนการเรียนการสอนไปใช้ และขอขอบคุณอาจารย์อมรรัตน์ บุญโชติ ที่กรุณาให้ผู้วิจัยนำแบบ ประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ไปประเมินคู่ขนาน เพื่อตรวจสอบความตรงของการประเมิน และขอขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณทบวงมหาวิทยาลัย ที่ให้ทุนการศึกษาตามโครงการผลิตและพัฒนาอาจารย์ ขอขอบคุณคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้โอกาสลาศึกษาต่อ และขอบคุณบัณฑิต วิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้ทุนอุดหนุนในการทำวิจัย

ขอขอบคุณพี่ๆ และเพื่อนๆ ในสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ดร. ฤทัยรัตน์ และดร. สมยศ ชิดมงคล ที่ได้ช่วยเหลือและให้กำลังใจเป็นอย่างดี

ท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ขอขอบคุณสมาชิกในครอบครัว ที่ให้ความรัก ความห่วงใย และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยอย่างดียิ่งตลอดเวลาที่ศึกษาและทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วง รวมทั้งขอขอบคุณ อาจารย์ ดร. สร้อยสน สกลรักษ์ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ แนะนำ และให้กำลังใจ อย่างดียิ่งในการทำวิทยานิพนธ์ นอกจากนี้ขอขอบคุณสมาชิกในห้องปฏิบัติการสัตว์เลื้อยคลานและ สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจมาโดยตลอด

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามการวิจัย.....	6
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	7
สมมติฐานของการวิจัย.....	7
ขอบเขตของการวิจัย.....	9
นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	9
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	12
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์.....	13
แนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์.....	18
การคิดเชิงวิทยาศาสตร์.....	23
การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์.....	32
ความสัมพันธ์ของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด อินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ กับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และ การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์.....	36
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	39
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	39
การพัฒนากระบวนการเรียนการสอน.....	42
การประเมินการใช้กระบวนการเรียนการสอน.....	44

	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	56
ผลการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์ แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และ การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา.....	56
ผลการประเมินการใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์ แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และ การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา.....	76
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	78
สรุปผลการวิจัย.....	81
อภิปรายผล.....	85
ข้อเสนอแนะ.....	95
รายการอ้างอิง.....	98
ภาคผนวก.....	104
รายการภาคผนวก.....	105
ภาคผนวก ก รายงานผู้ทรงคุณวุฒิ.....	106
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิด อินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริม การคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงาน วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา.....	108
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม.....	120
ภาคผนวก ง ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) แบบทดสอบความสามารถในการคิด เชิงวิทยาศาสตร์.....	163
2) แบบประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์.....	169
ภาคผนวก จ แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลองเกี่ยวกับ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียน การสอนที่พัฒนาขึ้น และความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่ม ทดลองเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน.....	175

ภาคผนวก ฉ	กราฟแสดงคะแนนเฉลี่ยของการนำเสนอผลงาน วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ตั้งแต่เริ่มต้น จนถึงสิ้นสุดการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น.....	178
ภาคผนวก ช	ตัวอย่างภาพกิจกรรมการเรียนการสอนของกระบวนการเรียน การสอนที่พัฒนาขึ้น.....	180
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....		183



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ลักษณะสำคัญของแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ 4 แนวคิด.....	16
2	สรุปลักษณะแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์.....	19
3	ความหมายของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์.....	25
4	สาระสำคัญของความคิดเพื่อระบุปัญหา.....	26
5	สาระสำคัญของความคิดเพื่อตั้งสมมติฐาน.....	27
6	สาระสำคัญของความคิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน.....	28
7	สาระสำคัญของความคิดเพื่อตีความหมายข้อมูลและสรุปผล.....	29
8	สัดส่วนความสำคัญที่คิดเป็นน้ำหนักร้อยละของรายการประเมิน การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์.....	48
9	การจำแนกความสามารถในการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ 4 ระดับ.....	48
10	เนื้อหาสาระและจำนวนคาบเรียนของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ในวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	50
11	กิจกรรมการเรียนการสอนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	51
12	ผลการศึกษาแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์.....	57
13	แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟ คอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งกำหนดขึ้นจากวัตถุประสงค์ของ กระบวนการเรียนการสอน.....	64
14	การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น.....	76
15	การเปรียบเทียบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน ระหว่าง กลุ่มทดลองที่เรียนตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนตามกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ.....	77
16	การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนตามกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ.....	77
17	ความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลองเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียน การสอนตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น.....	177

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดการวิจัย.....	39
2	ลำดับขั้นตอนหลักในการดำเนินการวิจัย เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเทอร์เน็ตเอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา.....	41
3	สาระสำคัญของแนวคิดอินเทอร์เน็ตเอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งเป็นผลจากการศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวคิดอินเทอร์เน็ตคอนสตรัคติวิสต์.....	58
4	หลักการของกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งพัฒนาจากสาระสำคัญของแนวคิดอินเทอร์เน็ตเอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์.....	60
5	วัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งกำหนดขึ้นจากหลักการของกระบวนการเรียนการสอน.....	62
6	ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเทอร์เน็ตเอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งกำหนดขึ้นจากแนวทางการจัดการเรียนการสอน.....	66
7	ขั้นตอนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเทอร์เน็ตเอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์เดิม 6 ชั้น และที่ปรับใหม่เป็น 5 ชั้น.....	69

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาการคิดนับได้ว่าเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาทั่วโลก ประเทศสหรัฐอเมริกาที่ถือได้ว่าเป็นประเทศต้นแบบของหลักการและแนวคิดทางการศึกษาให้แก่หลายประเทศก็มีการเรียกร้องให้มีการพัฒนาการคิดให้แก่ผู้เรียน ดังที่ Mazano (1998: 268) กล่าวไว้สรุปได้ว่า ได้มีการเรียกร้องให้ผู้รับผิดชอบในการจัดการศึกษาทุกระดับชั้นส่งเสริมทักษะการคิดและการใช้เหตุผล เพื่อเตรียมผู้เรียนให้พร้อมสำหรับสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วสำหรับประเทศไทยนั้น นักวิชาการได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับการคิดมาโดยตลอด และมีการพัฒนาการคิดของผู้เรียนมาอย่างต่อเนื่อง ดังจะเห็นได้จากวรรณกรรม แบบเรียน และหลักสูตร ตั้งแต่ฉบับแรกๆ ของประเทศเป็นต้นมา ที่มีการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการคิดสอดแทรกไว้อย่างกลมกลืน และทำให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดโดยอัตโนมัติ (จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช, 2544: 16-19) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันที่เป็นยุคของปฏิรูปการศึกษา การคิดได้รับการเน้นให้มีสำคัญมากขึ้น ดังที่พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวดที่ 4 มาตรา 24 ระบุไว้สรุปได้ว่าให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จัดกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนคิดเป็นทำเป็น (สำนักงานปฏิรูปการศึกษา , 2545: 13-14)

การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการคิดที่สำคัญและจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในโลกสมัยใหม่ ที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทมากขึ้น การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ช่วยให้บุคคลสามารถดำเนินชีวิตอย่างมีความสุขได้ในสังคมที่แวดล้อมไปด้วยวิทยาศาสตร์หรือผลผลิตจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และช่วยให้บุคคลสามารถปรับตัวให้อยู่ได้ในสภาพแวดล้อมใหม่ที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ถ้าคนไทยมีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และมีความรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐานแล้ว จะช่วยให้สามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในการตัดสินใจเกี่ยวกับนโยบายสาธารณะในด้านต่างๆ ของประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย , 2541: 4-5)

การคิดเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการคิดที่นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง และเชื่อถือได้ (Schafersman, 1994:1-2) การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ เป็นพื้นฐานของการแก้ปัญหาและการตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน บุคคลที่มีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์จะไม่ยอมเชื่ออะไรจนกว่าจะมีเหตุผลเพียงพอ และสามารถพิสูจน์ได้ด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์ หรือมีแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ (ธีระชัย ปุณฺณโชติ, 2539:169; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2541:4-5, 9 และ Schafersman, 1994: 3-7) บุคคลที่มีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เมื่อดำเนินกิจกรรมหรือแก้ปัญหาใด ก็จะทำอย่างมีขั้นตอน มีนิสัยในการสร้างสรรค์ผลงาน รู้จักพิจารณาองค์ประกอบแวดล้อมที่เกี่ยวข้องอย่างรอบคอบ เมื่อประสบปัญหา ก็สามารถนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาได้ คุณลักษณะดังกล่าวนี้ ถือเป็นคุณลักษณะอุดมคติของสังคม เนื่องจากคาดได้ว่าจะเป็นประโยชน์ต่อทั้งบุคคล ครอบครัว ชุมชน และประเทศชาติ โดยเฉพาะในยุคที่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลข่าวสารอย่างรวดเร็ว จนเกิดความรู้ หรือปัญหาใหม่ๆ แปลกๆ เข้ามากระทบอยู่เสมอ (ยุทธนา สมิตะสิริ, 2539: 136)

นักวิชาการได้ให้ความสนใจและพัฒนาคำคิดของนักเรียนมาอย่างต่อเนื่องดังที่ได้กล่าวมาแล้ว สำหรับการพัฒนาคำคิดเชิงวิทยาศาสตร์นั้นพบว่า ได้มีการตระหนักถึงความสำคัญในการพัฒนาคำคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของเยาวชนเช่นกัน ดังจะเห็นได้จากการกำหนดนโยบายด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งในแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ และนโยบายในระดับกระทรวง กระทรวงศึกษาธิการ ที่รับผิดชอบดูแลการศึกษาของชาติ (ยุทธนา สมิตะสิริ, 2539: 136 อ้างถึงในกรมสามัญศึกษา, 2537) มีการส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ ที่มีส่วนช่วยพัฒนาคำคิดเชิงวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียน เช่น การจัดค่ายวิทยาศาสตร์ การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีการดำเนินกิจกรรมที่มีส่วนช่วยพัฒนาคำคิดเชิงวิทยาศาสตร์ให้แก่ครู และ/หรือนักเรียน โดยสถาบันและสมาคมต่างๆ เช่น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ภาคเอกชน เช่น บริษัทเชลล์ เทเลคอมเอเชีย มูลนิธิ-กองทุน เช่น มูลนิธิวิทยาศาสตร์ ดร.ปรีชา-ประไพ อมาตยกุล กองทุนเครือซิเมนต์ไทย และสื่อมวลชน เช่น รายการโทรทัศน์วิทยาศาสตร์น่ารู้ (ยุทธนา สมิตะสิริ, 2539: 142-150)

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะมีการตระหนักถึงการพัฒนาคำคิดเชิงวิทยาศาสตร์ให้แก่เยาวชน ทั้งในรูปของการกำหนดนโยบาย การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาคำคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน และของหน่วยงานต่างๆ แต่เมื่อพิจารณาคุณภาพของผลผลิตทาง

การศึกษาของประเทศ จากการรายงานของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติและสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (2541:11, 34, 42-45) พบว่า การศึกษาส่วนใหญ่ยังเน้นให้นักเรียนจดจำเนื้อหามากกว่าให้มีความคิดเป็นของตนเอง กลุ่มนักเรียนในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ขาดกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไม่สามารถใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ตั้งคำถามไม่เป็น และไม่สามารถพัฒนาวิธีคิดและวิเคราะห์แบบมีเหตุผลได้ นอกจากนี้ปัญหาการขาดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของประชากรในประเทศยังแสดงให้เห็นได้จากสถานการณ์ที่สังคมไทยขาดความเป็นเหตุเป็นผล ความคิดเชิงวิจารณ์ญาณ และความสามารถในการตรวจสอบข้อมูลข่าวสารก่อนตัดสินใจเชื่อ และมักเชื่อโชคลาง ของขลัง เป็นต้น

นอกจากการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแล้ว การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ก็เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ได้ว่ามีความสำคัญและควรพัฒนาให้แก่ นักเรียน เนื่องจาก การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ เป็นการให้นักเรียนได้สื่อสาร และสื่อความหมายผ่านการพูด การเขียน หรือการจัดแสดง เพื่อแสดงความรู้ ความคิด และกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของตนให้บุคคลอื่นรับรู้ ในการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ นักเรียนได้ใช้ความรู้ ความสามารถ ต่างๆ เช่น การรวบรวมและเรียบเรียงความรู้ให้เป็นระบบ การวิเคราะห์ การใช้เหตุผล การอ้างอิงข้อเท็จจริงในการเขียนเล่มรายงาน การคัดเลือกผลงาน ออกแบบรูปแบบการจัดแสดง ในการจัดแสดงผลงาน การแสดงทักษะทางวิทยาศาสตร์โดยการปฏิบัติจริงเป็นตัวอย่งให้บุคคลอื่นเห็นในการสาธิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: 75, 112-113, 120, 123) ทั้งนี้การพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสาร โดยการนำข้อมูล และความรู้ มานำเสนอด้วยวิธีการที่เหมาะสม จัดเป็นเป้าหมายสำคัญประการหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทุกระดับ (ประมวล ศิริพันธ์แก้ว, 2540: 18) และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ยังช่วยให้ห้องเรียนมีบรรยากาศเป็นวิทยาศาสตร์ คล้ายกับที่นักวิทยาศาสตร์ นำเสนอผลงานต่อสาธารณชนในรูปแบบต่างๆ เช่น การตีพิมพ์ผลงานวิจัย การนำเสนอผลการวิจัยในที่ประชุมวิชาการ (Krajcik, Czerniak and Berger, 1999: 8-9)

แนวคิดคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เป็นแนวคิดที่มาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดย Henriques (1997) แนวคิดนี้เน้นว่า ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ สร้างความรู้ หรือปรับความรู้เดิมให้เข้ากับความรู้ใหม่ได้ เมื่อผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ 2 ลักษณะ คือ การมีปฏิสัมพันธ์ภายนอก และการมีปฏิสัมพันธ์ภายใน การมีปฏิสัมพันธ์ภายนอก (Public Aspect- Interact with Physical World and People) ได้แก่ การปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เช่น การศึกษาค้นคว้า

การสืบสอบ การสำรวจจากสิ่งแวดล้อม และการปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น เช่น การอภิปราย ชักถาม การเจรจาต่อรองความหมายกับครู เพื่อน หรือบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ เพื่อลดความขัดแย้งทางความคิด และเกิดความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจน (Henriques ,1997: 4-5; Yore et al.,1998: 4-6 และ Shymansky et al.,1998: 3-6) การมีปฏิสัมพันธ์ภายใน (Private Aspect-Reflect on and Make Sense of Their Interactions) ได้แก่ การพิจารณา ไตร่ตรองกับตนเอง เกี่ยวกับประสบการณ์ที่ได้รับจากปฏิสัมพันธ์ภายนอก เพื่อให้ความรู้ ความเข้าใจนั้นมีความหมายต่อตนเอง (Henriques, 1997:4) นอกจากการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด อินเทอร์เน็ตที่ฟ คอนสตรัคติวิสต์สนับสนุนให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ใน 2 ลักษณะ คือ 1) การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและกับบุคคลอื่น และ 2) การพิจารณาไตร่ตรองกับตนเองดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังสนับสนุนให้นักเรียนสร้างผลงานหรือชิ้นงาน และนำเสนอผลงานให้บุคคลอื่น ได้รับรู้ถึงประโยชน์และคุณค่าของผลงานที่สร้างขึ้นด้วย (Henriques, 1997: 4-5)

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดคิดอินเทอร์เน็ตที่ฟคอนสตรัคติวิสต์ ที่สนับสนุนให้นักเรียนสร้างผลงานหรือชิ้นงาน และนำเสนอผลงานให้บุคคลอื่นได้รับรู้ถึงประโยชน์และคุณค่าของผลงานที่สร้างขึ้นนี้ (Henriques, 1997: 4-5) มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และแนวคิดอินเทอร์เน็ตที่ฟคอนสตรัคติวิสต์และการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้ยังมีความสอดคล้องกับการฝึกและใช้การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ในการทำงาน 2 ลักษณะที่มีความสัมพันธ์กัน คือ 1) การคิดที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบสอบ สำรวจเรื่องราวธรรมชาติและจักรวาล และการคิดที่ใช้ในการอภิปราย ชักถาม เจรจาต่อรองความหมายกับบุคคลอื่นขณะที่ทำงานวิทยาศาสตร์และนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ต่อสาธารณชน และ 2) การคิดที่ใช้ในการพิจารณา ไตร่ตรองการทำงานของตนตามลำพังดังที่นักวิชาการได้กล่าวไว้ สรุปได้ดังนี้

การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการออกแบบการทดลอง การค้นพบ และการสร้างทฤษฎีต่างๆ นั้น ประกอบด้วยความคิด 2 ลักษณะที่มีความสัมพันธ์กัน คือ 1) การคิดที่ใช้ในการทำงานร่วมกับนักวิทยาศาสตร์อื่น ซึ่งเป็นการคิดขณะที่มีการอภิปราย ชักถาม และได้แย้งกันด้วยเหตุผล และ 2) การคิดที่ใช้ในการทำงานส่วนบุคคล ซึ่งเป็นการคิดขณะที่พิจารณาไตร่ตรองเกี่ยวกับการทำงานของตนเองตามลำพัง ทั้งนี้การคิดเชิงวิทยาศาสตร์มิได้จำเพาะจะอยู่แต่กับนักวิทยาศาสตร์ หรือผู้ที่มาทำงานในห้องปฏิบัติการเท่านั้น การคิดเชิงวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนไปเกิดกับบุคคลทั่วไปได้ เมื่อบุคคลนั้นมีการทำงานกลุ่มแบบร่วมงาน (Collaboration) มีการอภิปราย ชักถาม เพื่อสร้างความรู้ร่วมกันของสมาชิกกลุ่ม รวมทั้ง

มีการพิจารณา ไตร่ตรองกับตนเอง เพื่อการทำความเข้าใจกับการเรียนรู้ของตน (Azmitia and Crowley, 2001: 1-2, 72)

นักวิทยาศาสตร์มีการฝึกคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากได้ศึกษาค้นคว้าจากธรรมชาติ และ สืบสอบเรื่องราวต่างๆ ในจักรวาลอย่างตื่นตัวโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้การคิดเชิง วิทยาศาสตร์ไม่ได้จำเพาะอยู่แต่กับนักวิทยาศาสตร์เท่านั้น บุคคลทั่วไปก็สามารถคิดเชิง วิทยาศาสตร์ได้เช่นกัน หากมีการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ศึกษา ค้นคว้า สืบสอบเรื่องราว เกี่ยวกับธรรมชาติหรือจักรวาล ซึ่งถือเป็นการฝึกการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไปในตัว (Schaferman, 1994: 2-3) นักวิทยาศาสตร์มีการคิดและใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในขณะที่นำเสนองานวิจัยให้ สมาชิกที่ทำงานในห้องปฏิบัติการเดียวกันได้รับรู้ โดยสมาชิกจะมีการอภิปราย ชักถามในประเด็น ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย มีการให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับสมมติฐานและการทำการทดลอง รวมทั้งมี การตีความข้อมูลใหม่ (Dunbar, 1997: 12)

Kuhn (1993: 321-322, 324) ได้กล่าวถึงการคิดของนักวิทยาศาสตร์ไว้ ซึ่งสอดคล้องกับ Dunbar สรุปได้ว่า นักวิทยาศาสตร์ใช้การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ในขณะที่นำเสนอแนวคิดหรือ ข้อค้นพบต่อเวทีทางสังคม เช่น การนำเสนอผลงานวิจัยต่อกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ หรือสาธารณชน การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ลักษณะนี้เกิดขึ้นจากการตั้งคำถาม การอธิบายผลการวิจัย การอภิปราย ชักถาม การโต้แย้งกันด้วยเหตุผล เพื่อร่วมกันขยายแนวคิดหรือข้อค้นพบให้มีความถูกต้อง ชัดเจน การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในลักษณะดังกล่าว สามารถพัฒนาให้แก่เด็ก ผู้ใหญ่ หรือบุคคลทั่วไปได้ โดยนำกระบวนการคิดในการอภิปราย ชักถาม การโต้แย้งด้วยเหตุผลมาเชื่อมโยงกับ กระบวนการคิดที่บุคคลใช้ในชีวิตประจำวัน

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นทั้งหมด ประกอบกับการศึกษาของผู้วิจัยที่พบว่า ไม่ปรากฏ ว่ามีการนำแนวคิดอินเทอร์เน็ตแอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็น ระบบในระดับมัธยมศึกษาในประเทศไทย ผู้วิจัยจึงมีความคิดเห็นว่า หากนำแนวคิดอินเทอร์เน็ต แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์มาพัฒนาเป็นกระบวนการเรียนการสอน แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ เขียนตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาตามแนวคิดอินเทอร์เน็ตแอกทีฟ คอนสตรัคติวิสต์นี้ไปสอนนักเรียนระดับมัธยมศึกษา น่าจะทำให้นักเรียนมีการพัฒนาการคิดเชิง วิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาและนำแนวคิด อินเทอร์เน็ตแอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์มาใช้พัฒนากระบวนการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิง วิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียนระดับมัธยมศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาทดลองกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากคุณภาพของนักเรียนที่คาดหวังไว้เมื่อสำเร็จการศึกษาในช่วงชั้นที่ 3 และ 4 หรือระดับมัธยมศึกษา มีความสอดคล้องกับคุณลักษณะด้านการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ที่จะส่งเสริมให้นักเรียนในการวิจัยครั้งนี้ กล่าวคือ นักเรียนควรตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูล และสร้างองค์ความรู้ได้เมื่อเรียนจบช่วงชั้นที่ 3 นักเรียนควรระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้เมื่อเรียนจบช่วงชั้นที่ 4 รวมทั้งนักเรียนควรสื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้เมื่อเรียนจบช่วงชั้นที่ 3 และ 4 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544: 7-9) ทั้งนี้ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นชั้นที่ต่อจากช่วงชั้นที่ 2 หรือระดับประถมศึกษา และเป็นขั้นต้นของช่วงชั้นที่ 3 หรือเป็นขั้นแรกของระดับมัธยมศึกษา นักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เริ่มที่จะเรียนรู้การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ประกอบกับเนื้อหาสาระในวิชาวิทยาศาสตร์นั้น เอื้อให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและกับบุคคลอื่น ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ ดังนั้นนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จึงมีความเหมาะสมสำหรับเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในครั้งนี้

คำถามการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีคำถามการวิจัย 2 ประการ คือ

1. กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา มีหลักการ และขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนต่างๆ อย่างไร
2. กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ สามารถส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาได้หรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ

1. เพื่อการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

2. เพื่อการประเมินผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนขึ้นตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และเปรียบเทียบผลใน 2 ประเด็นดังนี้

2.1 เปรียบเทียบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

2.2 เปรียบเทียบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นและกลุ่มควบคุมที่เรียนตามกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ

สมมติฐานของการวิจัย

แนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์เน้นว่า ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ สร้างความรู้ หรือปรับความรู้เดิมให้เข้ากับความรู้ใหม่ได้ เมื่อผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ภายนอก ซึ่งได้แก่ ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและกับบุคคลอื่น และมีปฏิสัมพันธ์ภายใน ซึ่งได้แก่ การพิจารณา ไตร่ตรองกับตนเองเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ภายนอก (Henriques, 1997: 4) การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้ จึงสนับสนุนให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ 2 ลักษณะดังกล่าว คือ 1) การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เช่น การศึกษาค้นคว้า การสืบสอบ สืบจากสิ่งแวดล้อม และการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น เช่น การอภิปราย ซักถาม การเจรจาต่อรองความหมาย เพื่อลดความขัดแย้งทางความคิด และให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจน (Henriques, 1997: 4-5; Yore et al., 1998: 4-6 และ Shymansky et al., 1998: 3-6) และ 2) การมีปฏิสัมพันธ์กับตนเอง เช่น การพิจารณา ไตร่ตรองการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ภายนอก เพื่อให้ความรู้ ความเข้าใจนั้นมีความหมายต่อตนเอง นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ยังสนับสนุนให้ผู้เรียนสร้างผลงานหรือชิ้นงาน และนำเสนอผลงาน ให้บุคคลอื่นได้รับรู้ถึงประโยชน์และคุณค่าของผลงานที่สร้างขึ้น (Henriques, 1997: 4-5)

แนวคิดและการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดคิดเชิงวิเคราะห์ที่ฟคอนสตรัคติวิสต์ มีความสอดคล้องกับแนวทางที่สามารถนำมาปรับใช้เพื่อพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ดังที่ Azmitia and Crowley (2001: 2, 72) กล่าวไว้ สรุปได้ว่า การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ได้จำเพาะอยู่แต่กับนักวิทยาศาสตร์หรือผู้ที่มุ่งมั่นทำงานในห้องปฏิบัติการเท่านั้น การคิดเชิงวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาให้แก่บุคคลทั่วไปได้ เมื่อบุคคลนั้นมีการทำงานกลุ่มแบบร่วมงาน (Collaboration) มีการอภิปราย ซักถาม เพื่อสร้างความรู้ร่วมกันของสมาชิกกลุ่ม รวมทั้งมีการทำความเข้าใจการเรียนรู้ของตนโดยการพิจารณา ไตร่ตรองกับตนเอง ในขณะที่ Schafersman (1994: 2-3) กล่าวถึงการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและการคิดเชิงวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ได้จำเพาะอยู่แต่กับนักวิทยาศาสตร์เท่านั้น บุคคลทั่วไปก็สามารถคิดเชิงวิทยาศาสตร์ได้เช่นกัน หากมีการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ศึกษา ค้นคว้า สืบสอบเรื่องราวเกี่ยวกับธรรมชาติหรือจักรวาล ซึ่งถือเป็นการฝึกการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ส่วน Kuhn (1993: 321-322, 324) กล่าวถึงการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น และการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า การคิดเชิงวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาให้แก่เด็ก ผู้ใหญ่ หรือบุคคลทั่วไปได้ โดยนำกระบวนการคิดที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการอภิปราย ซักถาม เจาะต่อรองความหมาย ใช้เหตุผลโต้แย้งกันในขณะนำเสนองานวิจัยต่อสาธารณชน มาเชื่อมโยงและประยุกต์ใช้กับกระบวนการคิดที่บุคคลใช้ในชีวิตประจำวัน ในทำนองเดียวกัน Dunbar (1997) กล่าวถึงการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นในขณะนำเสนองานวิจัยและการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ในขณะที่นักวิทยาศาสตร์นำเสนองานวิจัยให้แก่สมาชิกในห้องปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์จะใช้การคิดและใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการอภิปราย ซักถามในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย การให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับสมมติฐานและการทดลอง รวมทั้งมีการตีความข้อมูลใหม่

นอกจากนี้ การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดคิดเชิงวิเคราะห์ที่ฟคอนสตรัคติวิสต์ มีความสอดคล้องกับ การให้นักเรียนมีโอกาสดูแลความรู้ ความคิด และกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของตนให้บุคคลอื่นรับรู้ โดยสื่อสารและสื่อความหมายผ่านการพูด การเขียน หรือการจัดแสดง ซึ่งเป็นการส่งเสริมการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ให้นักเรียน

จากแนวคิดและงานวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยจึงกำหนดสมมติฐาน 2 ประการ ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา มีคะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา มีคะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรของการวิจัย คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในกรุงเทพมหานคร
2. ตัวแปรที่ศึกษา ประกอบด้วย
 - 2.1 ตัวแปรต้น คือ กระบวนการเรียนการสอน ได้แก่ กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ
 - 2.2 ตัวแปรตาม คือ การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. **แนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์** หมายถึง แนวคิดที่มาจากการตีความทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ แนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์เน้นว่า การเรียนรู้เป็นปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องระหว่างความรู้เดิม การรับรู้ขณะนั้น ความเชื่อ และบุคคลอื่น ในบริบททางสังคมเชิงวัฒนธรรม ผู้เรียนสามารถตีความเหตุการณ์แตกต่างกันได้ ตามมุมมอง ความเชื่อ และประสบการณ์ชีวิตที่แตกต่างกัน สำหรับแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ การตีความต้องมีเหตุผลและหลักฐานมารองรับ และใช้กฎทางธรรมชาติในการประเมินเหตุการณ์ การเรียนรู้และการสร้างความรู้เกี่ยวข้องกับปฏิสัมพันธ์ 2 ลักษณะ คือ ปฏิสัมพันธ์ภายนอกและปฏิสัมพันธ์ภายใน

1.1 ปฏิสัมพันธ์ภายนอก หมายถึง ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้แก่ การศึกษาค้นคว้า การทดลอง การสืบสอบ การสำรวจข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น เช่น การอภิปราย ซักถามร่วมกับบุคคลอื่นในประเด็นที่อาจยังไม่ชัดเจนหรือมีความขัดแย้งทางความคิด เพื่อให้ได้ความรู้ที่ถูกต้องและชัดเจน

1.2 ปฏิสัมพันธ์ภายใน หมายถึง พิจารณาไตร่ตรองกับตนเอง ซึ่งได้แก่ การคิด พิจารณา ไตร่ตรอง และทำความเข้าใจด้วยตนเองเกี่ยวกับประสบการณ์ที่ได้รับจากการมีปฏิสัมพันธ์ภายนอก เพื่อให้ความรู้ ความเข้าใจนั้นมีความหมายต่อตนเอง

2. กระบวนการเรียนการสอน หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างเป็นขั้นตอนที่ยึดแนวคิดหรือทฤษฎีการเรียนรู้ทฤษฎีใดทฤษฎีหนึ่ง หรือนำทฤษฎีการเรียนรู้มาผสมผสานกัน เพื่อให้ให้นักเรียนพัฒนาความสามารถได้ตามวัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน

3. กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอ์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างเป็นขั้นตอนที่มีหลักการและวัตถุประสงค์ตามแนวคิดอินเตอ์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นว่า การสร้างความรู้และการเรียนรู้ของผู้เรียนเกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ 2 ลักษณะ คือ การเรียนรู้จากปฏิสัมพันธ์ภายนอก และการเรียนรู้จากปฏิสัมพันธ์ภายใน เพื่อลดความขัดแย้งทางความคิด และสร้างความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจน และมีความหมาย

4. กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอ์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างเป็นขั้นตอน ที่มีหลักการและวัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอ์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ กิจกรรมการเรียนการสอนสำคัญของกระบวนการเรียนการสอนนี้ ได้แก่ การเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ภายนอกและปฏิสัมพันธ์ภายใน ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

5. กระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ปรากฏอยู่ในโรงเรียนมัธยมศึกษาโดยทั่วไป ซึ่งไม่ได้ยึดแนวคิดอินเตอ์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ในการจัดการเรียนการสอน

6. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การคิดที่บุคคลใช้ในการแสวงหาความรู้ ค้นหา คำตอบในปัญหาต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องราวที่เป็นธรรมชาติ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ เป็นฐานในการคิด เพื่อให้ได้ความรู้ หรือคำตอบที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือมากที่สุด การคิดเชิง วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยขั้นตอนการคิด 4 ขั้น คือ

- 6.1 การคิดเพื่อระบุปัญหา
- 6.2 การคิดเพื่อกำหนดสมมติฐาน
- 6.3 การคิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน
- 6.4 การคิดเพื่อตีความหมายข้อมูลและสรุปผล

ในการวิจัยครั้งนี้ ความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์พิจารณาจากการคิด 2 ส่วน คือ กระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และผลของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในขั้นตอนการคิดทั้ง 4 ขั้น ดังกล่าว

7. กระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การคิดในแต่ละขั้นตอนตามวิธีการทาง วิทยาศาสตร์เพื่อระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน และตีความหมายข้อมูลและ สรุปผล ซึ่งพิจารณาจากการนำเสนอเหตุผลที่ใช้ในการคิดในขั้นตอนการคิดทั้ง 4 ขั้นดังกล่าว ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

8. ผลของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลที่ได้จากการใช้กระบวนการคิดเชิง วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งได้แก่ ประเด็นปัญหา สมมติฐาน วิธีการทดสอบสมมติฐาน และ คำอธิบายที่ได้จากการตีความหมายข้อมูลและการสรุปผล ซึ่งพิจารณาจากความถูกต้อง ชัดเจน ในแต่ละขั้นตอนของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

9. ผลงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลงานที่เกิดขึ้นจากการทำงานที่ผู้เรียนได้รับ มอบหมาย หรือการทำงานตามความสนใจของผู้เรียนในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งการ ทำงานในห้องเรียนและนอกห้องเรียน ผลงานวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนอาจแบ่งได้ 3 ลักษณะ ใหญ่ๆ คือ เล่มรายงาน สิ่งประดิษฐ์ และแผนภาพ โปสเตอร์ หรือผังความคิด

10. การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสื่อสารและสื่อความหมายผลงาน วิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำงานวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้บุคคลอื่นได้รับรู้ โดยใช้การเขียน การพูด การสาธิต และการจัดแสดงผลงาน การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์สามารถจำแนกได้ 4 ประเภทหลัก คือ การเขียนรายงาน การจัดแสดงผลงาน การสาธิต และการกล่าวรายงาน

การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ วัดได้จากแบบประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาจากรายการประเมิน 4 ประการ ได้แก่

- 10.1 ความครบถ้วนของประเด็นและสาระสำคัญ
- 10.2 ความถูกต้องของการนำเสนอผลงาน
- 10.3 การจัดระบบการนำเสนอผลงาน
- 10.4 ความน่าสนใจของการนำเสนอข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย การใช้อุปกรณ์และสื่อประกอบการนำเสนอผลงาน การใช้ภาษาในการนำเสนอผลงาน และเวลาที่ใช้นำเสนอผลงาน

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นในการวิจัยครั้งนี้ สามารถใช้เป็นทางเลือกสำหรับครูระดับมัธยมศึกษาในการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์
2. กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแนวทางสำหรับครูในการพัฒนากระบวนการเรียนของตนเอง หรือพัฒนากิจกรรมที่ส่งเสริมนักเรียนในด้านการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการคิดแบบอื่นๆ เช่น การคิดแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน การตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ อย่างมีเหตุผล
3. แนวทางการวิจัยที่ใช้แนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์นั้น สามารถพัฒนาไปสู่การส่งเสริมคุณลักษณะอื่นๆ ที่พึงประสงค์ของผู้เรียน
4. ตัวอย่างที่แสดงถึงขั้นตอนการคิดทั้ง 4 ขั้นของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์นั้น สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในการศึกษาระดับอื่น
5. แบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษานั้น ครูวิทยาศาสตร์อาจใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาแบบวัดและประเมินความสามารถในการคิดแบบอื่นๆ ต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา มีการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้นำเสนอเป็น 5 ประเด็น ดังนี้

1. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
2. แนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์
3. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์
4. การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์
5. ความสัมพันธ์ของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์

กับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์

1. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

การศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีการนำเสนอ 2 ประเด็น คือ

- 1.1 ความเป็นมาและความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
- 1.2 แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

1.1 ความเป็นมาและความหมาย

คอนสตรัคติวิสต์ หรือทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เป็นทฤษฎีที่มีมานานแล้ว แนวคิดสำคัญที่เป็นส่วนหนึ่งของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มาจากทฤษฎีทางสติปัญญา (Theories of Cognition) ที่นำเสนอโดย Jean Piaget เมื่อ 60 ปีที่แล้ว (von Glasersfeld, 1996: 3) อย่างไรก็ตาม แม้จะกล่าวได้ว่าทฤษฎีที่ว่าด้วยการสร้างความรู้นี้ได้รับการอธิบายจาก Piaget แต่ von Glasersfeld ได้ศึกษาโดยสืบย้อนมูลฐานของทฤษฎีนี้กลับไปในสมัยของ Neapolian พบว่า ในปี ค.ศ. 1710 มีนักปรัชญาชื่อ Gambatista Vica ได้เขียนตำราที่มีแนวคิดพื้นฐานสรุปได้ว่า ผู้ที่ศึกษาทางด้านสติปัญญานั้น ไม่ได้รู้อะไรนอกเหนือไปจากเรื่องของโครงสร้างทางปัญญา ดังที่พวกเขาได้รวบรวมเกี่ยวกับเรื่องนี้ไว้ว่า การรู้ หมายถึง รู้ว่าทำขึ้นมาได้อย่างไร

แต่ Gambatista Vica ย้ำถึงเรื่องนี้โดยโต้แย้งว่า การที่บุคคลผู้นั้น ก็ต่อเมื่อสามารถอธิบายสิ่งนั้นให้ผู้อื่นเข้าใจและสามารถนำไปใช้ได้ (Yager, 1991: 1-2)

Piaget และ Vygotsky เป็นนักคอนสตรัคติวิสต์ที่เป็นที่รู้จักกันในวงการศึกษานักบุคคลทั้งสองได้กล่าวถึงการเรียนรู้ และการสร้างความรู้ โดยเน้นมุมมองที่แตกต่างกัน Piaget ให้ความสำคัญกับพัฒนาการทางสติปัญญา และกล่าวถึงกลไกการสร้างความรู้ว่า เกี่ยวข้องกับการซึมซับ (Assimilation) ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และการปรับให้เหมาะสม (Accommodation) ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลมีการปรับโครงสร้างความรู้เดิมให้สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้รับใหม่ที่ขัดแย้งกับความรู้เดิม อย่างไรก็ตาม Piaget ก็ไม่ได้มองข้ามปฏิสัมพันธ์ทางสังคมที่มีผลต่อการเรียนรู้ไปเสียทีเดียว ในขณะที่ Vygotsky ให้ความสำคัญกับปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ภาษา และวัฒนธรรมที่มีผลต่อการเรียนรู้ บทบาทของการพูดกับตนเอง (Inner Speech) ที่มีต่อการเรียนรู้ในทัศน และบทบาทของผู้ใหญ่ และผู้ที่มีความชำนาญมากกว่าในการช่วยเหลือ ซึ่งแนะผู้เรียนให้สามารถพัฒนาการเรียนรู้ และแก้ปัญหาที่เดิมไม่สามารถทำได้โดยลำพัง (Fosnot, 1996: 18)

คอนสตรัคติวิสต์เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ ที่ว่าด้วยการรู้และการเรียนรู้ ซึ่งอธิบายความหมายของการรู้และวิธีการที่บุคคลรู้ โดยอาศัยพื้นฐานทางด้านจิตวิทยา ปรัชญา และมานุษยวิทยา (Fosnot, 1996: ix) ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชื่อว่า ความรู้ไม่ได้ถูกค้นพบ แต่เป็นสิ่งที่ผู้เรียนสร้างขึ้นมาผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ในบริบทของวัฒนธรรมเชิงสังคม โดยสื่อผ่านความรู้เดิม (Henriques, 1997) การสร้างความรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวบุคคล ซึ่งต้องอาศัยเวลา ไม่ได้เกิดขึ้นอย่างทันทีทันใด (Murphy, 1997) การสร้างความรู้เป็นการตีความประสบการณ์ที่ได้รับ เพื่อให้เกิดความเข้าใจ และทำให้ประสบการณ์นั้นมีความหมาย (McDermott, 1993) ความรู้เป็นสิ่งที่สร้างขึ้นชั่วคราว มักไม่มีความสมบูรณ์ บุคคลสามารถพัฒนาความรู้ ความเข้าใจให้ลึกซึ้งและแข็งแกร่งมากขึ้นได้ เมื่อได้ทดสอบความรู้ ความเข้าใจกับสถานการณ์ใหม่ (Fosnot, 1996: ix)

กล่าวโดยสรุปได้ว่า คอนสตรัคติวิสต์เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีมูลฐานของทฤษฎีนั้นมีมานานแล้ว โดย Piaget และ Vygotsky เป็นนักคอนสตรัคติวิสต์ที่ได้รับการยอมรับและเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในวงการศึกษานักบุคคลทั้งสองมีมุมมองและให้ความสำคัญเกี่ยวกับการเรียนรู้และการสร้างความรู้แตกต่างกัน กล่าวคือ Piaget ให้ความสำคัญกับพัฒนาการทางสติปัญญา การปรับสมดุลของโครงสร้างทางปัญญา และมองว่าการเรียนรู้ว่าเกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ส่วน Vygotsky ให้ความสำคัญกับปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เขามองว่าการเรียนรู้เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม และความรู้เป็นสิ่งที่บุคคลในสังคมสร้างขึ้นร่วมกัน

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีหลักการว่า ความรู้สร้างขึ้นภายในตัวบุคคล การสร้างความรู้เป็นกระบวนการที่อาศัยเวลา ไม่ได้เกิดขึ้นอย่างทันทีทันใด การสร้างความรู้เป็นการสร้างความเข้าใจ เกิดจากการตีความประสบการณ์ที่ได้รับจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมในบริบททางสังคมเชิงวัฒนธรรม โดยความรู้เดิมของบุคคลมีผลต่อการสร้างความรู้ ทั้งนี้ความรู้ ความเข้าใจที่สร้างขึ้นนั้น สามารถเปลี่ยนแปลงและพัฒนาให้ลึกซึ้งมากขึ้นได้ เมื่อมีการทดสอบความรู้ในสถานการณ์ใหม่

1.2 แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ ดังนั้นตัวของทฤษฎีเอง ไม่มีรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอน ไม่มีตำราสำหรับสำหรับการสอน อย่างไรก็ตาม ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง จึงนำไปสู่ข้อถกเถียงกันระหว่างกลุ่มที่เน้นว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างความรู้รายบุคคล กับกลุ่มที่เน้นว่าบริบททางสังคมเชิงวัฒนธรรมมีผลต่อการเรียนรู้ (Fosnot, 1996: 23, 29) Henrique (1997) ได้ศึกษาทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และตีความทฤษฎีนี้ โดยพิจารณาจากมุมมองด้านปรัชญา ด้านจิตวิทยา ด้านญาณวิทยา และด้านการเรียนการสอน และจำแนกทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ได้เป็น 4 แนวคิด ซึ่งได้แก่

1.2.1 แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบกระบวนการทางสมองในการประมวลผล (Information Processing Approach)

1.2.2 แนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ (Interactive-Constructivist Approach)

1.2.3 แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social-Constructivist Approach)

1.2.4 แนวคิดเรดิคอลลคอนสตรัคติวิสต์ (Radical Constructivist Approach)

ลักษณะสำคัญของแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ 4 แนวคิดโดยสรุป ปรากฏในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะสำคัญของแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ 4 แนวคิดโดยสรุป (Henriques, 1997:

3-8; Yore, 2001: 5 และ Yore, Shymansky and Anderson, 2001: 4)

ลักษณะ	แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ 4 แนวคิด			
	แบบกระบวนการทางสมองในการประมวลผล	อินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์	คอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม	เรติคอลคอนสตรัคติวิสต์
โลกทัศน์	สิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นในโลก มาจากเหตุที่ทำให้เกิดเป็นผลต่อมา	สิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นในโลก เป็นการปฏิสัมพันธ์กันระหว่างโลกกายภาพกับบริบททางสังคมเชิงวัฒนธรรม	สิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นในโลกนั้นเปลี่ยนไปตามสถานการณ์และสิ่งแวดล้อม	สิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นในโลก เป็นเรื่องของการรับรู้ส่วนบุคคล
ความรู้และการเรียนรู้	ความรู้หรือคำตอบที่พิสูจน์ว่าถูกต้องมีเพียงคำตอบเดียว	ความรู้หรือคำตอบมีได้หลากหลาย ขึ้นอยู่กับการตีความ แต่ความรู้นั้นเป็นที่ยอมรับหรือไม่ ต้องใช้การพิสูจน์	ความรู้หรือคำตอบมีได้หลากหลาย ขึ้นอยู่กับการตีความ แต่ความรู้นั้นเป็นที่ยอมรับหรือไม่ ต้องใช้การพิสูจน์	ความรู้หรือคำตอบมีได้หลากหลาย ความรู้มีความถูกต้องและยอมรับได้เท่ากัน ขึ้นอยู่กับการตีความของแต่ละบุคคล
การพิจารณาความถูกต้องของความรู้	ใช้หลักฐานเชิงธรรมชาติเป็นเกณฑ์	ใช้หลักฐานเชิงธรรมชาติเป็นเกณฑ์	ใช้ข้อตกลงที่เป็นฉันทามติของกลุ่มเป็นเกณฑ์	ใช้เกณฑ์ของตนเอง
การเกิดความรู้ความเข้าใจ	ความรู้ ความเข้าใจเกิดขึ้นส่วนบุคคล คือเป็นการพิจารณาไตร่ตรอง ทำความเข้าใจด้วยตนเอง	การเกิดความรู้ ความเข้าใจ มีองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ 1) การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและกับบุคคลอื่น และ 2) การพิจารณาไตร่ตรอง ทำความเข้าใจด้วยตนเอง แนวคิดนี้ให้ความสำคัญกับการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและกับบุคคลอื่นในสัดส่วนเท่ากัน	การเกิดความรู้ ความเข้าใจ มีองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ 1) การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและกับบุคคลอื่น และ 2) การพิจารณาไตร่ตรอง ทำความเข้าใจด้วยตนเอง แนวคิดนี้ให้ความสำคัญกับการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นมากกว่า โดยเน้นความรู้ความเข้าใจที่เป็นฉันทามติของกลุ่ม	ความรู้ ความเข้าใจเกิดขึ้นส่วนบุคคล ซึ่งเป็นการพิจารณาไตร่ตรอง ทำความเข้าใจด้วยตนเอง

ตารางที่ 1 ลักษณะสำคัญของแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ 4 แนวคิดโดยสรุป (Henriques, 1997:

3-8 ; Yore, 2001: 5 และ Yore, Shymansky and Anderson, 2001: 4) (ต่อ)

ลักษณะ	แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ 4 แนวคิด			
	แบบกระบวนการทางสมองในการประมวลผล	อินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์	คอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม	เรดิคอลลคอนสตรัคติวิสต์
การเรียนการสอนในห้องเรียน	ครูเป็นผู้จัดการเรียนรู้	ครูและนักเรียนร่วมกันจัดการเรียนรู้	ครูและนักเรียนร่วมกันจัดการเรียนรู้	นักเรียนแต่ละคนจัดการเรียนรู้ของตน
การใช้ภาษาในการสื่อสารและเป้าหมายของการสื่อสาร	การสื่อสารเป็นแบบทางเดียว โดยครูซึ่งถือว่าเป็นผู้เชี่ยวชาญ สื่อสารไปยังนักเรียนที่ถือว่าเป็นผู้ฝึกหัด เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจถูกต้อง ตรงกันกับครูหรือผู้เชี่ยวชาญ	การสื่อสารเป็นแบบสองทาง โดยครูและนักเรียนมีการเจรจาต่อรอง แบ่งปัน การเรียนรู้ซึ่งกันและกัน เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้อง โดยไม่จำเป็นต้องตรงกันกับครูหรือผู้เชี่ยวชาญ และความรู้ไม่จำเป็นต้องเป็นชั้นทามติของกลุ่ม	การสื่อสารเป็นแบบสองทาง โดยครูและนักเรียนมีการเจรจาต่อรอง แบ่งปัน การเรียนรู้ซึ่งกันและกัน เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจที่เป็นชั้นทามติของกลุ่ม	การสื่อสารเป็นแบบทางเดียว โดยนักเรียนสื่อสารกับตนเอง กล่าวคือ เป็นการคิดพูด เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจส่วนตัว ซึ่งไม่จำเป็นต้องตรงกับความรู้ ความเข้าใจของบุคคลอื่น

จากตารางที่ 1 สามารถสรุปได้ว่า แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบกระบวนการทางสมองในการประมวลผล และแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบเรดิคอลล มีลักษณะแตกต่างกันค่อนข้างชัดเจนเกือบทุกลักษณะ ยกเว้นการเกิดความรู้ความเข้าใจที่ให้ความสำคัญกับส่วนบุคคลเหมือนกัน ส่วนแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์และแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคมนั้น แม้มีลักษณะมุมมองโดยรวมที่ดูคล้ายคลึงกัน แต่เมื่อพิจารณาในรายละเอียดพบว่า ทั้งสองแนวคิดนี้มีความแตกต่างกัน 3 ลักษณะ คือ

1. การพิจารณาความถูกต้องของความรู้ แนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ ใช้หลักฐานเชิงธรรมชาติหรือหลักฐานเชิงประจักษ์เป็นเกณฑ์ในการประเมินหรือตัดสินความรู้ว่ามีความถูกต้องหรือไม่ ในขณะที่แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคมนั้นใช้ค่านิยมจริยธรรม ชั้นทามติเป็นเกณฑ์ (Henriques, 1997: 8 และ Yore, 2001: 5)

2. การเกิดความรู้ ความเข้าใจ แนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ ให้ความสำคัญกับการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นเท่าๆ กัน ในขณะที่แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม ให้ความสำคัญกับการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นมากกว่า

3. เป้าหมายของการสื่อสาร แนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ มีเป้าหมายในการสื่อสาร เพื่อให้บุคคลมีความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจน แต่ไม่จำเป็นต้องเป็นอันดับหนึ่งของกลุ่ม ในขณะที่แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม มีเป้าหมายในการสื่อสาร เพื่อให้บุคคลมีความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจน ที่เป็นอันดับหนึ่งของกลุ่ม

อย่างไรก็ตาม แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ทั้ง 4 แนวคิด มีข้อตกลงเบื้องต้นที่อยู่ภายใต้ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เหมือนกัน สรุปได้ 3 ประการ คือ

1. การเรียนรู้ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวบุคคล ผู้เรียนเป็นผู้รับผิดชอบ การเรียนรู้ของตน ไม่มีบุคคลใดสามารถเรียนรู้แทนกันได้

2. ความรู้ ความเข้าใจ และความเชื่อที่มีอยู่เดิมส่งผลต่อการเรียนรู้

3. ความขัดแย้งทางความคิดเอื้ออำนวยให้บุคคลเกิดการเรียนรู้ เพื่อลด

ความขัดแย้งทางความคิด

2. แนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์

จากการศึกษาแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ ได้สาระสำคัญซึ่งได้นำเสนอไว้ 2 ประเด็น คือ

2.1 สาระสำคัญของแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์

2.2 การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์

2.1 สาระสำคัญของแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์

นักวิชาการต่างๆ ได้กล่าวถึงแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ สรุปเป็น สาระสำคัญได้ดังนี้

แนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์เน้นว่าการเรียนรู้เป็นปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ระหว่างความรู้เดิม การรับรู้ขณะนั้น ความเชื่อ และบุคคลอื่น ในบริบททางสังคม เชิงวัฒนธรรม ผู้เรียนสามารถตีความเหตุการณ์แตกต่างกันได้ ตามมุมมอง ความเชื่อ และ ประสบการณ์ชีวิตที่แตกต่างกัน (Yore and Shymansky, 1997 อ้างถึงใน Dunkhase et al., 1997: 2-3 ; Yore et al., 1998: 4-6 และ Shymansky et al., 1998: 3-6) การตีความต้องมี

เหตุผลและหลักฐานมารองรับ และใช้กฎทางธรรมชาติในการประเมินเหตุการณ์ การเรียนรู้และการสร้างความรู้เกี่ยวข้องกับปฏิสัมพันธ์ 2 ลักษณะ คือ ปฏิสัมพันธ์ภายนอกและปฏิสัมพันธ์ภายใน ปฏิสัมพันธ์ภายนอก ได้แก่ การที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและกับบุคคลอื่น เพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจน ส่วนปฏิสัมพันธ์ภายใน ได้แก่ การที่ผู้เรียนพิจารณา ไตร่ตรองกับตนเองเกี่ยวกับประสบการณ์ที่ได้รับจากปฏิสัมพันธ์ภายนอก เพื่อสร้างความหมายให้กับการเรียนรู้ของตน เมื่อผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ภายนอกและปฏิสัมพันธ์ภายใน ผู้เรียนจึงจะปรับความรู้เดิมให้เข้ากับความรู้ใหม่ (Henriques, 1997: 4)

การเปลี่ยนแปลงความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนเกิดขึ้น เมื่อผู้เรียนได้ใช้ความคิด ได้ทำทหายความคิด และขยายความคิดจากประสบการณ์ตรง เช่น การอภิปรายร่วมกับบุคคลอื่น หรืออภิปรายเป็นกลุ่ม ทำให้สิ่งที่เป็นไปได้ต่างๆ แสดงออกมา และถูกทำให้กระจ่างชัดและถูกต้อง เพื่อให้ผู้เรียนลดความขัดแย้งทางความคิด รวมทั้งมีการพิจารณา ไตร่ตรองในความคิดของตน เพื่อสร้างความหมายให้การเรียนรู้ (Shymansky et al., 1997: 573) เป้าหมายของการเรียนรู้ตามแนวคิดนี้ คือ การให้ผู้เรียนตีความทางเลือกหรือหาคำตอบได้หลากหลาย และมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องที่อิงหลักฐานเชิงธรรมชาติและหลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยไม่จำเป็นต้องเป็นอันดับติของกลุ่ม (Henriques, 1997: 8) การสื่อสารในห้องเรียนเป็นแบบสองทาง กล่าวคือ มีการอภิปราย ซักถามในประเด็นที่อาจยังไม่ชัดเจนหรือมีความขัดแย้งทางความคิด เพื่อสร้างความเข้าใจที่ชัดเจนระหว่างครูกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน หรือผู้เรียนกับบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ (Yore et al, 1998: 4, 6)

จากข้อความข้างต้น สามารถสรุปเป็นลักษณะของแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟที่ได้ดังปรากฏในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สรุปลักษณะแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์

ลักษณะ	แนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์
การเรียนรู้	การเรียนรู้เป็นปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ระหว่างความรู้เดิม การรับรู้ขณะนั้น ความเชื่อ และบุคคลอื่นในบริบททางสังคม เชิงวัฒนธรรม
บริบทของการเรียนรู้	การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนมีการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และมีการปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ในบริบทวัฒนธรรมเชิงสังคม

ตารางที่ 2 สรุปลักษณะแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ (ต่อ)

ลักษณะ	แนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์
การสร้างความรู้และการเรียนรู้	ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ สร้างความรู้ หรือปรับความรู้เดิมให้เข้ากับความรู้ใหม่ได้ เมื่อผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ใน 2 ลักษณะ คือ ปฏิสัมพันธ์ภายนอก และปฏิสัมพันธ์ภายใน ปฏิสัมพันธ์ภายนอก ได้แก่ การปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและบุคคลอื่น ส่วนปฏิสัมพันธ์ภายใน ได้แก่ การพิจารณาไตร่ตรองกับตัวเองเกี่ยวกับประสบการณ์ที่ได้รับจากปฏิสัมพันธ์ภายนอก ซึ่งเป็นการสร้างความหมายให้กับการเรียนรู้
ความรู้	ความรู้หรือคำตอบมีหลากหลายขึ้นอยู่กับบริบท ซึ่งสะท้อนประสบการณ์ ความเชื่อทางวัฒนธรรมของบุคคลนั้น การพิสูจน์และทดสอบความถูกต้องของความรู้ พิจารณาจากหลักฐานเชิงธรรมชาติหรือหลักฐานเชิงประจักษ์
การสื่อสารในห้องเรียน	การสื่อสารเป็นแบบสองทาง ระหว่างครูกับผู้เรียน หรือผู้เรียนกับผู้เรียน เป็นการอภิปราย ซักถามในประเด็นที่ยังไม่มีความชัดเจนหรือมีความขัดแย้งทางความคิด เพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจน
เป้าหมายของการเรียนรู้	ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง บนพื้นฐานของการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และทฤษฎี โดยไม่จำเป็นต้องสอดคล้องกับผู้เชี่ยวชาญเสมอไป

2.2 การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์

นักวิชาการต่างๆ ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ สรุปได้ดังนี้

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เน้นการตรวจสอบสิ่งที่นักเรียนไม่รู้เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้ การให้ประสบการณ์ที่หลากหลายหรือการเรียนรู้จากปรากฏการณ์ต่างๆ ในหลายๆ ด้าน การท้าทายความคิด การนำความรู้ไปใช้ (Henriques, 1997: 4 และ Yore et al., 1998: 4-6) และการพิจารณาไตร่ตรองการเรียนรู้ของตนเอง (Henriques, 1997: 4)

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้ สนับสนุนให้ผู้เรียนได้เข้าถึงแหล่งเรียนรู้ ได้ลงมือปฏิบัติ สำรวจ ใช้เหตุผล คิดอย่างมีวิจารณญาณ ให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจที่เข้มข้นและชัดเจนจากการบูรณาการความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ และมีการนำความรู้ไปใช้

(Henriques, 1997: 4) สนับสนุนให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า สืบสอบ สำนวจในบริบทที่เป็นจริง มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน โดยการอภิปราย ชักถาม เจรจาต่อรองความหมายในประเด็นที่ยังไม่ชัดเจนหรือมีความขัดแย้งทางความคิด เพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจน ระหว่างครูกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน หรือผู้เรียนกับบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ (Henriques, 1997: 4-5; Yore et al., 1998: 4-6 และ Shymansky et al., 1998: 3-6) โดยครูจัดเตรียมประสบการณ์ และให้โอกาสผู้เรียนได้ใช้ภาษาในการสื่อสาร จัดบริบทการเรียนรู้ ที่ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิด เพื่อให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม ได้จัดระเบียบ และปรับโครงสร้างความรู้ให้เหมาะสม (Shymansky et al., 1997: 572, 574) ครูควรให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง และสนับสนุนให้ผู้เรียนพิจารณา ไตร่ตรอง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Henriques, 1997: 4-5)

แนวทางหรือวิธีการที่นำมาใช้จัดการเรียนการสอนมีหลากหลาย เช่น การสืบสอบแบบแนะแนวทาง การใช้วงจรการเรียนรู้ การเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้ ช่วยให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์และมีมโนทัศน์เพิ่มพูนขึ้น ส่งเสริมการเกิดมโนทัศน์หลักทางวิทยาศาสตร์ มีความรู้ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) และมีจิตินทรีย์ที่สำคัญต่อการมีความรู้ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนให้ผู้เรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถสร้างสรรค์ผลงาน และสื่อสารให้ผู้อื่นเห็นคุณค่าและประโยชน์ของผลงานได้ (Henriques, 1997: 4)

Shymansky et al., (1997 อ้างถึงใน Hand, Lawrence, and Yore, 1999: 1031) กล่าวถึงลักษณะสำคัญในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ สรุปได้ 5 ประการ ดังนี้

1. การใช้ความรู้เดิมของผู้เรียน
2. การสำรวจปัญหา
3. การท้าทายความคิดและค้นหาทางเลือกอื่น
4. การให้ผู้เรียนบูรณาการความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมและปรับความรู้ให้มีความชัดเจน
5. การประเมินผลความรู้เดิม การสำรวจปัญหา และการปรับความรู้ให้ชัดเจนของผู้เรียน

นอกจากนี้ Henriques (1997: 5) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูที่จัดการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ไว้ สามารถสรุปได้ 5 ประการ ดังนี้

1. ช่วยเหลือ แนะนำ และอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ โดยทำความเข้าใจด้วยตนเองมากกว่าครูเป็นผู้บอก
2. ถามคำถามเพื่อตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ และท้าทายความคิดของผู้เรียนอย่างนุ่มนวล
3. จัดเตรียมประสบการณ์ที่สร้างความขัดแย้งทางความคิดให้แก่ผู้เรียน โดยสนับสนุนการอภิปราย ชักถาม เจาะต่อรองความหมาย ในประเด็นที่ยังไม่ชัดเจนหรือมีความขัดแย้งทางความคิด เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้การแก้ปัญหา
4. ส่งเสริมให้ผู้เรียนบูรณาการความรู้ใหม่ให้เข้ากับความรู้เดิม จัดระเบียบความรู้ และปรับความรู้ ความเข้าใจใหม่ให้สมดุล เพื่อลดความขัดแย้งทางความคิด และสร้างความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจน
5. สนับสนุนให้ผู้เรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการสืบสอบ การสำรวจ การอภิปราย ชักถาม มาพิจารณาไตร่ตรอง เพื่อทำความเข้าใจ และปรับความรู้ให้มีความหมายต่อตนเอง

จากการจัดการเรียนการสอนและบทบาทของครูที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เน้นการตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจของผู้เรียน การท้าทายความคิดหรือทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิด ซึ่งนำไปสู่การเรียนรู้และการสร้างความรู้ โดยให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ 2 ลักษณะ คือ 1) การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เช่น การศึกษาค้นคว้า การสืบสอบ สำรวจข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม และการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น เช่น การอภิปราย ชักถาม การเจาะต่อรองความหมาย เพื่อลดความขัดแย้งทางความคิด และให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจน 2) การมีปฏิสัมพันธ์กับตนเอง เช่น การพิจารณา ไตร่ตรองความรู้ ความเข้าใจของตนเอง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย นอกจากนี้ การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้ ยังสนับสนุนให้ผู้เรียนแสดงความรู้ ความเข้าใจ ผ่านการสร้างผลงาน และนำเสนอผลงานให้บุคคลอื่นได้รับรู้ด้วย

บทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ สรุปได้ 5 ประการ ได้แก่

1. แนะนำ ช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง
2. ตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจเดิมของผู้เรียน
3. จัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ท้าทายความคิดหรือให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิด ซึ่งนำไปสู่การเรียนรู้เพื่อลดความขัดแย้งทางความคิด และสนับสนุนผู้เรียนบูรณาการความรู้ใหม่ให้เข้ากับความรู้เดิม

4. เป็นผู้ร่วมศึกษาค้นคว้า สืบสอบ สํารวจข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม และให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางให้แก่ผู้เรียนในเวลาที่เหมาะสม

5. ครูจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ที่ให้ผู้เรียนได้อภิปราย ชักถาม เจรจาต่อรอง ความหมาย ในประเด็นที่อาจยังไม่ชัดเจนหรือมีความขัดแย้งทางความคิด เพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องและชัดเจน รวมทั้งสนับสนุนให้ผู้เรียนพิจารณา ไตร่ตรองเพื่อให้ความรู้ ความเข้าใจนั้นมีความหมายต่อตนเอง

3. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ มีประเด็นที่น่าสนใจ 3 ประเด็น คือ

- 3.1 ความหมายและองค์ประกอบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
- 3.2 ขั้นตอนการคิดขององค์ประกอบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
- 3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายและองค์ประกอบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับความหมายและองค์ประกอบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ จากเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัย ของหน่วยงานและนักวิชาการต่างๆ พบว่า มีการใช้คำว่า การคิดเชิงวิทยาศาสตร์หรือ Scientific Thinking และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หรือ Scientific Reasoning ในความหมายทำนองเดียวกัน ดังนั้นการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้จึงหมายถึงทั้งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ Scientific Reasoning และ Scientific Thinking

การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการคิดที่เป็นระบบและมีวิธีการคิดที่ละเอียดรัดกุม แตกต่างจากการคิดแบบธรรมดาทั่วไป (Ordinary Thinking) การคิดเชิงวิทยาศาสตร์มีประโยชน์เมื่อบุคคลต้องเผชิญกับปัญหาที่ยุ่ยาก การคิดเชิงวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปจะมีการคิดไตร่ตรองเพื่อแก้ปัญหา บุคคลจะพยายามใช้ความคิด เมื่อพบกับปัญหาที่ต้องหาคำตอบหรือหาทางแก้ไข การคิดในลักษณะนี้ถือเป็นการคิดที่มีเป้าหมายหรือทิศทางเฉพาะ (Ruby, 1968: 207) การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ได้ติดตัวบุคคลมาตามธรรมชาติ แต่เป็นพัฒนาการทางสติปัญญาขั้นสุดท้ายที่มีกระบวนการซับซ้อน (Kuhn, 1993: 321)

การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการคิดที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการทำงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสำรวจ สืบสอบเรื่องราวธรรมชาติหรือจักรวาลโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นหากมีการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ศึกษาเรื่องราวธรรมชาติหรือจักรวาล จึงเป็นการฝึกคิด

เชิงวิทยาศาสตร์ไปด้วย (Schafersman, 1994: 2-3) ในการบรรยายและอธิบายเหตุการณ์ธรรมชาติได้อย่างถูกต้องนั้น นักวิทยาศาสตร์ใช้ทักษะการคิดและแบบแผนการคิดสำคัญ 7 กลุ่มทักษะ ได้แก่ 1) การอธิบายหลักธรรมชาติที่ถูกต้อง 2) การระบุนุสาเหตุของปัญหาในลักษณะเชิงธรรมชาติ 3) การตั้งสมมติฐานและทฤษฎีอื่น 4) การทำนายโดยใช้ตรรกะ 5) การวางแผนและทดลองโดยมีการควบคุมตัวแปรเพื่อทดสอบสมมติฐาน 6) การรวบรวม จัดระเบียบ และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองและข้อมูลต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน 7) การลงข้อสรุปและประยุกต์ใช้ข้อสรุปอย่างมีเหตุผล (Burmester, 1952 อ้างถึงใน Lawson, 1995: 49-51)

หลักการพื้นฐานของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งถือเป็นหลักสากลทางวิทยาศาสตร์มี 3 ประการ (Schafersman, 1994: 3-7) ได้แก่

1) การใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ (Empiricism) เป็นการใช้หลักฐานที่สามารถรับรู้ได้โดยตรงด้วยประสาทสัมผัส เช่น มองเห็นได้ ได้ยิน รู้รส ได้กลิ่น การใช้หลักฐานเชิงประจักษ์สามารถกระทำซ้ำได้ ทั้งด้วยตนเองหรือบุคคลอื่น จึงถือได้ว่าเป็นหลักฐานสำคัญประเภทเดียวที่นำไปสู่ข้อสรุปที่มีเหตุผล

2) การใช้เหตุผล (Rationalism) การใช้เหตุผลเป็นทักษะที่ไม่ได้ติดตัวมาแต่กำเนิดหรือพัฒนาขึ้นได้เอง ต้องศึกษาและเรียนรู้ในระบบโรงเรียน อย่างไรก็ตาม การใช้เหตุผลเชิงอาจเรียนรู้จากระบบโรงเรียนได้จากการลองผิดลองถูก แต่มักจะเสียเวลา ไม่มีประสิทธิผล และบางครั้งไม่ประสบความสำเร็จ

3) การมีเจตคติเชิงสงสัย (Skepticism) เป็นการเกิดคำถามในความเชื่อและข้อสรุปของตนเองอยู่เสมอ จึงต้องใช้หลักฐานและเหตุผลตรวจสอบความเชื่อของตน บุคคลที่มีเจตคติเชิงสงสัยหรือเป็นคนช่างสงสัย จะไม่เชื่อหากไม่มีหลักฐานและเหตุผลที่เพียงพอ ไม่ยึดติดกับความเชื่อของตน เป็นคนใจกว้าง และยินดีเปลี่ยนความเชื่อเมื่อพบหลักฐานใหม่ที่เชื่อถือได้มากกว่า

ความหมายของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้จากการศึกษาเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยของหน่วยงานและนักวิชาการต่างๆ ได้แก่ Dickman (1996), Schafersman (1997), สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (2541), Dunbar (1999) และ Azmitia and Crowley (2001) สามารถสรุปได้ปรากฏในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความหมายของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

แหล่งข้อมูล	ความหมายของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
Dickman (1996: 1)	การคิดเชิงวิทยาศาสตร์แตกต่างจากความรู้สึกตามสามัญสำนึก (Common Sense) การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ใช้หลักตรรกะในการระบุหรือเรียกชื่อสิ่งใดๆ โดยหลีกเลี่ยงที่จะใช้การเปรียบเทียบ (Metaphors) ที่พบในเชิงจิตวิทยาและศาสนา ที่เปรียบสิ่งหนึ่งว่าเป็นอีกสิ่งหนึ่ง ทั้งๆ ในความเป็นจริงไม่ได้เป็นเช่นนั้น การคิดเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับเรื่องราวทางธรรมชาติ การรายงานผลที่ได้จากประสบการณ์และการสังเกตโดยตรงไปตรงมา นำไปสู่ความรู้ใหม่ที่มีความเป็นปรนัย และสามารถเปลี่ยนแปลงได้
Schaferman (1997: 1-2)	การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการคิดที่นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง และเชื่อถือได้ การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ถูกนำมาใช้ในอธิบายถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ทำให้ได้ความรู้เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (2541: 9-11)	การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หรือการคิดแบบวิทยาศาสตร์ เป็นการคิดที่มีเหตุผล มีการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล และพิสูจน์ความถูกต้องโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์
Dunbar (1999: 730)	การคิดเชิงวิทยาศาสตร์มีความหมายรวมถึงกระบวนการคิดที่ใช้ในทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย การตั้งทฤษฎี การออกแบบการทดลอง การตรวจสอบสมมติฐาน การตีความความหมายข้อมูล และการค้นพบทางวิทยาศาสตร์
Azmitia and Crowley (2001: n.d.)	การคิดเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการใช้เหตุผลเชิงอุปนัยและนินัย การควบคุมการทดลอง และการทดสอบสมมติฐาน

จากการศึกษาความหมายของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ข้างต้น สามารถกล่าวโดยสรุปได้ว่า การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การคิดที่บุคคลใช้ในการแสวงหาความรู้ ค้นหาคำตอบในปัญหาต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องราวที่เป็นธรรมชาติ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์เป็นฐานในการคิด เพื่อให้ได้ความรู้ หรือคำตอบที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือมากที่สุด การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยขั้นตอนการคิด 4 ขั้น คือ

1. การคิดเพื่อระบุปัญหา
2. การคิดเพื่อตั้งสมมติฐาน
3. การคิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน
4. การคิดเพื่อตีความหมายข้อมูลและสรุปผล

3.2 ขั้นตอนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาขั้นตอนของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ขั้นตอนจากสถาบันและนักวิชาการต่างๆ ได้ข้อค้นพบ ดังนี้

3.2.1 การคิดเพื่อระบุปัญหา

จากการศึกษาแนวคิดของการคิดเพื่อระบุปัญหาของสถาบันและนักวิชาการต่างๆ ได้ข้อสรุปดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4 สาระสำคัญของการคิดเพื่อระบุปัญหา

แหล่งข้อมูล	สาระสำคัญของการคิดเพื่อระบุปัญหา
University of Utah (1997-2002)	ในการระบุปัญหา ต้องแยกแยะข้อเท็จจริงออกจากความคิดเห็น และพิจารณาคำถามอย่างละเอียดและรอบคอบก่อนหาคำตอบ
Beyer, K. B. (1997)	ในการระบุปัญหา ต้องแยกแยะสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันออกจากสิ่งที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน แยกแยะข้อเท็จจริงออกจากค่านิยม ระบุมุมมองและข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์ นั้น
Landsberger, J. (2004)	ในการระบุปัญหา ควรให้ผู้เรียนสังเกตสิ่งต่างๆ รอบตัว หรือในห้องเรียน และคิดว่าสิ่งนั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น ระบุปัจจัย หรือเงื่อนไขสำคัญของสถานการณ์ปัญหา รวบรวมข้อมูลสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ระบุข้อปัญหาโดยใช้ข้อความสั้นๆ และมีความหมาย

จากสาระสำคัญของการคิดเพื่อระบุปัญหาในตารางที่ 4 สามารถสรุปเป็นขั้นตอนการคิดเพื่อระบุปัญหาได้ 5 ประการ ได้แก่

1. พิจารณาข้อมูลพื้นฐานของสถานการณ์อย่างละเอียดและรอบคอบ ด้วยใจที่เปิดกว้าง
2. แยกแยะข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงและความคิดเห็นออกจากกัน
3. ระบุประเด็นที่ไม่สอดคล้องกับข้อเท็จจริง หรือประเด็นที่ไม่มีคำอธิบายเพียงพอ ซึ่งก่อให้เกิดข้อสงสัย
4. ลำดับและคัดเลือกข้อสงสัยที่สำคัญ และมีความเด่นชัดที่สุด
5. ปรับข้อสงสัยดังกล่าวเป็นข้อความปัญหาที่สั้น กระชับและชัดเจน

3.2.2 การคิดเพื่อตั้งสมมติฐาน

จากการศึกษาแนวคิดของการคิดเพื่อตั้งสมมติฐานของสถาบันและนักวิชาการต่างๆ ได้ข้อสรุปดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5 สาระสำคัญของการคิดเพื่อตั้งสมมติฐาน

แหล่งข้อมูล	สาระสำคัญของการคิดเพื่อตั้งสมมติฐาน
Koning, R. E. (1994)	การตั้งสมมติฐานเกี่ยวข้องกับ การระบุปัจจัย หรือตัวแปรที่น่าจะเป็นสาเหตุของปัญหา และอธิบายการทำงานของตัวแปรที่เป็นสาเหตุของปัญหา
Bandman, L. E. and Bandman, E. (1995)	การตั้งสมมติฐานเกี่ยวข้องกับ การรวบรวมข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปัญหา แล้วคาดคะเนคำตอบอย่างรอบคอบ โดยใช้ข้อเท็จจริงนั้น
Schafersman, B.S. (1997) และ University of Utah (1997-2002)	การตั้งสมมติฐาน เป็นการคาดคะเนคำตอบ ที่สามารถทดสอบได้
Landsberger, J. (2004)	การตั้งสมมติฐานเกี่ยวข้องกับการใช้ความรู้จากการสังเกตปัญหา และจากประสบการณ์เดิม ในการคาดคะเนคำตอบ และเลือกคำตอบที่เป็นทางเลือกที่ดีที่สุดสำหรับปัญหา

จากสาระสำคัญของการคิดเพื่อตั้งสมมติฐานในตารางที่ 5 สามารถสรุปเป็นขั้นตอนการคิดเพื่อตั้งสมมติฐานได้ 3 ประการ ได้แก่

1. คาดคะเนคำตอบจากประเด็นต่างๆ ที่น่าจะเป็นสาเหตุของปัญหา
2. คัดเลือกคำตอบที่น่าจะเป็นสาเหตุของปัญหามากที่สุด และสามารถทำการทดสอบได้
3. ปรับข้อความคำตอบที่ได้จากการคาดคะเนให้สั้น กระชับ และชัดเจน

3.2.3 การคิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การทดสอบสมมติฐานเป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นหลังจากการตั้งสมมติฐาน (Koning, 1994 และ University of Utah, 1997-2002) การทดสอบสมมติฐานเป็นการดำเนินการเพื่อค้นหาคำตอบ สามารถดำเนินการได้หลายวิธี ตั้งแต่การสังเกตไปจนถึงการทดลองที่รัดกุม (Bandman and Bandman, 1995 และ Orpheum Children Science Museum (n.d.) โดยทั่วไปวิธีการทดสอบสมมติฐานที่พบมากที่สุด คือ การทำการทดลอง (University of Utah, 1997-2002)

สาระสำคัญที่ได้จากการศึกษาแนวคิดของการคิดเพื่อทดสอบสมมติฐานของสถาบันและนักวิชาการต่างๆ สรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 6 สาระสำคัญของการคิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน

แหล่งข้อมูล	สาระสำคัญของการคิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน
Science stuff (2004)	ในการทดสอบสมมติฐานผู้เรียนต้องสังเกตโดยใช้ประสาทสัมผัส และบันทึกข้อมูล แม้จะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นหรือไม่ก็ตาม
Carvendish, S. et al. (1990)	การทดสอบสมมติฐาน เกี่ยวข้องกับวางแผนการทดลอง ซึ่งต้องระบุประเด็นที่จะสืบสอบ ระบุตัวแปรที่สามารถวัดและเปรียบเทียบได้ ระบุตัวแปรควบคุมและตัวแปรที่ต้องการเปรียบเทียบ ระบุวิธีการวัดหรือวิธีการสังเกตที่มีความเที่ยงตรง
Science service (2001)	ในการทำการทดลอง ควรมีการอธิบายรายละเอียดของวิธีดำเนินการทดลองอย่างชัดเจน เพื่อให้บุคคลอื่นสามารถทดลองตามได้ มีการบันทึกผลการทดลองอย่างละเอียด โดยมีข้อมูลเชิงบรรยาย และข้อมูลที่ได้จากการวัด
University of Utah (1997-2002); Askew, J. (2004) และ Landsberger, J. (2004)	ในการทำการทดลอง ต้องมีการควบคุมตัวแปรอย่างเหมาะสม โดยให้กลุ่มควบคุมได้รับเงื่อนไขเหมือนกลุ่มทดลองทุกประการ ยกเว้นปัจจัยที่ต้องการทดสอบ ที่ให้มีอยู่เฉพาะในกลุ่มทดลองเท่านั้น มีการทดลองซ้ำที่เพียงพอ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำมาเปรียบเทียบความถูกต้องในเชิงสถิติระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองได้
Askew, J. (2004)	ในการทำการทดลอง ควรมีการนำเทคนิคหรืออุปกรณ์ต่างๆ มาใช้ เพื่อหลีกเลี่ยงความลำเอียงที่เกิดจากความคิดเห็นส่วนตัว

จากสาระสำคัญของการคิดเพื่อทดสอบสมมติฐานในตารางที่ 6 สามารถสรุปเป็นขั้นตอนการคิดเพื่อการทดสอบสมมติฐานได้ 5 ประการ ได้แก่

1. ศึกษาสมมติฐานและตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสมมติฐาน
2. ระบุตัวแปรที่สามารถวัดและเปรียบเทียบได้
3. คัดเลือกตัวแปรที่ต้องการศึกษา หากเป็นการตรวจสอบสมมติฐาน

โดยใช้การทดลอง ให้ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

4. ระบุวิธีการและขั้นตอนการทดสอบสมมติฐาน การวัด

และการสังเกตตัวแปร

5. บันทึกผลการศึกษา โดยใช้รูปแบบการบันทึกผลที่สอดคล้องกับ

ข้อมูลที่ได้รับ

3.2.4 การคิดเพื่อตีความหมายข้อมูลและสรุปผล

จากการศึกษาแนวคิดของการคิดเพื่อตีความหมายข้อมูลและสรุปผลของสถาบันและนักวิชาการต่างๆ ได้ข้อสรุปดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 7 สาระสำคัญของการคิดเพื่อตีความหมายข้อมูลและสรุปผล

แหล่งข้อมูล	สาระสำคัญของการคิดเพื่อตีความหมายข้อมูลและสรุปผล
Carvendish, S. et al., (1990)	การตีความหมายข้อมูลและสรุปผล เป็นการบรรยายการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลต่อกันระหว่างส่วนหนึ่งกับอีกส่วนหนึ่งของข้อมูล โดยทำนายหรือระบุความสัมพันธ์ ภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่
Science service (2001) และ Landsberger, J. (2004)	การสรุปผล เป็นการตอบปัญหาหรือตอบจุดประสงค์ของการวิจัย และการให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป
Landsberger, J. (2004)	การตีความหมายข้อมูลและสรุปผล เกี่ยวข้องกับแสดงผลที่ได้รับในรูปกราฟ ตาราง โดยอ้างอิงถึงข้อมูลที่ได้จากการสังเกต และสรุปย่อผลที่ได้รับจากการทดสอบสมมติฐาน

จากสาระสำคัญของการคิดเพื่อตีความหมายข้อมูลและสรุปผลในตารางที่ 7 สามารถสรุปเป็นขั้นตอนการคิดเพื่อตีความหมายข้อมูลและสรุปผลได้ 5 ประการ ได้แก่

1. พิจารณาลักษณะของข้อมูลที่ได้รับจากการทดสอบสมมติฐาน
2. บรรยายการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลต่อกันระหว่างส่วนต่างๆ ของข้อมูล และอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูล
3. ตอบปัญหาหรือคำถามวิจัย โดยอิงข้อมูลที่ได้รับจากการตรวจสอบสมมติฐาน
4. ลงข้อสรุปว่าข้อมูลที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน สนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐาน และเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
5. ระบุอุปสรรค ปัญหา แนวทางแก้ไข และให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อประโยชน์ในการวิจัยครั้งต่อไป

3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักวิชาการต่างๆ ได้ข้อค้นพบ ดังนี้

Hogan และ Maglienti (1990) ได้ศึกษาเชิงเปรียบเทียบการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของบุคคล 4 กลุ่ม ได้แก่ 1) นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น 2) ผู้ใหญ่ที่ไม่ได้มีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ 3) ผู้เชี่ยวชาญทางเทคนิควิทยาศาสตร์ และ 4) นักวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาสรุปได้ว่า นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นและผู้ใหญ่ที่ไม่ได้มีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ มีการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แตกต่างจากผู้เชี่ยวชาญทางเทคนิควิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ ความแตกต่างของการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ดังกล่าว ได้แก่ การใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่สอดคล้องกันอย่างสม่ำเสมอ และการสรุปอย่างมีเหตุผล กล่าวคือ นักวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญกับความสอดคล้องกันของหลักฐานเชิงประจักษ์ และมีการสรุปอย่างมีเหตุผล ในขณะที่นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นมักใช้เหตุผลจากมุมมองส่วนตัวในการลงข้อสรุป ทั้งนี้เกณฑ์ที่แตกต่างกันที่แต่ละบุคคลใช้ในการสรุปผล มาจากวัฒนธรรมแวดล้อมที่แตกต่างกัน

Schauble และ Glaser (1990) ได้ศึกษาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของเด็กและผู้ใหญ่ที่เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี จากการให้ทดลองแบบนำตนเอง โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสิ่งรู้และเป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล โดยให้เด็กและผู้ใหญ่อภิปราย ซักถามเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การจัดกระทำและการตีความหมายข้อมูล การสรุปอ้างอิงจากข้อมูล และการปรับสมมติฐานใหม่ โดยให้มีการดำเนินการเป็นวงจร ผลการวิจัยสรุปได้ว่า เด็กและผู้ใหญ่มีวิธีการทำงานและการแก้ปัญหาแตกต่างกันเมื่อให้ทำงานแบบเดียวกัน แต่ถ้าให้ผู้ใหญ่ทำงานที่ซับซ้อนจะพบว่า ผู้ใหญ่มีวิธีการทำงานคล้ายกับการทำงานครั้งแรกของเด็ก ทั้งนี้การฝึกฝนหรือความคุ้นเคยกับงาน ความรู้ด้านเนื้อหาสาระของผู้เรียน และลักษณะคำสั่งที่ให้ทำงานเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการใช้เหตุผลของผู้เรียน

Keys (1994) ได้ศึกษาการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการเขียนรายงานแบบร่วมงาน (Collaborative Report Writing) ของนักเรียนเกรด 9 จำนวน 6 คน ซึ่งแบ่งการทำงานเป็น 3 คู่ โดยให้นักเรียนเขียนรายงานการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จำนวน 10 เล่ม เป็นระยะเวลา 4.5 เดือน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า การเขียนรายงานการทดลองแบบร่วมงาน ที่มีการกำหนดโครงสร้างให้ ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการใช้เหตุผลในการประเมินความเข้าใจในทัศนทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมการสังเกต การแปลความหมาย ข้อค้นพบ และการสร้างรูปแบบจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองและจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องอื่นๆ นักเรียนมีการพัฒนาการเขียนรายงานการทดลอง ที่สะท้อนถึงมีทักษะการใช้เหตุผล ซึ่งได้แก่ การคัดเลือกเนื้อความในตำราเรียน การสรุปและสร้างรูปแบบ และการเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่าง นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการอธิบาย ซึ่งแสดงว่าผู้เรียนมีการสังเคราะห์ข้อมูลจากความรู้เดิม จากการสังเกต และจากแหล่งสารสนเทศอื่นๆ กล่าวได้ว่า

การเขียนรายงานแบบร่วมงาน สามารถส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความเข้าใจในทัศนทาง วิทยาศาสตร์ของตนเอง การให้นักเรียนเขียนรายงานแบบร่วมงานเป็นการสร้างสภาพแวดล้อมที่ ให้ความสำคัญกับการคิด การใช้เหตุผล และการอธิบาย

Dunbar (1997) ได้ศึกษาการคิดและการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ สาขาชีวอนุโมเลกุล จำนวน 21 คน โดยการสังเกตพฤติกรรมในการประชุมปรึกษาหารือกัน ระหว่างสมาชิกภายในห้องปฏิบัติการ และสัมภาษณ์การทำงานของนักวิทยาศาสตร์สาขาชีวอนุ โมเลกุล ที่มีชื่อเสียงระดับโลก ในมหาวิทยาลัยสำคัญของประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 4 คน ระยะเวลาในการศึกษา 1 ปี ผลการศึกษาสรุปได้ว่า ความคิดและมโนทัศน์ใหม่ๆ ทาง วิทยาศาสตร์เกิดขึ้นจากการประชุมกัน ปรึกษาหารือกันของนักวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ ในแต่ละครั้งของการประชุม สมาชิกจะนำเสนองานวิจัยและความก้าวหน้าของงานให้ นักวิทยาศาสตร์อาวุโส และสมาชิกคนอื่นในห้องปฏิบัติได้รับรู้ สมาชิกจะร่วมกันซักถามและให้ ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการทำการทดลองและการตั้งสมมติฐานใหม่ รวมทั้งมีการตีความข้อมูลใหม่ โดยนักวิทยาศาสตร์อาวุโสเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญ ในการช่วยให้เกิดการพัฒนามโนทัศน์ใหม่ๆ ใน ที่ประชุม ทั้งนี้การใช้เหตุผลของนักวิทยาศาสตร์มักเป็นไปตามธรรมชาติ ผ่านทางการนำเสนอ งานวิจัยและการมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันของสมาชิกในห้องปฏิบัติการ ดังนั้นการประชุม ปรึกษาหารือกันของสมาชิกภายในห้องปฏิบัติการ จึงมีความสำคัญต่อการคิดเชิงสร้างสรรค์ และการใช้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

Crowley et al. (2001) ได้ศึกษาการแลกเปลี่ยนเรียนรู้การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างเด็ก และพ่อแม่ที่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันขณะเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์ โดยสังเกตความสามารถด้านการ รวบรวมหลักฐาน และการใช้ทฤษฎีประเมินหลักฐาน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า เด็กที่เยี่ยมชม พิพิธภัณฑ์และแลกเปลี่ยนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์กับพ่อแม่ มีโอกาสเรียนรู้มากกว่าเด็กที่ แลกเปลี่ยนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์กับเพื่อนรุ่นเดียวกัน หรือเด็กที่เยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์ตามลำพัง กล่าวคือ เด็กที่เยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์กับพ่อแม่ มีการสำรวจในเชิงกว้าง และใช้เวลานานในการสำรวจ พ่อแม่ใช้การเปรียบเทียบ การเลือกหลักฐานที่เหมาะสม การนำเสนอหลักการที่เป็นนามธรรม หรือการอธิบายความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของเด็ก เพื่อปรับแต่งและส่งเสริม การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ให้แก่เด็ก

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การคิดเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการตั้งสมมติฐาน การออกแบบ การทดลอง การตีความหมายข้อมูล การใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ และการสรุปอย่างมีเหตุผล ผู้ที่มี พื้นฐานความรู้วิทยาศาสตร์ที่เข้มข้นจะมีการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ และสรุปผลอย่างมีเหตุผล

ซึ่งแตกต่างจากผู้ที่ไม่มีความรู้วิทยาศาสตร์ รวมทั้งการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของเด็กและผู้ใหญ่ก็มีความแตกต่างกัน การส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดและการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถดำเนินการได้ โดยการจัดการเรียนการสอนในบริบทที่ให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น เช่น ครู เพื่อน พ่อแม่ ได้ทำงานกลุ่มแบบร่วมงาน การให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์มากกว่า เช่น การอภิปรายร่วมกันกับพ่อ แม่ การทำงานร่วมกับนักวิทยาศาสตร์ที่มีความเชี่ยวชาญ

4. การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ มีสาระสำคัญที่จะนำเสนอ 2 ประเด็น คือ ผลงานวิทยาศาสตร์ และประเภทของการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์

4.1 ผลงานวิทยาศาสตร์

ผลงานวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เป็นผลงานที่เกิดขึ้นจากการทำงานที่ได้รับมอบหมาย หรือการทำงานตามความสนใจของผู้เรียนในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 58,101-102, 104) ได้ใช้คำว่า "ภาระงาน" ในความหมายที่สื่อถึงงานที่ครูมอบหมายให้ผู้เรียนทำในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ผลงานวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่ได้จากการลงมือปฏิบัติและสร้างสรรค์ชิ้นงาน สามารถใช้เป็นหลักฐานที่แสดงถึงผลการเรียนรู้ ความก้าวหน้าของการเรียนรู้ และประเมินสมรรถภาพของผู้เรียนได้ การทำงานวิทยาศาสตร์ที่ก่อให้เกิดเป็นผลงานวิทยาศาสตร์มีหลายลักษณะ เช่น การสำรวจ ตรวจสอบ การทำการทดลอง การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ การทำงานวิทยาศาสตร์ที่ได้รับมอบหมาย สำหรับงานวิทยาศาสตร์ที่ครูมอบหมายให้ผู้เรียนปฏิบัตินั้น อาจอยู่ในลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนตามปกติ หรือกิจกรรมการเรียนรู้นอกห้องเรียนที่ใช้ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแทนแหล่งเรียนรู้ในห้องเรียน ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นอกห้องเรียน เช่น การศึกษาค้นคว้าในบริเวณสถานศึกษาหรือในชุมชน การศึกษาค้นคว้าจากห้องสมุดหรือจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การศึกษาค้นคว้าในแหล่งธรรมชาติ

จากข้อความข้างต้น อาจกล่าวได้ว่าการที่ผู้เรียนทำงานที่ได้รับมอบหมายหรือทำงานตามความสนใจในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดผลงานวิทยาศาสตร์แบ่งได้ 3 ลักษณะใหญ่ๆ คือ 1) เล่มรายงาน เช่น รายงานผลการทดลอง รายงานผลการศึกษาค้นคว้า รายงานผลการสำรวจ 2) สิ่งประดิษฐ์ เช่น ผลิตภัณฑ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ทางวิทยาศาสตร์ โมเดลหรือแบบจำลอง 3) แผนภาพ โปสเตอร์ หรือผังความคิดที่แสดงถึงความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ เช่น แผนภาพหรือโปสเตอร์เผยแพร่ความรู้

4.2 ประเภทของการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์

การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เป็นการสื่อสารผลการศึกษาหรือผลงานที่สร้างขึ้นให้บุคคลอื่นได้รับรู้ การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์จัดเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการทำงานวิทยาศาสตร์ เช่น การทำโครงการวิทยาศาสตร์ ในขณะที่เดียวกันการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์อาจถือเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานวิทยาศาสตร์ได้ เช่น การศึกษาค้นคว้าในห้องเรียน การศึกษาค้นคว้าในห้องสมุด การศึกษาภาคสนาม หรือในโอกาสอื่นๆ ที่ผู้เรียนต้องสื่อสารกับผู้อื่น การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ควรมีความชัดเจนและเข้าใจได้ ครูควรสนับสนุนให้ผู้เรียนใช้สื่อทางภาพและเสียง เช่น โปสเตอร์ ภาพวาด แผ่นโปร่งใสและเครื่องฉายข้ามศีรษะ เทปวีดิทัศน์ คอมพิวเตอร์ ประกอบการนำเสนอผลงาน ทั้งนี้หากผู้เรียนนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์เป็นกลุ่ม ควรให้สมาชิกในกลุ่มมีบทบาทในการนำเสนอด้วย และให้ผู้เรียนให้ผลสะท้อนกลับแก่ผู้ที่นำเสนอผลงานอย่างสร้างสรรค์และยุติธรรม และไม่แสดงกิริยาที่ก้าวร้าว (Benbow, A. and Mably, A., 2002: 205-206)

การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ให้โอกาสผู้เรียนได้สื่อสารและสื่อความหมายผ่านการพูด การเขียน หรือการจัดแสดง เพื่อแสดงความรู้ ความคิด กระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นรับรู้ ในการสื่อสารผลงานวิทยาศาสตร์โดยใช้การเขียน การพูด และการจัดแสดงนั้น ผู้เรียนสามารถใช้การนำเสนอได้หลายประเภท เช่น การเขียนรายงาน การจัดแสดงผลงาน การสาธิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: 75, 112-113, 120, 123) การกล่าวรายงาน (Anholt, 1994) ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน สามารถจำแนกได้เป็น 4 ประเภทหลัก คือ 1) การเขียนรายงาน 2) การจัดแสดงผลงาน 3) การสาธิต และ 4) การกล่าวรายงาน การศึกษาสาระสำคัญของการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ในแต่ละแบบหลักได้ข้อสรุปดังนี้

4.2.1 การเขียนรายงาน

การเขียนรายงานเป็นนำเสนอผลงานผ่านการเขียน โดยนำเสนอในลักษณะเป็นความเรียง เพื่ออธิบาย บรรยายเรื่องราวที่ได้เรียนรู้ ศึกษา ค้นคว้า หรือทำการทดลอง วัตถุประสงค์ของการเขียนรายงาน คือ เพื่อให้ผู้เรียนแสดงความรู้ ความสามารถในการรวบรวม และเรียบเรียงความรู้ให้เป็นระบบ แสดงการวิเคราะห์ การใช้เหตุผล โดยอ้างอิงข้อเท็จจริง แนวคิด หลักการ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ การเขียนรายงานผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ อาจแบ่งกว้างๆ ได้ 2 ลักษณะ คือ การเขียนรายงานปฏิบัติการทดลอง และการเขียนรายงานการศึกษาค้นคว้า

1) การเขียนรายงานปฏิบัติการทดลอง เป็นการบันทึกกิจกรรมการทดลอง ที่มีหัวข้อค่อนข้างชัดเจน หัวข้อสำคัญในการเขียนรายงานการทดลอง เช่น ชื่อเรื่อง สารสำคัญ วัตถุประสงค์ สมมติฐาน การกำหนดตัวแปร วิธีดำเนินการทดลอง ผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง

2) การเขียนรายงานการศึกษาค้นคว้า เป็นการรายงานผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า สำรวจ หรือสืบค้นจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ โดยใช้การเขียน รูปแบบการเขียน รายงานการศึกษาค้นคว้าเป็นการเขียนบรรยายความรู้หรือแนวคิดหลัก ในลักษณะของความเรียง ที่มีรูปภาพ แผนภาพ ตารางข้อมูล ที่ทำให้การสื่อสารมีความชัดเจน หัวข้อในการเขียนรายงาน การศึกษาค้นคว้าขึ้นอยู่กับเนื้อหาสาระ และวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ประเด็นสำคัญในการเขียน รายงานการศึกษาค้นคว้า เช่น การรวบรวม เรียบเรียงและบอกความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ การวิเคราะห์ และอภิปรายเหตุการณ์ การสังเคราะห์ความรู้จากข้อมูลที่ค้นคว้าได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: 112-113) สำหรับการเขียนรายงาน การศึกษา ค้นคว้าเอกสารจากห้องสมุด ผู้เรียนต้องใช้ทักษะต่างๆ ในการเลือกใช้วัสดุ เอกสาร และแหล่งความรู้ที่จะนำมาอ้างอิง การร่างเค้าโครงการและการวางแผนการเขียนรายงาน การใช้ ภาษาเขียน การประมวลถ้อยคำ ลีลาการเขียน และการแสดงถึงความรู้ ความเข้าใจของตนเอง เกี่ยวกับเรื่องที่เขียนไว้ในรายงาน (Nitko, 1996: 245) นอกจากการเขียนรายงานจะใช้ใน การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำการทดลอง และการศึกษาค้นคว้าเอกสารหรือ แหล่งเรียนรู้ต่างๆ แล้ว การเขียนรายงานยังใช้นำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ที่ได้จาก การทำโครงการวิทยาศาสตร์อีกด้วย สำหรับการนำเสนอผลงานที่ได้จากการทำโครงการ วิทยาศาสตร์ มักใช้การนำเสนอเล่มรายงานร่วมกับการนำเสนอผลงานรูปแบบอื่น เช่น การจัด แสดงผลงาน การแสดงตัวอย่างชิ้นงาน การกล่าวรายงาน (VanCleave, 1997 และ Fredericks, 2000)

4.2.2 การจัดแสดงผลงาน

การจัดแสดงผลงานเป็นการสื่อสารสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ให้ผู้อื่นได้รับรู้ โดยผู้เรียนคัดเลือกผลงานที่จะนำมาจัดแสดง ออกแบบและจัดการเกี่ยวกับลักษณะการจัดแสดง การจัดแสดงผลงานสามารถดำเนินการได้หลายลักษณะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ เวลา สถานที่ และ ความพร้อมของผู้นำเสนอ ตัวอย่างของการจัดแสดงผลงาน เช่น การจัดบอร์ด การแสดงผลงาน การวาดภาพบนฝาผนังหรือบนกำแพง การจัดแสดงหุ่นนิ่ง หรือสิ่งประดิษฐ์ที่เคลื่อนไหวได้ และ การจัดบอร์ดในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ (Benbow and Marbly, 2002: 183-184)

4.2.3 การสาธิต

การสาธิต เป็นการนำเสนอผลงานโดยผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริงเป็นตัวอย่งให้ผู้อื่นเห็น เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้อื่นนำไปใช้พัฒนางานอื่นๆ ผู้เรียนสามารถนำเสนอผลงานโดยใช้การสาธิตได้ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน หรือใช้การสาธิตร่วมกับการจัดแสดงผลงาน ในการสาธิตอาจดำเนินการโดยผู้เรียนเพียงคนเดียวหรือสาธิตเป็นกลุ่มก็ได้ การสาธิตมีได้หลายลักษณะ เช่น การสาธิตการสร้างสิ่งประดิษฐ์ การสาธิตการทดลอง การสาธิตเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: 123) การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์โดยการสาธิต เป็นการแสดงว่าผู้เรียนสามารถนำความรู้และทักษะไปใช้ทำงานที่ละเอียดและซับซ้อนได้ อย่างไรก็ตามในการสาธิต ครูต้องยอมรับในความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน และพิจารณาลีลาและลักษณะการนำเสนอร่วมด้วย โดยส่วนใหญ่แล้ว การสาธิตจะเน้นที่ความสามารถด้านการใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์มากกว่า การใช้หลักการวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ (Nitko, 1996: 245, 253)

4.2.4 การกล่าวรายงาน

การกล่าวรายงานหรือการรายงานด้วยวาจา เป็นการนำเสนอผลงานผ่านทักษะการพูด โดยให้ผู้เรียนแสดงความรู้ ความเข้าใจของตนออกมาเป็นถ้อยคำ (Nitko, 1996: 254) การรายงานกล่าวรายงานเป็นการนำเสนอผลงานที่ผู้นำเสนอต้องติดต่อกับผู้ฟังโดยตรง ซึ่งจะตรงกันข้ามกับการเขียนรายงาน การนำเสนอด้วยการกล่าวรายงาน มีองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ บทนำ ตัวเนื้อ และบทสรุป (Anholt, 1994: 21-22 และ Walters and Walters, 2002: 18-21) นอกจากส่วนประกอบทั้งสามส่วนนี้จะมีความสำคัญต่อการกล่าวรายงานแล้ว สื่อที่ใช้ประกอบการนำเสนอก็ถือว่ามีสำคัญเช่นกัน สื่อประกอบการกล่าวรายงานที่ดี จะต้องช่วยให้ผู้ชมสนใจผู้นำเสนอเพิ่มมากขึ้น ตัวอย่างสื่อที่ใช้ประกอบการกล่าวรายงาน เช่น เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ สไลด์ 35 มิลลิเมตร ภาพประกอบ วีดิทัศน์ หรือเลเซอร์ดิสก์ คอมพิวเตอร์ โปรเจคชัน โปสเตอร์ เอกสารประกอบการนำเสนอ โมเดล ผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงาน (Anholt, 1994: 21-22)

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ เป็นการสื่อสารและสื่อความหมายผลงานวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำงานวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ให้บุคคลอื่นได้รับรู้ ผ่านทางการเขียน การพูด และการจัดแสดงผลงาน การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์สามารถจำแนกได้ 4 ประเภทหลัก คือ 1) การเขียนรายงาน 2) การจัดแสดงผลงาน 3) การสาธิต และ 4) การกล่าวรายงาน ทั้งนี้ในการนำเสนอผลงานแต่ละครั้ง ผู้เรียนสามารถใช้การนำเสนอผลงาน

แต่ละประเภทร่วมกันได้ เช่น การนำเสนอโดยการกล่าวรายงานร่วมกับการจัดแสดงผลงาน การนำเสนอเล่มรายงานร่วมกับการกล่าวรายงาน นอกจากประเภทของการนำเสนอผลงานจะมีความสำคัญต่อการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนแล้ว สื่อประกอบการนำเสนอผลงานก็จัดได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้การนำเสนอผลงานมีความน่าสนใจ และช่วยให้นำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

5. ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์กับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์

แนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์เน้นว่า ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ สร้างความรู้ หรือปรับความรู้เดิมให้เข้ากับความรู้ใหม่ได้ เมื่อผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ใน 2 ลักษณะ คือ ปฏิสัมพันธ์ภายนอก และปฏิสัมพันธ์ภายใน ปฏิสัมพันธ์ภายนอก ได้แก่ การปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและบุคคลอื่น ส่วนปฏิสัมพันธ์ภายใน ได้แก่ การพิจารณา ไตร่ตรองกับตนเองเกี่ยวกับประสบการณ์ที่ได้รับจากปฏิสัมพันธ์ภายนอก ซึ่งเป็นการสร้างความหมายให้กับการเรียนรู้ (Henriques, 1997: 4) การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้ จึงสนับสนุนให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ 2 ลักษณะ คือ 1) การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เช่น การศึกษาค้นคว้า การสืบสอบ การสำรวจข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม และการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น เช่น การอภิปราย ชักถาม การเจรจาต่อรองความหมาย เพื่อลดความขัดแย้งทางความคิด และให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องชัดเจน (Henriques, 1997: 4-5; Yore et al., 1998: 4-6 และ Shymansky et al., 1998: 3-6) และ 2) การมีปฏิสัมพันธ์กับตนเอง เช่น การพิจารณา ไตร่ตรอง การเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ภายนอก เพื่อทำความเข้าใจให้มีความหมายต่อตนเอง นอกจากนี้ การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้ ยังสนับสนุนให้ผู้เรียนสร้างผลงาน หรือชิ้นงาน และนำเสนอผลงาน ให้บุคคลอื่นได้รับรู้ โดยแสดงให้เห็นประโยชน์และคุณค่าของผลงาน (Henriques, 1997: 4-5)

เมื่อพิจารณาแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์และการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้พบว่า มีความสอดคล้องกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ สรุปได้ 4 ประการ ดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้ สนับสนุนให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์
- 2 ลักษณะ คือ 1) การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เช่น การศึกษาค้นคว้า การสืบสอบ การสำรวจข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม และการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น เช่น การอภิปราย ชักถาม การเจรจาต่อรองความหมาย เพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจน และ 2) การมีปฏิสัมพันธ์กับ

ตนเอง เช่น การพิจารณา ไตร่ตรองการเรียนรู้ เพื่อให้ความรู้ ความเข้าใจที่มีความหมายต่อตนเอง การจัดการเรียนการสอนดังกล่าว มีความสอดคล้องกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการทำงานวิทยาศาสตร์ ดังที่ Azmitia and Crowley (2001: 2, 72) กล่าวไว้สรุปได้ว่า ขณะที่นักวิทยาศาสตร์ออกแบบการทดลอง ศึกษาค้นคว้า และสร้างทฤษฎีต่างๆ นั้น จะมีการใช้การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ใน 2 ลักษณะที่มีความสัมพันธ์กัน คือ 1) การคิดที่ใช้ในการทำงานร่วมกับนักวิทยาศาสตร์อื่นในการอภิปราย ชักถาม และใช้เหตุผลโต้แย้งกัน และ 2) การคิดที่ใช้ในการทำงานส่วนบุคคล ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อมีการพิจารณา ไตร่ตรองการทำงานของตนเองตามลำพัง

2. การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้ สนับสนุนให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เช่น การศึกษาค้นคว้า การสืบสอบ สืบหาข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม ซึ่งถือได้ว่าเป็นการฝึกให้ผู้เรียนมีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ดังที่ Schafersman (1994: 2-3) ได้กล่าวไว้สรุปได้ว่าการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการคิดที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการทำงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับ การสำรวจ สืบสอบเรื่องราวธรรมชาติหรือจักรวาลโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ศึกษา สืบสอบเรื่องราวธรรมชาติหรือจักรวาล จึงเป็นการฝึกการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

3. การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้ สนับสนุนให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น เช่น การอภิปราย ชักถาม การเจรจาต่อรองความหมาย เพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจน และสนับสนุนให้ผู้เรียนนำเสนอผลงานให้บุคคลอื่นได้รับรู้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับการทำงานวิทยาศาสตร์ที่ก่อให้เกิดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ดังที่ Kuhn (1993: 321-322, 324) และ Lee (1999: 57) กล่าวไว้สรุปได้ว่า การทำงานทางวิทยาศาสตร์ ถือเป็นการทำงานเชิงสังคมได้จากการที่นักวิทยาศาสตร์เกิดความสงสัยในงานของนักวิทยาศาสตร์อื่น จึงมีการอภิปราย ชักถาม ใช้เหตุผลโต้แย้งกัน มีการแลกเปลี่ยนความรู้ และสารสนเทศซึ่งกันและกัน ตัวอย่างเช่น การนำเสนอผลการวิจัยต่อนักวิทยาศาสตร์อื่นๆ หรือต่อสาธารณชน นักวิทยาศาสตร์ผู้ที่นำเสนอ ต้องอธิบายผลการวิจัย ตอบข้อซักถาม เพื่อแสดงให้เห็นว่าผลการวิจัยหรือข้อค้นพบนั้นถูกต้อง และเป็นจริง การทำงานในลักษณะนี้ถือเป็นการทำงานร่วมกันเพื่อขยายผลการวิจัยให้มีความถูกต้องและชัดเจนมากขึ้น ในทำนองเดียวกัน Dunbar (1997) ได้ศึกษาการคิดและการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ โดยสังเกตพฤติกรรมการทำงาน และการประชุมกันของนักวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ ผลการศึกษาสรุปได้ว่า การคิดและการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เกิดขึ้นในขณะนี้นักวิทยาศาสตร์นำเสนองานวิจัย ซึ่งมีการอภิปราย ชักถาม

ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย มีการให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับสมมติฐานและการทำการทดลอง รวมทั้งมีการตีความข้อมูลใหม่

4. การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้ สนับสนุนให้ผู้เรียนแสดงความรู้ความเข้าใจโดยการสร้างผลงานหรือชิ้นงาน และการนำเสนอผลงานให้บุคคลอื่นได้รับรู้โดยแสดงให้เห็นประโยชน์และคุณค่าของผลงานที่สร้างขึ้น ซึ่งเป็นการส่งเสริมการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน สอดคล้องกับที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 75, 112-113, 120, 123) ได้ระบุไว้สรุปได้ว่า การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ให้โอกาสผู้เรียนได้สื่อสารและสื่อความหมายผ่านการพูด การเขียน หรือการจัดแสดง เพื่อแสดงความรู้ ความคิด กระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นรับรู้ การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์อาจมีได้หลายประเภท เช่น การเขียนรายงาน การจัดแสดงผลงาน การสาธิต ซึ่งในแต่ละประเภทของการนำเสนอผลงานผู้เรียนจะได้แสดงความรู้ความสามารถต่างๆ กัน เช่น การรวบรวมและเรียบเรียงความรู้ให้เป็นระบบ การวิเคราะห์ การอ้างอิง ในการเขียนเล่มรายงาน และดังที่ Niko (1996: 245, 253) ได้กล่าวไว้สรุปได้ว่า การนำเสนอผลงานด้วยการสาธิตเป็นการให้ผู้เรียนแสดงความสามารถในการนำความรู้และทักษะไปใช้ในการทำงานที่ละเอียด และซับซ้อนได้ นอกจากนี้การให้ผู้เรียนนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ยังเป็นการสนับสนุนให้ผู้เรียนมีโอกาสได้ใช้สื่อทางภาพและเสียงประกอบการนำเสนอผลงานอีกด้วย

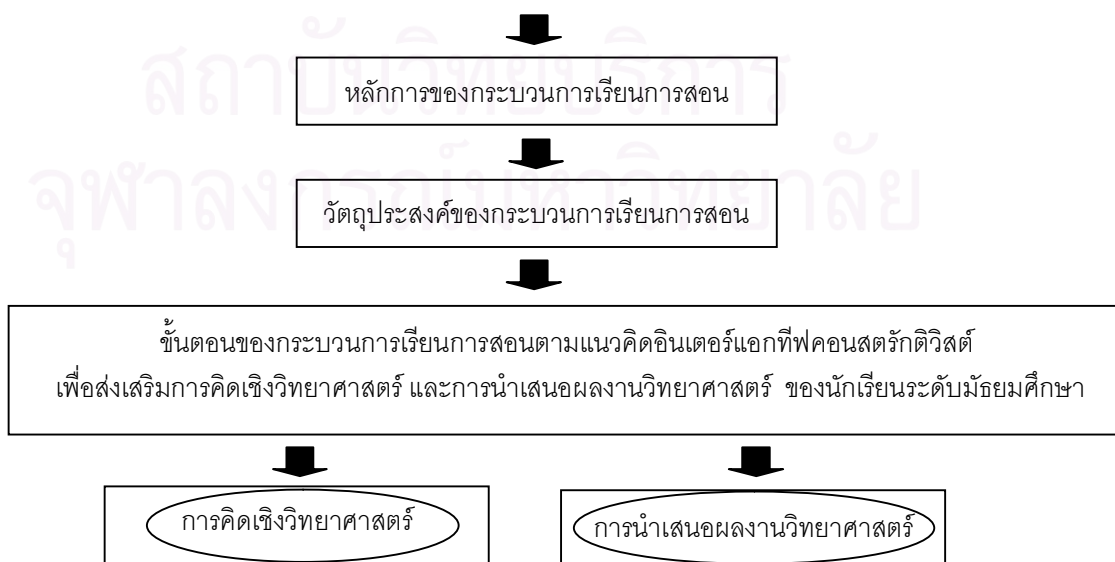
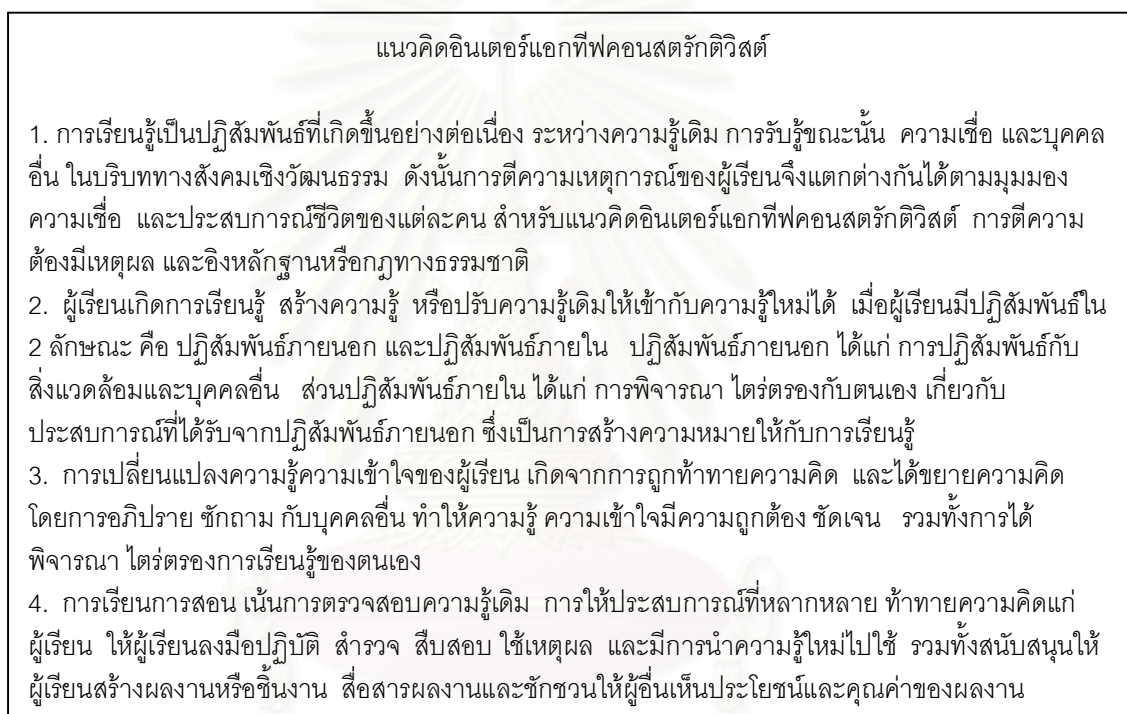
กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ มีความสอดคล้องกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ กล่าวคือแนวคิดนี้มีเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ สร้างความรู้ จากการมีปฏิสัมพันธ์ใน 2 ลักษณะ คือ 1) การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและกับบุคคลอื่น และ 2) การมีปฏิสัมพันธ์กับตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการคิด 2 ลักษณะ คือ (1) การคิดที่ใช้ขณะที่ศึกษาค้นคว้า สืบสอบ สัมภาษณ์ข้อมูลจากธรรมชาติ และการคิดที่ใช้ในการอภิปราย ใช้เหตุผลโต้แย้งกัน ในขณะที่ทำงานวิทยาศาสตร์ร่วมกับบุคคลอื่นหรือในขณะที่นำเสนองานวิจัย และ (2) การคิดที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการพิจารณา ไตร่ตรอง การทำงานของตนเองตามลำพัง นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ ยังสนับสนุนให้ผู้เรียนสร้างผลงานและนำเสนอผลงานให้บุคคลอื่นได้รับรู้ ซึ่งเป็นการส่งเสริมการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากในการนำเสนอผลงาน ผู้เรียนมีโอกาสฝึกฝนและได้ใช้ความรู้ความสามารถหลายด้าน เช่น การเขียน การพูด การสาธิต การจัดแสดง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา มีกรอบแนวคิดในการวิจัยแสดงในแผนภาพที่ 1

แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย



การวิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา แบ่งการดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 การพัฒนากระบวนการเรียนการสอน มีการดำเนินงาน 5 ขั้น ดังนี้

1. การศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์
2. การพัฒนาหลักการของกระบวนการเรียนการสอน
3. การกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและวัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน
4. การพัฒนาขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน
5. การตรวจสอบและปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน

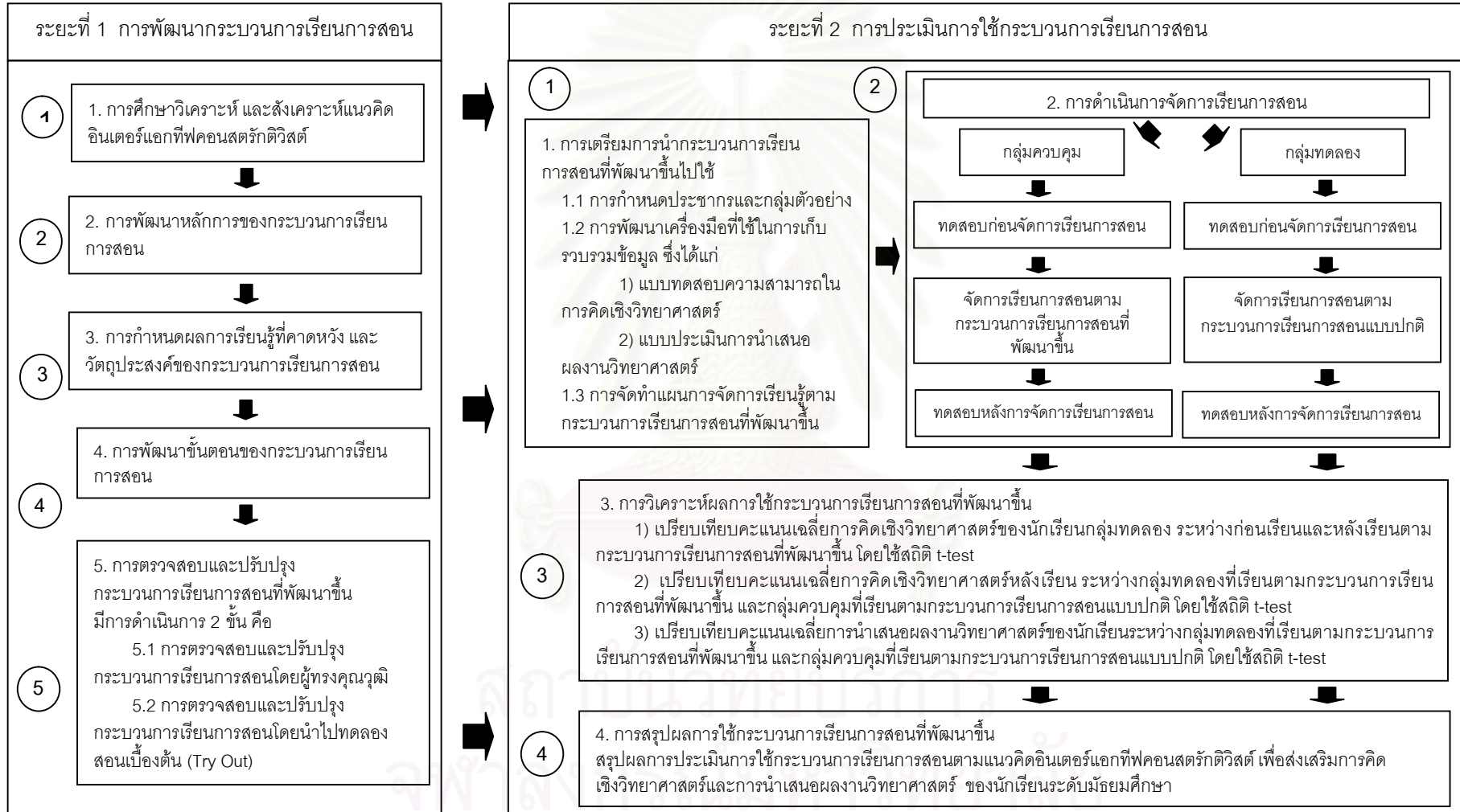
ระยะที่ 2 การประเมินการใช้กระบวนการเรียนการสอน มีการดำเนินงาน 4 ขั้น ดังนี้

1. การเตรียมการเพื่อนำกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้
 - 1.1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
 - 1.2 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
 - 1.3 การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น
2. การดำเนินการจัดการเรียนการสอน
3. การวิเคราะห์ผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น
4. การสรุปผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ลำดับขั้นตอนหลักของการดำเนินการวิจัย เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา แสดงในแผนภาพที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพที่ 2 ลำดับขั้นตอนหลักในการดำเนินการวิจัย เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา



ระยะที่ 1 การพัฒนากระบวนการเรียนการสอน

การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา มีการดำเนินงาน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์

ผู้วิจัยศึกษาความเป็นมา และความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งเป็นทฤษฎีมูลฐานของแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ และศึกษา วิเคราะห์แนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ จากเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยของนักวิชาการต่างๆ ได้แก่ Dunkhase et al., (1997: 2), Henriques (1997: 4), Shymansky et al., (1998: 3-4, 6), Yore et al., (1998: 4-5), Yore et al., (1998: 4, 6) และ Yore (2001: 6) จากนั้นนำผลการวิเคราะห์ และสังเคราะห์มาสรุปเป็นสาระสำคัญของแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์

2. การพัฒนาหลักการของกระบวนการเรียนการสอน

ผู้วิจัยนำสาระสำคัญของแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ ที่วิเคราะห์และสังเคราะห์ได้จากข้อ 1 มาพัฒนาหลักการของกระบวนการเรียนการสอน

3. การกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และวัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน

ผู้วิจัยนำหลักการของกระบวนการเรียนการสอนที่ได้จากข้อ 2 มากำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และวัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน

4. การพัฒนาขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งมีการดำเนินงาน ดังนี้

4.1 การกำหนดแนวทางในการจัดการเรียนการสอน

ผู้วิจัยนำวัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอนที่ได้จากการดำเนินการในข้อ 3 มากำหนดแนวทางการจัดการเรียนการสอน

4.2 การกำหนดขั้นตอนการเรียนการสอน

ผู้วิจัยนำแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่ได้จากข้อ 4.1 มาสรุปและเชื่อมโยงสู่ขั้นตอนการเรียนการสอน

5. การตรวจสอบและปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน มีการดำเนินงาน ดังนี้

5.1 การตรวจสอบและปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้วิจัยนำองค์ประกอบของกระบวนการเรียนการสอนที่เป็นผลจากการดำเนินการในข้อ 1-4 ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ ความชำนาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ จำนวน 3 ท่าน (ดังรายนามในภาคผนวก ก) ตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะ แล้วนำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ มาปรับปรุงแก้ไขกระบวนการเรียนการสอน ให้มีความชัดเจน ถูกต้อง และเหมาะสมยิ่งขึ้น

5.2 การตรวจสอบและปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนโดยนำไปทดลองสอนเบื้องต้น (Try Out) ซึ่งมีการดำเนินการ ดังนี้

ผู้วิจัยนำกระบวนการเรียนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ มาจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามเนื้อหาสาระ 2 ลักษณะ คือ เนื้อหาสาระที่ไม่มีการทดลองและเนื้อหาสาระที่มีการทดลอง จากนั้นผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ 2 ลักษณะ ไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง โดยทดลองสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่เนื้อหาสาระไม่มีการทดลอง 2 ครั้ง รวมเวลาสอน 3 คาบ และทดลองสอนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เนื้อหาสาระมีการทดลอง 1 ครั้ง เวลาสอน 2 คาบ รวมเวลาดทดลองสอนทั้งสิ้น 5 คาบ รายละเอียดในการนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองสอนมี ดังนี้

5.2.1 การทดลองสอนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เนื้อหาสาระไม่มีการทดลอง

ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 1 แผน เวลาสอน 1 คาบ ไปทดลองสอนครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนนนทรีวิทยา จำนวน 55 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 แล้วนำผลที่ได้จากการทดลองสอน มาปรับปรุงแก้ไขขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน จากนั้นผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วจำนวน 1 แผน เวลาสอน 2 คาบ ไปทดลองสอนครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย จำนวน 56 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 แล้วนำผลการทดลองสอนครั้งที่ 2 มาปรับปรุงแก้ไขกระบวนการเรียนการสอน

5.2.2 การทดลองสอนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เนื้อหาสาระมีการทดลอง

ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 1 แผน เวลาสอน 2 คาบ ไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย จำนวน 56 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 แล้วนำผลการทดลองสอนมาปรับปรุงแก้ไขกระบวนการเรียนการสอน

ระยะที่ 2 การประเมินการใช้กระบวนการเรียนการสอน

การประเมินผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา มีการดำเนินงานตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. การเตรียมการเพื่อนำกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้

ผู้วิจัยดำเนินการกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1.1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดประชากร ประชากรของการวิจัยเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในกรุงเทพมหานคร

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง มีการดำเนินการ ดังนี้

1.1.1 เลือกโรงเรียนสามเสนวิทยาลัยเป็นสถานศึกษาสำหรับการวิจัย

เนื่องจากเป็นโรงเรียนสหศึกษา ที่มีการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 นักเรียนมาจากครอบครัวที่มีฐานะหลากหลาย และผู้ปกครองประกอบอาชีพต่างๆ กัน เช่น ค้าขาย รับจ้าง ข้าราชการ โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย จึงสามารถเป็นตัวแทนของประชากรได้

1.1.2 เลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีการเรียนการสอนวิชา

วิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นขั้นต้นของการศึกษาในระดับมัธยมศึกษา หลังจากที่จบการศึกษา 6 ชั้นปีแล้ว เนื้อหาสาระในวิชาวิทยาศาสตร์เอื้อให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและบุคคลอื่น และผู้วิจัยสามารถดำเนินการสอนได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ผู้บริหารและอาจารย์ในหมวดวิทยาศาสตร์ได้ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการนำกระบวนการเรียนการสอนไปใช้ การพิจารณาเลือกกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยใช้คะแนนความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยเลือกห้องเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกันมากที่สุด 2 ห้อง จากห้องเรียน 5 ห้อง และทดสอบด้วยสถิติ t-test for independent samples ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งพบว่า คะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของทั้ง 2 ห้องนี้ไม่มีความแตกต่างกัน

1.1.3 แบ่งห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การสุ่มแบบไม่

เจาะจงด้วยวิธีจับสลากหมายเลขกลุ่ม ผลการจับสลากหมายเลขกลุ่มพบว่า ได้นักเรียนห้อง ม.1/6 จำนวน 49 คน เป็นกลุ่มควบคุม และนักเรียนห้อง ม.1/9 จำนวน 52 คน เป็นกลุ่มทดลอง

1.2 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อประเมินคุณภาพของกระบวนการเรียนการสอนมี 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ รายละเอียดในการพัฒนาเครื่องมือมีดังนี้

1.2.1 แบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

การพัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1.2.1.1 ศึกษาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หรือการให้เหตุผลเชิง

วิทยาศาสตร์จากเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัย ของหน่วยงานและนักวิชาการต่างๆ ซึ่งได้แก่ Dickman (1996), Schafersman, (1997), สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ และกองทุนสนับสนุนการวิจัย (2541), Dunbar (1999) และ Azmitia and Crowley (2001) แล้วนำผลการศึกษามาวิเคราะห์ และสรุปเป็นความหมาย และองค์ประกอบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาดังกล่าว พบว่า การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยความคิด 4 ชั้น คือ การคิดเพื่อระบุปัญหา การคิดเพื่อกำหนดสมมติฐาน การคิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน และการคิดเพื่อตีความหมายข้อมูลและสรุปผล

1.2.1.2 ศึกษาองค์ประกอบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ขั้นตอน

จากเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัย ของหน่วยงานและนักวิชาการต่างๆ ซึ่งได้แก่ Bandman (1974), Koning (1994), Bandman and Bandman (1995), Beyer (1997), Schafersman (1997), Science Service (2001), University of Utah (2002), Askew (2004), Landsberger (2004), Science Stuff (2004) และ Orpheum Children Science Museum (n.d. online) แล้วนำผลการศึกษามาวิเคราะห์ และสรุปเป็นขั้นตอนการคิดขององค์ประกอบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

1.2.1.3 สร้างแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก พร้อมทั้งให้เสนอเหตุผลในการตอบตัวเลือก โดยให้ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับความหมาย ขั้นตอนการคิดขององค์ประกอบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ 4 ชั้น ข้อคำถามเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่สามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน และสอดคล้องกับวุฒิภาวะของผู้เรียน แบบทดสอบมีสัดส่วนจำนวนข้อสอบในแต่ละองค์ประกอบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ 4 ชั้น จำนวน 5 ข้อเท่ากัน ยกเว้นการคิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน ที่มีจำนวนข้อสอบ 15 ข้อ เนื่องจากเป็นการคิดที่ประกอบด้วย 3 การคิดย่อย คือ การคิดเพื่อกำหนดและนิยามตัวแปร การคิดเพื่อออกแบบวิธีการทดสอบ และการคิดเพื่อบันทึกผลการทดสอบ

1.2.1.4 กำหนดการให้คะแนนคะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ประกอบด้วยคะแนน 2 ส่วน คือ คะแนนผลของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และคะแนนกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะได้คะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ 1 คะแนน เมื่อตอบทั้งตัวเลือกปรนัยและให้เหตุผลในการตอบตัวเลือกได้ถูกต้อง หากผู้เรียนตอบตัวเลือกปรนัยถูกต้องแต่ให้เหตุผลในการตอบตัวเลือกไม่ถูกต้อง ผู้เรียนจะได้คะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในข้อนั้นเท่ากับ 0 คะแนน

1.2.1.5 นำแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ และมีประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งในส่วนของเนื้อหาสาระและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ท่าน (ดังรายชื่อในภาคผนวก ก) ตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะ แล้วนำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบให้มีความชัดเจน ถูกต้อง และเหมาะสมยิ่งขึ้น ผลการตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิพบว่า แบบทดสอบมีความตรงตามเนื้อหา อย่างไรก็ตามผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม สรุปได้ดังนี้

(1) ควรลดจำนวนข้อคำถาม และเวลาในการทำแบบทดสอบให้น้อยลง

(2) ควรปรับปรุงข้อความของตัวเลือกในข้อคำถามที่ 4 ข้อความของข้อคำถามที่ 7 9 19 และ 27 และสถานการณ์ที่ใช้ตอบข้อคำถามที่ 12-15 19-24 ให้มีความชัดเจน และสอดคล้องกับความเป็นจริงยิ่งขึ้น

1.2.1.6 ปรับปรุงข้อความในแบบทดสอบตามข้อเสนอแนะของ

ผู้ทรงคุณวุฒิ โดยลดเวลาในการทำแบบทดสอบลงจาก 100 นาที เป็น 75 นาที และลดจำนวนข้อคำถามลงจาก 30 ข้อ เป็น 20 ข้อ โดยตัดข้อคำถามออกจำนวน 10 ข้อ และยังคงให้ข้อคำถามที่เหลือ 20 ข้อ ครอบคลุมองค์ประกอบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

- (1) ข้อคำถามการคิดเพื่อระบุปัญหา 3 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1 3 และ 10
- (2) ข้อคำถามการคิดเพื่อตั้งสมมติฐาน 3 ข้อ ได้แก่ ข้อ 7 18 และ 20
- (3) ข้อคำถามการคิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน
 - ก. การกำหนดและนิยามตัวแปร 4 ข้อ ได้แก่ ข้อ 4 8 13 และ 19
 - ข. การออกแบบวิธีการทดสอบ 4 ข้อ ได้แก่ ข้อ 5 11 15 และ 28
 - ค. การบันทึกผลการทดสอบ 3 ข้อ ได้แก่ ข้อ 2 14 และ 16
- (4) ข้อคำถามการคิดเพื่อตีความหมายข้อมูลและสรุปผล 3 ข้อ

ได้แก่ ข้อ 6 12 และ 17

1.2.1.7 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 214 คน และซักถามเกี่ยวกับความชัดเจนของคำถามจากนักเรียนที่ทำแบบทดสอบจำนวน 15 คน จากนั้นนำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนน และนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาค่าความความยาก อำนาจจำแนก และความเที่ยงของแบบทดสอบตามวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Method) ผลการคำนวณพบว่า ค่าความความยากของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าอยู่ระหว่าง 0.28–0.80 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.36–0.71 และค่าความเที่ยงมีค่าเท่ากับ 0.87 ส่วนการซักถามนักเรียนพบว่า นักเรียนทุกคนมีความคิดเห็นตรงกันว่า สถานการณ์ที่กำหนดให้และข้อคำถามทุกข้อในแบบทดสอบมีความชัดเจนและเข้าใจได้

1.2.2 แบบประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์

การพัฒนาแบบประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1.2.2.1 ศึกษาประเภทของการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ จากเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัย ของหน่วยงานและนักวิชาการต่างๆ ซึ่งได้แก่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546), Anholt (1994) และ Walters and Walters (2002) ผลการศึกษาพบว่า การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ สามารถจำแนกได้เป็น 4 ประเภทหลักได้แก่ การเขียนรายงาน การจัดแสดงผลงาน การสาธิต และการกล่าวรายงาน

1.2.2.2 ศึกษาองค์ประกอบของการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์

4 ประเภทหลัก ในข้อ 1.2.2.3 จากเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยของหน่วยงานและนักวิชาการต่างๆ ซึ่งได้แก่ Rogerson (1989), Anholt (1994), Frederic (2000) และ Morgan Dunn and Relilly (2004) แล้วนำผลการศึกษาที่กำหนดรายการประเมิน โดยให้ครอบคลุม 4 รูปแบบหลักในการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ จากผลการศึกษาสามารถกำหนดรายการประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ได้ 4 ข้อ ได้แก่ ความครบถ้วนของประเด็นและสาระสำคัญ ความถูกต้องของข้อมูลที่นำเสนอ ลำดับการนำเสนอข้อมูล และความน่าสนใจของการนำเสนอข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย 3 ข้อย่อย ได้แก่ การใช้อุปกรณ์และสื่อประกอบการนำเสนอผลงาน การใช้ภาษาในการนำเสนอผลงาน และเวลาที่ใช้นำเสนอผลงาน ผู้วิจัยกำหนดให้รายการประเมินทั้ง 4 ข้อ มีสัดส่วนความสำคัญคิดเป็นน้ำหนักร้อยละ 25 เท่ากัน โดยข้อย่อยของรายการประเมินที่ 4 มีสัดส่วนความสำคัญคิดเป็นน้ำหนักร้อยละแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 สัดส่วนความสำคัญที่คิดเป็นน้ำหนักร้อยละของรายการประเมินการนำเสนอผลงาน
วิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	น้ำหนัก (ร้อยละ)
1. ความครบถ้วนของประเด็นและสาระสำคัญ	25.0
2. ความถูกต้องของการนำเสนอผลงาน	25.0
3. การจัดระบบการนำเสนอผลงาน	25.0
4. ความน่าสนใจของการนำเสนอข้อมูล	
4.1 การใช้อุปกรณ์ และสื่อประกอบการนำเสนอผลงาน	10.0
4.2 การใช้ภาษาในการนำเสนอผลงาน	10.0
4.3 เวลาที่ใช้นำเสนอผลงาน	5.0
รวม	100.0

1.2.2.3 กำหนดเกณฑ์การประเมินในลักษณะรูบริกส์ (Rubrics)

โดยแบ่งความสามารถในการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์เป็น 4 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การจำแนกความสามารถในการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ 4 ระดับ

ระดับความสามารถ	ความหมาย
4	มีความสามารถอยู่ในระดับดีมาก
3	มีความสามารถอยู่ในระดับดี
2	มีความสามารถอยู่ในระดับพอใช้
1	มีความสามารถอยู่ในระดับต้องปรับปรุง

จากนั้นกำหนดรายละเอียดที่บ่งชี้ถึงระดับความสามารถ 4 ระดับ ของรายการประเมิน 4 ข้อ (ดังปรากฏในภาคผนวก ง) การประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์จะพิจารณาให้คะแนนตามระดับความสามารถร่วมกับน้ำหนักร้อยละของรายการประเมินนั้นๆ

1.2.2.4 สร้างแบบประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์

ซึ่งประกอบด้วยรายการประเมิน 4 ข้อ และใช้เกณฑ์การประเมินในลักษณะรูบริกส์ ที่แบ่งความสามารถในการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์เป็น 4 ระดับ

1.2.2.5 ตรวจสอบความตรงของแบบประเมิน ผู้วิจัยนำแบบประเมินที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาโท และมีประสบการณ์ด้านการสอน

วิทยาศาสตร์และการประเมินผลงานวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 10 ปี จำนวน 2 ท่าน (ดังรายชื่อในภาคผนวก ก) ตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ ผลการตรวจสอบพบว่า แบบประเมินมีความตรงตามเนื้อหา และรายการประเมินครอบคลุมองค์ประกอบของรูปแบบหลักในการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสรุปได้ว่า ควรปรับปรุงแก้ไขข้อความที่บ่งชี้ถึงความสามารถระดับดีมาก และระดับดีของรายการประเมินที่ 1 (ความครบถ้วนของประเด็นและสาระสำคัญ) ข้อความที่บ่งชี้ถึงความสามารถระดับดี และระดับพอใช้ของรายการประเมินที่ 2 (ความถูกต้องของการนำเสนอผลงาน) และข้อความที่บ่งชี้ถึงความสามารถระดับดี และระดับต้องปรับปรุงของรายการประเมินที่ 4.1 (การใช้อุปกรณ์ และสื่อประกอบการนำเสนอผลงาน) ให้กระชับ ชัดเจน และสอดคล้องกันยิ่งขึ้น

1.2.2.6 ปรับปรุง แก้ไขแบบประเมินตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

1.2.2.7 ตรวจสอบความตรงของการประเมินของผู้วิจัยกับผู้เชี่ยวชาญ

ซึ่งมีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาโท และมีประสบการณ์ด้านการสอนวิทยาศาสตร์และการประเมินผลงานวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 5 ปี โดยผู้วิจัยนำแบบประเมินไปทดลองประเมินกับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อหาความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน ซึ่งมีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

(1) อภิปรายร่วมกันกับผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับรายการประเมิน เกณฑ์การประเมิน และการให้คะแนน เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจน ถูกต้องตรงกัน

(2) นำแบบประเมินไปทดลองประเมินระหว่างผู้วิจัยกับผู้เชี่ยวชาญ โดยประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 แล้วนำคะแนนจากการประเมินมาคำนวณหาความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.64 และพบว่า ความสัมพันธ์ของคะแนนการประเมินระหว่างผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้วิจัยจึงอภิปรายร่วมกันกับผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับรายการประเมินที่ให้คะแนนแตกต่างกัน และสามารถสรุปความคิดเห็นในการให้คะแนนให้ตรงกันได้

(3) นำแบบประเมินไปทดลองประเมินกับผู้เชี่ยวชาญ 2 ท่าน

คือ อาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ จากโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย และอาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ จากโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามลำดับ แล้วนำคะแนนจากการประเมินมาคำนวณหาความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.99 และ 0.94 ตามลำดับ และพบว่า คะแนนการประเมินระหว่างผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญมีความสัมพันธ์กัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงสรุปได้ว่า ผู้วิจัยมีความตรงในการประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์

1.3 การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1.3.1 ศึกษา วิเคราะห์เนื้อหาสาระ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และจุดประสงค์ของรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย จากหนังสือเรียนและคู่มือครู ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนในภาคเรียนที่ 1 จากผลการศึกษา สามารถแบ่งเนื้อหาสาระได้ 2 ประเภท คือ เนื้อหาสาระที่มีการทดลอง ได้แก่ เรื่อง สารและสมบัติของสาร และเนื้อหาสาระที่ไม่มีการทดลอง ได้แก่ เรื่อง บรรยากาศ

1.3.2 นำเนื้อหาสาระ 2 เรื่องดังกล่าว มาวิเคราะห์ และวางแผนการจัดการเรียนรู้ระยะยาว ได้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 8 แผน เป็นเวลา 46 คาบ ปรากฏในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 เนื้อหาสาระและจำนวนคาบเรียนของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ในวิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการจัด การเรียนรู้ที่	เนื้อหา	จำนวนคาบ
	สารและสมบัติของสาร	
1	การจำแนกและจัดกลุ่มสาร 1	10
2	การจำแนกและจัดกลุ่มสาร 2	6
3	สารละลายกรด-เบส	6
4	การแยกสาร	6
	บรรยากาศ	
5	ความสำคัญ องค์ประกอบ และการแบ่งชั้นบรรยากาศ	3
6	สมบัติของอากาศ	6
7	เมฆ และฝน	3
8	ลมฟ้าอากาศ และการพยากรณ์อากาศ	6
	รวม	46

1.3.3 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ 46 คาบ จำนวน 2 ชุดตามเนื้อหาสาระที่กำหนดไว้ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ชุดที่ 1 กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอน

ของกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ ที่ได้ปรับปรุงแก้ไข
หลังจากการนำไปทดลองใช้เบื้องต้นแล้ว ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนการสอน 5 ชั้น ได้แก่

- ขั้นที่ 1 การตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ
- ขั้นที่ 2 การท้าทายความคิดหรือสร้างความขัดแย้งทางความคิด
- ขั้นที่ 3 การปฏิสัมพันธ์ภายนอก
- ขั้นที่ 4 การนำเสนอผลงาน
- ขั้นที่ 5 การปฏิสัมพันธ์ภายใน

ส่วนแผนการจัดการเรียนรู้ชุดที่ 2 ผู้วิจัยกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียน
การสอนแบบปกติ ซึ่งมีขั้นตอนการเรียนการสอนหลัก 3 ชั้น ได้แก่

- ขั้นที่ 1 การนำเข้าสู่บทเรียน
- ขั้นที่ 2 การสอน
- ขั้นที่ 3 การสรุปและการวัดและประเมินผล

กิจกรรมการเรียนการสอนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมสรุปได้ดังปรากฏ
ในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 กิจกรรมการเรียนการสอนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กิจกรรมการเรียนการสอน	
กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>ขั้นที่ 1 การตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ</p> <p>1.1 ครูถามคำถาม หรือแสดงตัวอย่างสถานการณ์ แล้วถามคำถาม เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ หรือความเชื่อเดิม ของนักเรียน</p> <p>1.2 นักเรียนแสดงความรู้ ความเข้าใจ หรือ ความเชื่อเดิมออกมา โดยการพูดหรือการเขียน</p> <p>1.3 นักเรียนช่วยกันสรุปสิ่งที่รู้แล้ว และที่ยังไม่รู้</p>	<p>ขั้นที่ 1 การนำเข้าสู่บทเรียน</p> <p>1.1 ครูทบทวนเนื้อหาสาระ ที่นักเรียนได้เรียนรู้ใน คาบที่แล้ว และนำมาเชื่อมโยงไปสู่เรื่องที่จะเรียนรู้ ต่อไป</p> <p>1.2 ครูถามคำถาม สนทนา หรือแสดงตัวอย่าง สถานการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระที่จะเรียนรู้ เพื่อดึงความสนใจของนักเรียนมายังเรื่องที่จะเรียนรู้</p>

ตารางที่ 11 กิจกรรมการเรียนรู้การสอนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	
กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>ขั้นที่ 2 การท้าทายความคิด หรือสร้างความขัดแย้งทางความคิด</p> <p>2.1 ครูถามคำถามที่ท้าทาย หรือขัดแย้งกับความรู้เดิมของนักเรียน หรือนำเสนอสถานการณ์ปัญหา ซึ่งต้องการคำตอบหรือการอธิบาย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย และอยากรู้คำตอบ</p> <p>2.2 นักเรียนนำเสนอประเด็นที่สงสัย อยากรู้ และคาดคะเนคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ โดยการพูดหรือการเขียน</p>	<p>ขั้นที่ 2 การสอน</p> <p>2.1 ครูบรรยาย สาธิต หรือให้นักเรียนทำการทดลองหรือศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร</p> <p>2.2 ในกรณีให้นักเรียนทำการทดลอง ครูแบ่งนักเรียนให้ทำงานเป็นกลุ่มย่อย โดยครูคอยให้คำปรึกษา ชี้แนะ และจัดสิ่งสนับสนุนการทำงานให้นักเรียน</p> <p>2.3 ครูให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่ยังไม่เข้าใจ หรือต้องการทราบเพิ่มเติม</p>
<p>ขั้นที่ 3 การปฏิสัมพันธ์ภายนอก</p> <p>3.1 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกัน เกี่ยวกับวิธีดำเนินการเพื่อหาคำตอบ หรือตรวจสอบคำตอบที่คาดคะเนไว้ล่วงหน้า โดยเน้นการลงมือปฏิบัติ ทดลอง สืบสอบ สัมภาษณ์ สืบค้น</p> <p>3.2 ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย แล้วให้ร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม เพื่อวางแผนการทำงานและดำเนินการหาคำตอบตามแผนที่วางไว้</p> <p>3.3 ครูคอยให้คำปรึกษา ชี้แนะ และจัดสิ่งสนับสนุนการทำงานให้นักเรียน รวมทั้งติดตามความก้าวหน้าในการทำงานเป็นระยะ</p> <p>3.4 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ซักถาม โดยสรุปข้อมูลจากการทำงานเป็นข้อค้นพบ และเปรียบเทียบข้อค้นพบกับคำตอบที่คาดคะเนไว้ล่วงหน้า</p> <p>3.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม เพื่อสรุปเป็นสาระสำคัญที่ได้เรียนรู้ จากการมีปฏิสัมพันธ์และการทำงานร่วมกัน</p> <p>3.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงออกถึงความรู้ ความเข้าใจ หรือการนำความรู้ไปใช้ โดยการสร้างผลงานและเตรียมนำเสนอผลงาน</p>	<p>ขั้นที่ 3 การสรุปและประเมินผล</p> <p>3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญของบทเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามเพิ่มเติม</p> <p>3.2 ครูถามคำถาม หรือให้นักเรียนทำแบบทดสอบเกี่ยวกับเนื้อหาสาระที่เรียนรู้</p>

ตารางที่ 11 กิจกรรมการเรียนการสอนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนการสอน	
กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>ขั้นที่ 4 การนำเสนอผลงาน</p> <p>4.1 ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดเกณฑ์การประเมินการนำเสนอผลงาน</p> <p>4.2 ผู้แทนนักเรียนของแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน</p> <p>4.3 นักเรียนกลุ่มที่รับฟังการนำเสนอผลงาน ชักถามและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้นำเสนอ</p> <p>4.4 นักเรียนกลุ่มที่รับฟังการนำเสนอผลงาน ประเมินการนำเสนอผลงาน โดยใช้เกณฑ์ที่ร่วมกันกำหนดขึ้น และให้ข้อเสนอแนะสำหรับการนำเสนอผลงานครั้งต่อไป</p> <p>4.5 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อสรุปเป็นสาระสำคัญจากการทำงานร่วมกัน และการนำเสนอผลงาน</p> <p>4.6 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามเพิ่มเติม</p>	
<p>ขั้นที่ 5 การปฏิสัมพันธ์ภายใน</p> <p>5.1 นักเรียนพิจารณา ไตร่ตรองความรู้ หรือประสบการณ์ใหม่ จากการมีปฏิสัมพันธ์และทำงานร่วมกัน และการนำเสนอผลงาน</p> <p>5.2 นักเรียนแสดงการเชื่อมโยงความรู้ หรือประสบการณ์ใหม่ กับความรู้เดิม หรือเชื่อมโยงการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน โดยการเขียน</p>	

2. การดำเนินการจัดการเรียนการสอน

การดำเนินการจัดการเรียนการสอนเพื่อประเมินผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experiment) ซึ่งมีการดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

2.1 ดำเนินการสอนกลุ่มทดลอง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนขึ้นตามกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนการสอน 5 ขั้น และดำเนินการสอนกลุ่มควบคุม โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนขึ้นตามกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนการสอน 3 ขั้น ดังที่ได้กล่าวไว้ในข้อ 1.3.3 ทั้งนี้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 ซึ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้สุดท้าย ผู้วิจัยกำหนดให้กลุ่มควบคุมสร้างผลงาน แล้วส่งผู้แทนกลุ่มออกมานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน เพื่อนำคะแนนจากการนำเสนอผลงานมาใช้เปรียบเทียบกับกลุ่มทดลอง

2.2 ประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

2.3 วัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยให้นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ทำแบบทดสอบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์จำนวน 20 ข้อ ในเวลา 75 นาที หลังจากสิ้นสุดการดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผนแล้ว

2.4 สอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยให้นักเรียนกลุ่มทดลองทำแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน (ดังปรากฏในภาคผนวก จ)

3. การวิเคราะห์ผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการดำเนินการสอน เพื่อประเมินผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ ดำเนินการโดยนำคะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และคะแนนการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS for Windows version 10.0 ซึ่งมีการดำเนินการ ดังนี้

3.1 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยใช้สถิติ t-test for paired samples ที่ระดับนัยสำคัญ .05

3.2 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นและกลุ่มควบคุมที่เรียนตามกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ โดยใช้สถิติ t-test for independent samples ที่ระดับนัยสำคัญ .05

3.3 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นและกลุ่มควบคุมที่เรียนตามกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ โดยใช้สถิติ t-test for independent samples ที่ระดับนัยสำคัญ .05

4. การสรุปผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ผู้วิจัยนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากข้อ 3 มาสรุปผล และประเมินผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา นั้น มีการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งได้นำเสนอผลเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

ตอนที่ 2 ผลการประเมินการใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

ผลการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนนี้ มีการนำเสนอแบ่งเป็น 5 ส่วน ดังนี้

1. ผลการศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์
2. ผลการพัฒนาหลักการของกระบวนการเรียนการสอน
3. ผลการกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและวัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียน

การสอน

4. ผลการพัฒนาขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน
5. ผลการตรวจสอบและปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตอนที่ 1 มีรายละเอียด ดังนี้

1. ผลการศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์

ผู้วิจัยศึกษาแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์จากเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยของนักวิชาการต่างๆ ได้ผลการศึกษาแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ ปรากฏในตารางที่ 12 แล้วนำผลการศึกษาแนวคิดดังกล่าว มาวิเคราะห์ สังเคราะห์และสรุปเป็นสาระสำคัญของแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ ดังปรากฏในแผนภาพที่ 3

ตารางที่12 ผลการศึกษาแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์

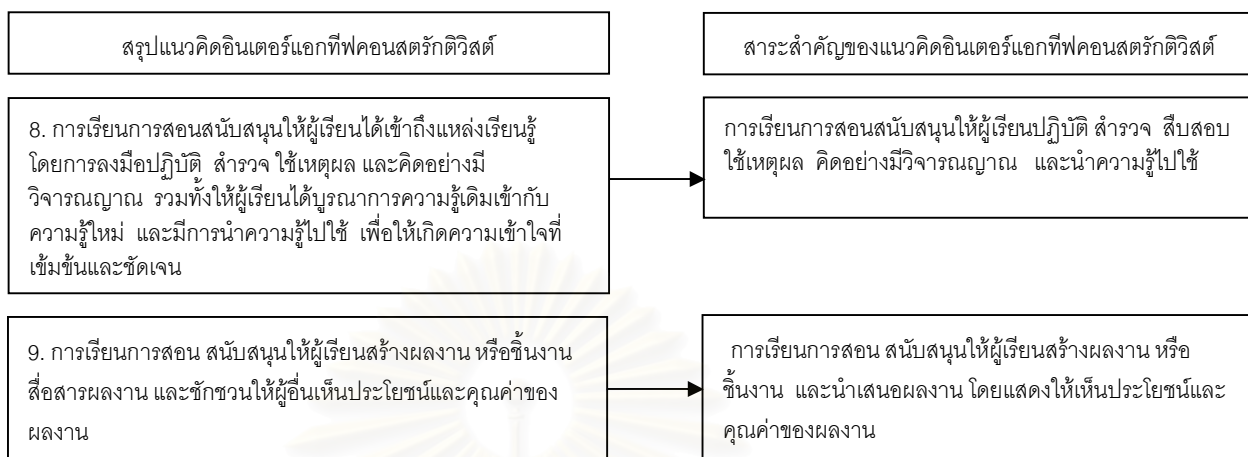
นักวิชาการ	แนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์
Shymansky et al. (1997: 573)	<ul style="list-style-type: none"> ● การเปลี่ยนแปลงความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนเกิดขึ้น เมื่อผู้เรียนได้ใช้ความคิด ได้ท้าทายความคิด และขยายความคิดจากประสบการณ์ตรง เช่น การปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น เพื่อลดความขัดแย้งทางความคิด และการพิจารณา ไตร่ตรองในความคิดของตน
Henriques (1997: 4,8)	<ul style="list-style-type: none"> ● การเรียนรู้และการสร้างความรู้เกี่ยวข้องกับปฏิสัมพันธ์ 2 ลักษณะ คือ ปฏิสัมพันธ์ภายนอก และปฏิสัมพันธ์ภายใน กล่าวคือ ผู้เรียนเรียนรู้ และสร้างความรู้ เมื่อได้ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและบุคคลอื่น ซึ่งถือเป็นการปฏิสัมพันธ์ภายนอก และผู้เรียนจะสร้างความหมายให้กับการเรียนรู้ เมื่อได้พิจารณา ไตร่ตรองประสบการณ์ที่ได้รับจากปฏิสัมพันธ์ภายนอก ซึ่งการพิจารณาไตร่ตรองนี้ถือเป็นการปฏิสัมพันธ์ภายใน และเมื่อผู้เรียนได้มีทั้งปฏิสัมพันธ์ภายนอกและปฏิสัมพันธ์ภายใน ผู้เรียนจึงจะปรับความรู้เดิมให้เข้ากับความรู้ใหม่ ● การเรียนการสอนเน้นการตรวจสอบว่านักเรียนรู้สิ่งใดแล้วบ้างในเรื่องที่จะเรียนรู้ การให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์หลากหลาย การท้าทายความคิด การให้โอกาสผู้เรียนได้เรียนรู้จากปรากฏการณ์ต่างๆ ในหลายๆ ด้าน การนำความรู้ไปใช้ และการให้ผู้เรียนได้พิจารณา ไตร่ตรองการเรียนรู้ของตนเอง ● ผู้เรียนสามารถตีความเหตุการณ์แตกต่างกันได้ ตามมุมมองและประสบการณ์ชีวิตที่แตกต่างกัน สำหรับแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ การตีความต้องมีเหตุผลและหลักฐานมารองรับ และใช้กฎทางธรรมชาติในการประเมินเหตุการณ์ ● การเรียนการสอนเน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติ สืบรวจ ใช้เหตุผลตัดสินความถูกต้อง ให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจที่เข้มและชัดเจน ซึ่งได้จากการได้บูรณาการความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ และมีการนำความรู้ไปใช้ ● การเรียนการสอนสนับสนุนให้ผู้เรียนสร้างผลงานหรือชิ้นงาน มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สื่อสารผลงาน และชักชวนให้ผู้อื่นเห็นประโยชน์และคุณค่าของผลงาน ● ครูควรกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง ซึ่งแนะนำให้ผู้เรียนอภิปรายซักถาม เพื่อสร้างความเข้าใจให้ถูกต้อง ชัดเจน และสนับสนุนให้ผู้เรียนพิจารณา ไตร่ตรอง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย
Yore and Shymansky (1997) อ้างถึงใน Dunkhase et al. (1997: 2-3)	<ul style="list-style-type: none"> ● การเรียนรู้เป็นปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องระหว่างความรู้เดิม การรับรู้ขณะนั้น ความเชื่อ และบุคคลอื่น ในบริบททางสังคมเชิงวัฒนธรรม ● การตีความจะสะท้อนประสบการณ์ชีวิตและความเชื่อของบุคคล ทั้งนี้ความถูกต้องของการตีความพิจารณาจากหลักฐานตามธรรมชาติ ● การอภิปรายร่วมกันเป็นกลุ่ม ไม่เพียงแต่จะทำให้ความคิด หรือแนวทางที่เป็นไปได้ต่างๆ เกิดขึ้น ยังทำให้ความคิดหรือแนวทางนั้นมีความชัดเจนและถูกต้องมากขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามความหมายแท้จริงสร้างขึ้นจากการพิจารณา ไตร่ตรองภายในตัวบุคคล
Yore et al (1998: 4-6)	<ul style="list-style-type: none"> ● การเรียนรู้เป็นปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ระหว่างความรู้เดิม ความรู้สึกขณะนั้น ความเชื่อ และบุคคลอื่น ในบริบททางสังคมเชิงวัฒนธรรม ซึ่งนำไปสู่การตีความประสบการณ์ที่หลากหลายที่ใช้หลักฐานพิสูจน์ความถูกต้อง และมีการรับประสบการณ์ต่างๆ เข้าไว้ในระบบความรู้ส่วนตัว ● การเรียนการสอนประกอบด้วย การให้ผู้เรียนเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ การลงมือปฏิบัติ การใช้เหตุผล การบูรณาการความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ และการนำความรู้ไปใช้ ● การเรียนการสอน เน้นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ และมุ่งท้าทายความคิดของผู้เรียน ส่งเสริมกระบวนการในเชิงลึก และปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ในเชิงรุก ● การปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในห้องเรียน เป็นการสื่อสารแบบสองทาง กล่าวคือ มีการอภิปราย ซักถาม ในประเด็นที่มีความขัดแย้งทางความคิด เพื่อสร้างความเข้าใจที่ชัดเจน ระหว่างครูกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน หรือผู้เรียนกับบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ ● การเรียนการสอนสนับสนุนให้ผู้เรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การสื่อสารผลงาน และการชักชวนให้ผู้อื่นเห็นประโยชน์และคุณค่าของผลงาน

แผนภาพที่ 3 สาระสำคัญของแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งเป็นผลจากการศึกษา
วิเคราะห์ และสังเคราะห์ แนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์



แผนภาพที่ 3 สาระสำคัญของแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งเป็นผลจากการศึกษา

วิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ (ต่อ)



2. ผลการพัฒนาหลักการของกระบวนการเรียนการสอน

ผู้วิจัยนำสาระสำคัญของแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ที่ได้จากข้อ 1 มา

พัฒนาเป็นหลักการของกระบวนการเรียนการสอน 4 ประการ คือ

- 2.1 การท้าทายความคิดหรือสร้างความขัดแย้งทางความคิด
- 2.2 การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและบุคคลอื่น
- 2.3 การพิจารณาไตร่ตรองกับตนเอง
- 2.4 การนำเสนอผลงาน

ผลการพัฒนาหลักการของกระบวนการเรียนการสอน ปรากฏในแผนภาพที่ 4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพที่ 4 หลักการของกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งพัฒนาจากสาระสำคัญของแนวคิด อินเทอร์เน็ตที่ฟคอนสตรัคติวิสต์



3. ผลการกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและวัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน

ผู้วิจัยนำหลักการของกระบวนการเรียนการสอน 4 ประการ จากข้อ 2 มากำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และสรุปเป็นวัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน 2 ประการ คือ

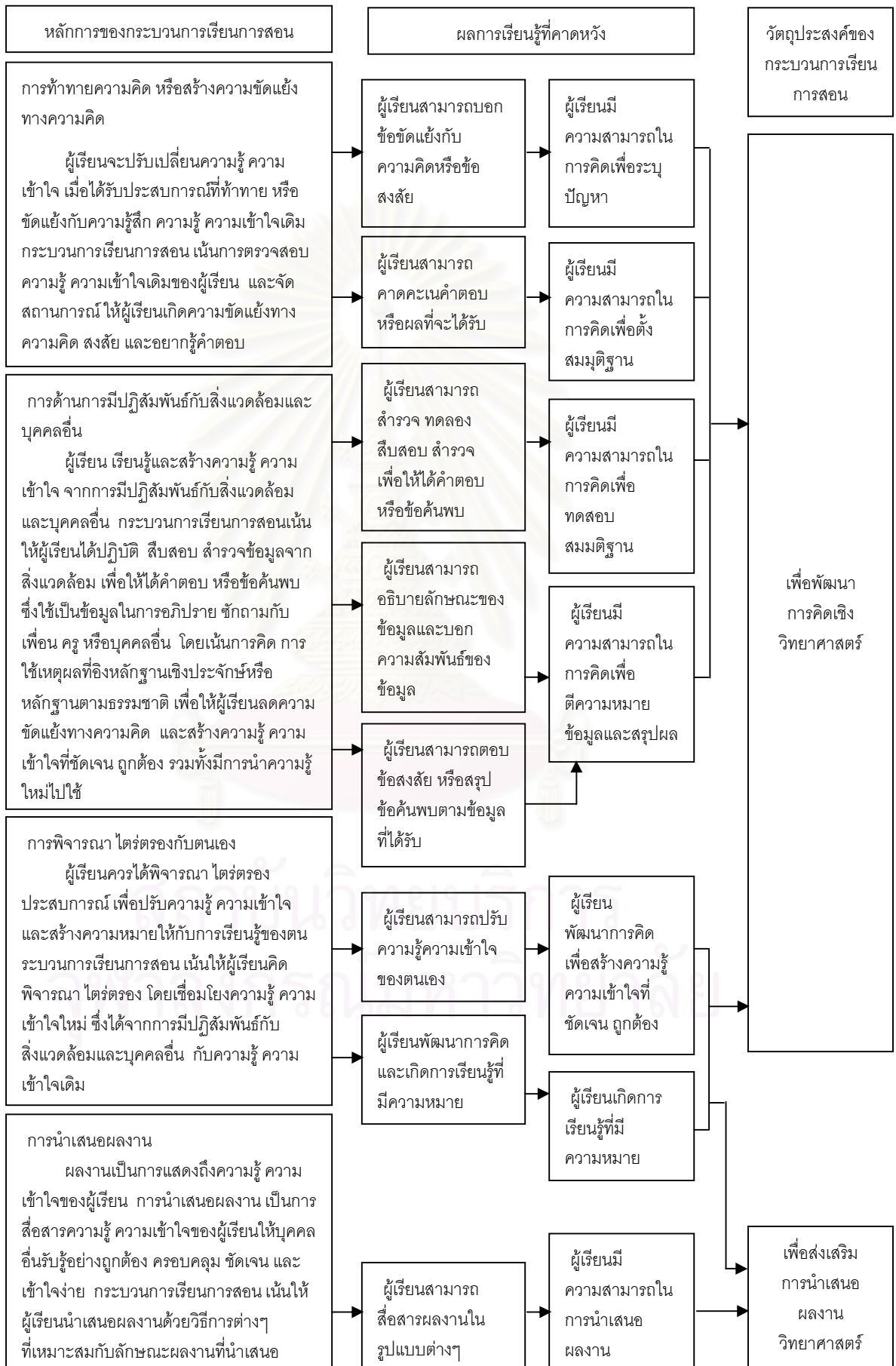
- 3.1 เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
- 3.2 เพื่อส่งเสริมการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์

ผลการกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและวัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน ดังปรากฏในแผนภาพที่ 5



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพที่ 5 วัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งกำหนดขึ้นจากหลักการของ
กระบวนการเรียนการสอน ตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์



สำหรับวัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอนประการแรกเพื่อพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์นั้น สามารถจำแนกเป็นวัตถุประสงค์ย่อยได้ 4 ประการ (Dickman, 1996:1 และ Schafersman, 1997:1-2) ได้แก่

1. การคิดเพื่อระบุปัญหา
2. การคิดเพื่อตั้งสมมติฐาน
3. การคิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน
4. การคิดเพื่อตีความหมายข้อมูลและสรุปผล

4. ผลการพัฒนาขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน มีการนำเสนอแบ่งเป็น 2 ส่วน
ดังนี้

4.1 ผลการกำหนดแนวทางการจัดการเรียนการสอน

ผู้วิจัยนำวัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอนจากข้อ 3 มากำหนดแนวทางการจัดการเรียนการสอน ดังปรากฏในตารางที่ 13



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 13 แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเทอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์
ซึ่งกำหนดขึ้นจากวัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน

วัตถุประสงค์ของ กระบวนการเรียนการสอน	แนวทางการจัดการเรียนการสอน
1. เพื่อส่งเสริมการคิดเชิง วิทยาศาสตร์	
1.1 เพื่อส่งเสริมการคิด เพื่อระบุปัญหา	1. ตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ ความเชื่อหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้ 2. จัดสภาพการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิด หรือเกิดข้อสงสัย อยากรู้คำตอบ เพื่อนำไปสู่การระบุปัญหา
1.2 เพื่อส่งเสริมการคิด เพื่อตั้งสมมุติฐาน	3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสดงคำตอบที่เป็นไปได้หรือคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า
1.3 เพื่อส่งเสริมการคิด เพื่อทดสอบสมมุติฐาน	4. จัดสภาพการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนหาคำตอบ หรือตรวจสอบคำตอบที่ได้คาดคะเนไว้ล่วงหน้า โดยเน้นการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โดยใช้วิธีการต่างๆ เช่น ศึกษาค้นคว้า ทดลอง สืบสอบ สืบถาม 5. ครูอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียน โดยจัดเตรียมแหล่งการเรียนรู้ วัสดุ อุปกรณ์ และให้คำปรึกษา ชี้แนะการทำงานของนักเรียน
1.4 เพื่อส่งเสริมการคิด เพื่อตีความหมายข้อมูลและ สรุปผล	6. สนับสนุนให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม มาหาความสัมพันธ์ และสรุปเป็นข้อค้นพบ โดยใช้การอภิปราย ชักถาม ที่อิงหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อตอบข้อสงสัยหรือพิสูจน์คำตอบที่ได้คาดคะเนไว้ 7. จัดการเรียนการสอนที่สนับสนุนให้ผู้เรียนมีการนำความรู้ไปใช้ 8. สนับสนุนให้ผู้เรียนคิด ทบทวน และไตร่ตรองการเรียนรู้ของตนเอง โดยนำสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และจากการอภิปราย ชักถามร่วมกัน มาเชื่อมโยงกับความรู้ ความเข้าใจเดิม หรือการดำเนินชีวิตประจำวัน
2. เพื่อส่งเสริมการนำเสนอ ผลงานวิทยาศาสตร์	9. ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำข้อค้นพบ หรือสิ่งที่ได้เรียนรู้มาสร้างผลงานหรือชิ้นงาน 10. ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำเสนอผลงาน ประเมินการนำเสนอผลงานร่วมกัน และให้ข้อเสนอแนะซึ่งกันและกัน 11. สนับสนุนให้ผู้เรียนคิด ทบทวน และไตร่ตรองการเรียนรู้ของตนเอง โดยนำสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการนำเสนอผลงาน มาเชื่อมโยงกับความรู้ ความเข้าใจเดิม หรือการดำเนินชีวิตประจำวัน

4.2 ผลการกำหนดขั้นตอนการเรียนการสอน

ผู้วิจัยนำแนวทางการจัดการเรียนการสอนจากข้อ 4.1 มาสรุปและเชื่อมโยงสู่ขั้นตอนการเรียนการสอนได้ 6 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ

ขั้นที่ 2 การท้าทายความคิดหรือสร้างความขัดแย้งทางความคิด

ขั้นที่ 3 การปฏิสัมพันธ์ภายนอก

ขั้นที่ 4 การนำเสนอผลงาน

ขั้นที่ 5 การปฏิสัมพันธ์ภายใน

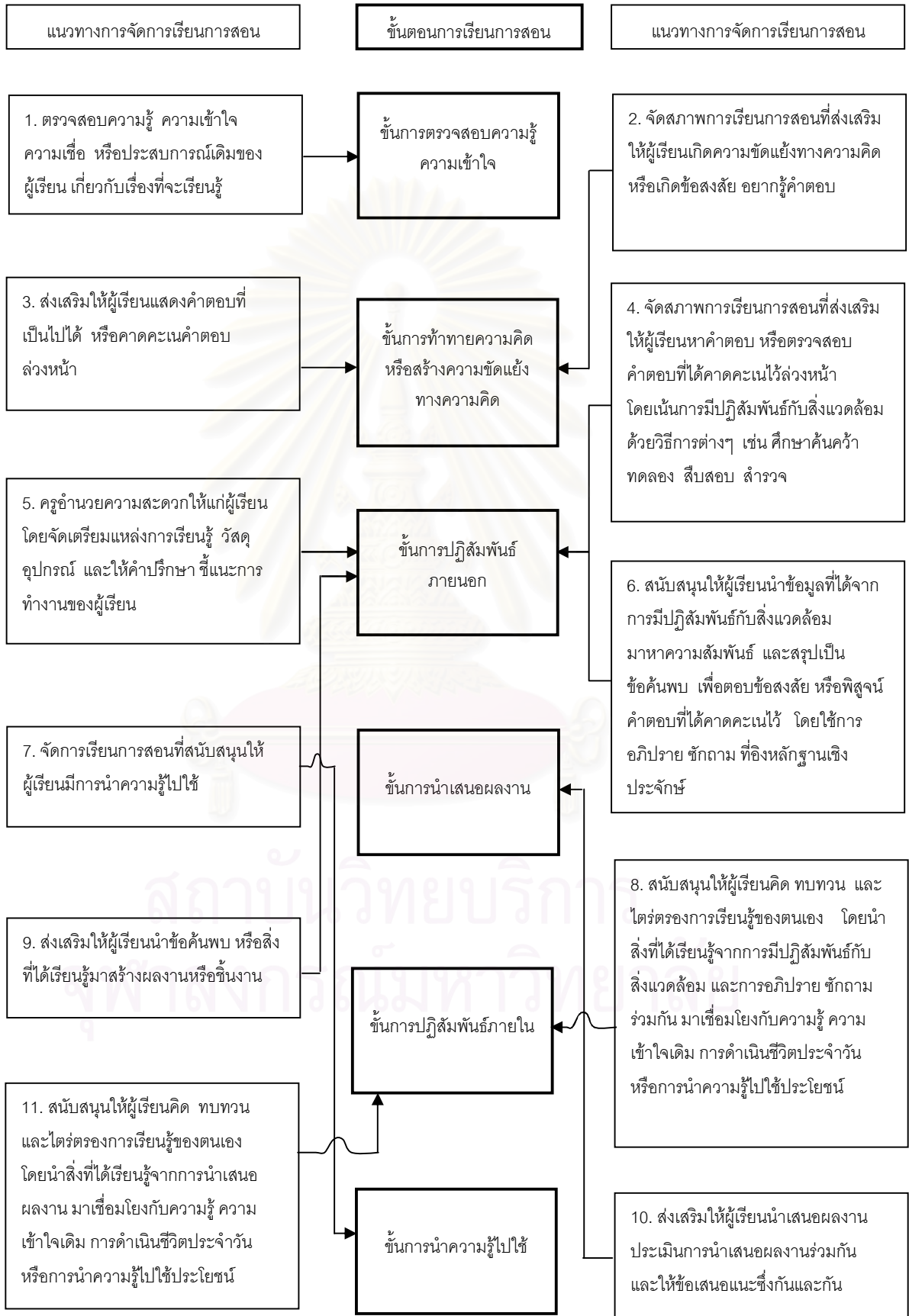
ขั้นที่ 6 การนำความรู้ไปใช้

ขั้นตอนการเรียนการสอนปรากฏในแผนภาพที่ 6



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพที่ 6 ขั้นตอนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งกำหนดขึ้นจากแนวทางการจัดการเรียนการสอน



5. ผลการตรวจสอบและปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน แบ่งการนำเสนอเป็น 2 ส่วน ดังนี้

5.1 ผลการตรวจสอบและปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ ความชำนาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ จำนวน 3 ท่าน (ดังรายนามในภาคผนวก ก) ได้ตรวจสอบองค์ประกอบของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นและให้ข้อเสนอแนะ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 ควรปรับภาษาในส่วนของหลักการของกระบวนการเรียนการสอนให้ กระชับและชัดเจนมากขึ้น

5.1.2 ควรปรับภาษาในส่วนของกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีความชัดเจน ในเชิงปฏิบัติมากขึ้น

5.1.3 ควรปรับแก้ไขเส้นที่ลากเชื่อมโยงระหว่างสาระสำคัญของแนวคิด อินเทอร์เน็ตที่คอนสตรัคติวิสต์ และหลักการของกระบวนการเรียนการสอน จากเดิมที่ใช้เส้นประ และเส้นทึบปนกัน ให้ใช้เป็นเส้นทึบทั้งหมด

5.1.4 ควรพิจารณาลำดับของขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน ระหว่าง ขั้นที่ 1 การตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ และขั้นที่ 2 การท้าทายความคิด และสร้างความขัดแย้ง ทางความคิดให้มีความเหมาะสม

ผู้วิจัยปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอนที่ได้ปรับปรุงแล้ว โดยกำหนด กิจกรรมการเรียนการสอนจากแนวทางการจัดการเรียนการสอน จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ ดังกล่าวไปทดลองสอนเบื้องต้น

5.2 ผลการตรวจสอบและปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนโดยนำไปทดลอง สอนเบื้องต้น

ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองสอนเบื้องต้น 3 ครั้ง แบ่งเป็นการ ทดลองสอนเนื้อหาสาระที่ไม่มีการทดลอง 2 ครั้ง ใช้เวลาสอนรวม 3 คาบ และทดลองสอนเนื้อหา สาระที่มีการทดลอง 1 ครั้ง ใช้เวลาสอน 2 คาบ ซึ่งผลการทดลองสอนมีรายละเอียดดังนี้

5.2.1 ผลการทดลองสอนเนื้อหาสาระที่ไม่มีการทดลองครั้งที่ 1 พบว่า ไม่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้ครบทุกขั้นตอนภายในเวลา 1 คาบ เนื่องจากนักเรียน ใช้เวลาค่อนข้างมากในการทำกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นที่ 3 การปฏิสัมพันธ์ภายนอก และ ขั้นที่ 4 การนำเสนอผลงาน ส่งผลให้ไม่สามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นที่ 5 การปฏิสัมพันธ์ภายใน และขั้นที่ 6 การนำความรู้ไปใช้ได้ ผู้วิจัยได้แก้ไขปัญหาดังกล่าวในการ

ทดลองสอนเนื้อหาที่ไม่มีการทดลองครั้งที่ 2 ดังนี้ 1) เพิ่มเวลาสอนจาก 1 คาบ เป็น 2 คาบ
 2) ให้เวลาสำหรับทำกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นที่ 3 และ 4 ในสัดส่วนที่มากขึ้น 3) ปรับลด
 ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนลงจากเดิม 6 ขั้น เป็น 5 ขั้น โดยนำกิจกรรมการเรียนการ
 สอนในชั้นที่ 6 การนำความรู้ไปใช้ มาสอดแทรกไว้ในชั้นที่ 3 การปฏิสัมพันธ์ภายนอกและชั้นที่ 5
 การปฏิสัมพันธ์ภายใน ดังนั้นขั้นตอนการเรียนการสอนที่ปรับปรุงแล้ว จึงประกอบด้วย 5 ขั้น ได้แก่

ขั้นที่ 1 การตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ

ขั้นที่ 2 การท้าทายความคิดหรือสร้างความขัดแย้งทางความคิด

ขั้นที่ 3 การปฏิสัมพันธ์ภายนอก

ขั้นที่ 4 การนำเสนอผลงาน

ขั้นที่ 5 การปฏิสัมพันธ์ภายใน

ขั้นตอนการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟ
 คอนสตรัคติวิสต์เดิม 6 ขั้น และที่ปรับใหม่เป็น 5 ขั้นปรากฏในแผนภาพที่ 7

สถาบันวิทยบริการ
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพที่ 7 ขั้นตอนการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์
แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์เดิม 6 ขั้น และที่ปรับใหม่เป็น 5 ขั้น



ผลการทดลองสอนเนื้อหาสาระที่ไม่มีการทดลองครั้งที่ 2 ซึ่งสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนเป็น 5 ขั้น และเพิ่มเวลาสอนเป็น 2 คาบแล้วพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีความราบรื่นมากขึ้น และสามารถดำเนินกิจกรรมได้ครบทุกขั้นตอนภายในเวลาที่กำหนด กิจกรรมการเรียนการสอนที่เนื้อหาสาระไม่มีการทดลองจึงพอดีกับเวลาอย่างน้อย 2 คาบ จากนั้นผู้วิจัยจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เนื้อหาสาระมีการทดลอง โดยกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนจากแนวทางการจัดการเรียนการสอนและกำหนดเวลาสอน 2 คาบ แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองสอน

5.2.2 ผลการทดลองสอนเนื้อหาสาระที่มีการทดลองครั้งที่ 1 พบว่าสามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนได้ครบทุกขั้นตอน และการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนส่วนใหญ่อยู่ภายในเวลาที่กำหนด อย่างไรก็ตาม จากการซักถามนักเรียนหลังการทดลองสอน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ต้องการเวลาเพิ่มมากขึ้นสำหรับการสร้างผลงานและการพิจารณา ไตร่ตรอง เพื่อเชื่อมโยงความรู้ ดังนั้น เพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนที่เนื้อหาสาระมีการทดลองดำเนินการได้ราบรื่นมากขึ้นอีก จึงควรใช้เวลาสอนอย่างน้อย 3 คาบ

ผู้วิจัยนำผลการทดลองสอนเบื้องต้น ทั้งที่เป็นเนื้อหาสาระไม่มีการทดลองและมีการทดลองมาปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนการเรียนการสอน ก่อนนำไปทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

กระบวนการเรียนการสอนที่ปรับปรุงแล้ว หลังการตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิและการนำไปทดลองสอนเบื้องต้น มีรายละเอียดดังนี้

**กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์
เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา**

หลักการ

กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา มีหลักการสำคัญ 4 ประการ ดังนี้

1. การท้าทายความคิด หรือสร้างความขัดแย้งทางความคิด

ผู้เรียนจะปรับเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจ เมื่อได้รับประสบการณ์ที่ทำทหาย หรือขัดแย้งกับความรู้สึก ความรู้ หรือความเข้าใจเดิม กระบวนการเรียนการสอน เน้นการจัดสถานการณ์ ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิด สงสัย และอยากรู้คำตอบ

2. การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและกับบุคคลอื่น

ผู้เรียน เรียนรู้และสร้างความรู้ ความเข้าใจ จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและกับบุคคลอื่น กระบวนการเรียนการสอน เน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ ทดลอง สืบหาข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม จนได้เป็นคำตอบหรือข้อค้นพบ ซึ่งนำมาใช้เป็นข้อมูลในการอภิปราย ซักถามร่วมกันกับเพื่อน ครู หรือบุคคลอื่น โดยเน้นการคิด การใช้เหตุผลที่อิงหลักฐานเชิงประจักษ์หรือหลักฐานตามธรรมชาติ เพื่อลดความขัดแย้งทางความคิด และสร้างความรู้ ความเข้าใจที่ชัดเจน ถูกต้อง

3. การพิจารณาไตร่ตรองกับตนเอง

ผู้เรียนควรได้พิจารณา ไตร่ตรองประสบการณ์ เพื่อปรับความรู้ ความเข้าใจ และสร้างความหมายให้กับการเรียนรู้ของตน กระบวนการเรียนการสอน เน้นให้ผู้เรียนคิด พิจารณาไตร่ตรอง โดยเชื่อมโยงความรู้ ความเข้าใจใหม่จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและกับบุคคลอื่น กับความรู้ ความเข้าใจเดิม หรือเชื่อมโยงความรู้ ความเข้าใจใหม่ กับการดำเนินชีวิตประจำวัน หรือการนำไปใช้ประโยชน์

4. การนำเสนอผลงาน

ผลงานเป็นการแสดงถึงความรู้ ความเข้าใจของผู้เรียน การนำเสนอผลงานเป็นการสื่อสารความรู้ ความเข้าใจของผู้เรียนให้บุคคลอื่นรับรู้อย่างถูกต้อง ครบคลุม ชัดเจน และเข้าใจง่าย กระบวนการเรียนการสอน เน้นให้ผู้เรียนนำเสนอผลงานด้วยวิธีการต่างๆ ที่เหมาะสมกับลักษณะของผลงานที่นำเสนอ

วัตถุประสงค์

กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ

1. เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา
2. เพื่อส่งเสริมการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

ขั้นตอนการเรียนการสอน

กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษา มีขั้นตอนการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ

กิจกรรมเสนอแนะในขั้นตอนนี้ คือ

- 1.1 การถามคำถามเพื่อให้นักเรียนตอบสิ่งที่รู้และไม่รู้เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้ออกมา
- 1.2 การให้นักเรียนทำแบบทดสอบเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้
- 1.3 การให้นักเรียนเขียนสิ่งที่รู้และไม่รู้เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้ลงในใบงาน

ครูเลือกใช้กิจกรรมดังกล่าวตามความเหมาะสม เพื่อให้นักเรียนแสดงความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่ออกมา ซึ่งครูจะได้นำสิ่งที่นักเรียนยังไม่รู้ หรือเข้าใจคลาดเคลื่อน มาใช้ในการเรียนการสอนขั้นต่อไป

2. ขั้นการทำทหายความคิดหรือสร้างความขัดแย้งทางความคิด

กิจกรรมเสนอแนะในขั้นตอนนี้ คือ

- 2.1 การถามคำถามที่ทำให้นักเรียนเกิดความสงสัย และ/หรือให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า
- 2.2 การนำเสนอเหตุการณ์หรือสถานการณ์ ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความไม่แน่ใจหรือสงสัยในความรู้ ความเข้าใจเดิมของตน
- 2.3 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหา ที่ต้องการคำตอบหรือการอธิบายเพิ่มเติม

ครูเลือกใช้กิจกรรมดังกล่าวตามความเหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนระบุข้อสงสัย และคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ล่วงหน้า

3. ขั้นการปฏิสัมพันธ์ภายนอก

การปฏิสัมพันธ์ภายนอก สามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

3.1 การให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เพื่อค้นคว้าหาคำตอบมาตอบข้อสงสัยหรือพิสูจน์คำตอบที่ได้คาดคะเนไว้ล่วงหน้า

กิจกรรมเสนอแนะ คือ

3.1.1 การศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตำราในห้องสมุด หรือจากใบงานที่ครูจัดเตรียมไว้ให้

3.1.2 การสืบสอบหรือสำรวจจากสิ่งแวดล้อม

3.1.3 การทดลอง

3.1.4 การศึกษาค้นคว้าจากเว็บไซต์ หรืออินเทอร์เน็ต

3.1.5 การศึกษาค้นคว้าจากซอฟต์แวร์ทางการศึกษา หรือซีดีรอม (CD-ROM)

3.2 การให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ได้แก่

3.2.1 การนำข้อมูลที่ได้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมาอภิปราย ชักถามเพื่อสรุปเป็นข้อค้นพบหรือข้อความรู้ใหม่

กิจกรรมเสนอแนะ คือ

3.2.1.1 การอภิปราย ชักถามโดยตรงกับเพื่อนภายในกลุ่ม

3.2.1.2 การอภิปราย ชักถามโดยตรงระหว่างกลุ่ม

3.2.1.3 การอภิปราย ชักถามโดยตรงกับครู

3.2.1.4 การชักถาม แลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจผ่านทางเว็บบอร์ด

3.2.1.5 การชักถาม แลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจผ่านการสนทนาในข่ายงาน (Internet Relay Chat)

3.2.1.6 การชักถาม แลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจผ่านทางอินเทอร์เน็ตโฟน (Internet Phone)

3.2.2 การนำข้อค้นพบหรือความรู้ใหม่มาสร้างผลงานหรือชิ้นงานที่แสดงถึงความรู้ ความเข้าใจของนักเรียน และ/หรือแสดงถึงการนำความรู้ไปใช้

กิจกรรมเสนอแนะ คือ

3.2.2.1 การเขียนรายงานผลการศึกษาค้นคว้า ผลการทดลอง ผลการสืบสอบ หรือผลการสำรวจ

3.2.2.2 การประดิษฐ์สิ่งของ อุปกรณ์ หรือเครื่องใช้ต่างๆ

3.2.2.3 การทำผังกราฟิก เช่น Mind Mapping Concept Map

3.2.2.4 การสร้างผลงานด้วยซอฟต์แวร์โปรแกรมต่างๆ เช่น

Page Maker Photo Shop Animation Program

ครูเลือกใช้กิจกรรมดังกล่าวตามความเหมาะสม เพื่อให้ให้นักเรียนได้ตอบข้อสงสัยหรือ พิสูจน์คำตอบที่ได้คาดคะเนไว้ด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งนำไปสู่การสรุปเป็นความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจน รวมทั้งให้นักเรียนได้แสดงความรู้ ความเข้าใจ หรือมีการนำความรู้ไปใช้โดยการสร้าง ผลงานหรือชิ้นงาน

4. ขั้นการนำเสนอผลงาน

กิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นตอนนี้ แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

4.1 การนำผลงานที่สร้างขึ้นมานำเสนอด้วยวิธีการต่างๆ กิจกรรมเสนอแนะ คือ

4.1.1 การกล่าวรายงานหน้าชั้น

4.1.2 การส่งเล่มรายงาน

4.1.3 การส่งสิ่งประดิษฐ์

4.1.4 การสาธิต

4.1.5 การส่งแผ่นซีดี/ดีวีดี ที่บันทึกไฟล์งาน

4.1.6 การนำเสนอด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น Power Point การนำเสนอ ภาพเคลื่อนไหวเป็นเรื่องยาวหรือเป็นคลิปวิดีโอเฉพาะตอน

4.1.7 การนำเสนอผ่านทางเว็บไซต์

4.2 การประเมินการนำเสนอผลงานของนักเรียน กิจกรรมเสนอแนะ คือ

4.2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มสลับกันประเมินการนำเสนอผลงาน โดยใช้เกณฑ์ การประเมินที่นักเรียนร่วมกันกำหนดขึ้น และให้ข้อเสนอแนะซึ่งกันและกัน

4.2.2 ครูและนักเรียนร่วมประเมินการนำเสนอผลงาน โดยใช้เกณฑ์ที่ร่วมกัน กำหนดขึ้น และให้ข้อเสนอแนะแก่กลุ่มที่นำเสนอผลงาน

ครูเลือกใช้กิจกรรมดังกล่าวตามความเหมาะสม เพื่อให้ให้นักเรียนได้สื่อสาร แลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจกับบุคคลอื่น และได้นำเสนอความรู้ ความเข้าใจให้บุคคลอื่นได้รับรู้ อันจะนำไปสู่การพัฒนาความรู้และความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจนยิ่งขึ้น

5. ขั้นการปฏิสัมพันธ์ภายใน

กิจกรรมเสนอแนะในขั้นตอนนี้ คือ

การให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม หรือเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับ

การดำเนินชีวิตประจำวัน และ/หรือการนำความรู้ไปใช้ ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น

- 5.1 การเขียนลงในสมุด
- 5.2 การเขียนในใบงาน
- 5.3 การเขียนจดหมายอิเล็กทรอนิกส์
- 5.4 การสนทนาในข่าวงาน

ครูเลือกใช้กิจกรรมดังกล่าวตามความเหมาะสม เพื่อให้นักเรียนสร้างความหมายและขยายความรู้ความเข้าใจของตนเอง โดยการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม หรือเชื่อมโยงไปสู่การนำความรู้ไปใช้

กิจกรรมที่เสนอแนะไว้ใน 5 ชั้นข้างต้นนี้ ครูไม่จำเป็นต้องจัดกิจกรรมดังกล่าวทุกกิจกรรม ครูสามารถเลือกใช้กิจกรรมการเรียนการสอนอื่นๆ นอกเหนือจากที่เสนอแนะไว้ได้ โดยกิจกรรมที่เลือกใช้นั้นจะต้องสนับสนุนให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดมุ่งหมายของแต่ละขั้นตอนการเรียนการสอน

ทั้งนี้การจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนนี้ ครูต้องดำเนินการสอนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ตามลำดับตั้งแต่ชั้นที่ 1 จนถึงชั้นที่ 5 และจำเป็นต้องให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดมุ่งหมายของขั้นตอนการเรียนการสอนขั้นนั้นก่อนจึงจะดำเนินการเรียนการสอนขั้นต่อไปได้ ดังนั้นในกรณีที่หน่วยการเรียนรู้ที่ใช้สอนประกอบด้วยสาระการเรียนรู้ย่อยหลายสาระ ครูต้องดำเนินการสอนขั้นที่ 1-3 ในแต่ละสาระจนครบทุกสาระการเรียนรู้ย่อย เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในหน่วยการเรียนรู้นั้นอย่างถูกต้อง ชัดเจน และสมบูรณ์ แล้วจึงนำความรู้ที่ได้มาสร้างผลงาน เมื่อผู้เรียนเรียนรู้สาระต่างๆ ในหน่วยการเรียนนั้นจนครบถ้วนสมบูรณ์และได้สร้างผลงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงถือได้ว่าผู้เรียนบรรลุตามจุดมุ่งหมายของขั้นตอนการเรียนการสอนขั้นที่ 3 จากนั้นครูจึงดำเนินการจัดการเรียนการสอนในขั้นที่ 4 และ 5 ต่อไป

อย่างไรก็ตาม ตลอดเวลาของการเรียนการสอนตั้งแต่ชั้นที่ 1-4 นักเรียนควรได้รับการส่งเสริมให้มีการปฏิสัมพันธ์ภายใน ซึ่งได้แก่ การคิดพิจารณาไตร่ตรองการเรียนรู้กับตนเองโดยที่นักเรียนอาจไม่รู้ตัวและไม่ได้แสดงออก แต่ในขั้นตอนที่ 5 นักเรียนจะได้คิดพิจารณาไตร่ตรองการเรียนรู้ของตนเองอย่างรู้ตัว โดยเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้ใหม่กับความรู้เดิม หรือเชื่อมโยงกับการดำเนินชีวิตประจำวันและ/หรือการนำความรู้ไปใช้ รวมทั้งมีการแสดงออกถึงการมีปฏิสัมพันธ์ภายในดังกล่าวด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การเขียนลงในสมุด การเขียนในใบงาน การเขียนจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ หรือการสนทนาในข่าวงาน

การวัดและประเมินผล

กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา มีการวัดและประเมินผล 2 ลักษณะ คือ

1. การวัดและประเมินผลระหว่างการดำเนินการจัดการเรียนการสอน ใช้การสังเกต การตอบคำถาม การเขียนคำตอบ การปฏิบัติงาน การอภิปราย ซักถามร่วมกัน การนำเสนอผลงาน และพิจารณาจากผลงานหรือชิ้นงานของนักเรียน
2. การวัดและประเมินผลหลังการดำเนินการจัดการเรียนการสอน ใช้การทำแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และใช้แบบประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 ผลการประเมินการใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น แบ่งการนำเสนอเป็น 3 ส่วน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยใช้สถิติ t-test for paired samples ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

กลุ่มทดลอง	n	df	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t (one-tailed t-test)
				\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	
การคิด เชิงวิทยาศาสตร์	52	51	20	5.44	3.78	10.31	4.84	7.009*

* $p < .05$

จากตารางที่ 14 พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนตามกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ โดยใช้สถิติ t-test for independent samples ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนตามกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	<i>n</i>	<i>df</i>	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	<i>t</i> (one-tailed t-test)
กลุ่มทดลอง	52	99	20	10.31	4.84	3.726*
กลุ่มควบคุม	49			6.69	4.91	

* $p < .05$

จากตารางที่ 15 พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นและกลุ่มควบคุมที่เรียนตามกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ โดยใช้สถิติ t-test for independent samples ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งผลการวิเคราะห์ ปรากฏในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนตามกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	<i>n</i>	<i>df</i>	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	<i>t</i> (one-tailed t-test)
กลุ่มทดลอง	52	99	400	378.56	16.58	18.091*
กลุ่มควบคุม	49			266.22	41.40	

* $p < .05$

จากตารางที่ 16 พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ หลังเรียน สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้มี 2 ประการ คือ 1) เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา และ2) เพื่อประเมินผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยเปรียบเทียบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น พร้อมทั้งเปรียบเทียบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนตามกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ

การดำเนินการวิจัยเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว แบ่งเป็น 2 ระยะ คือ การพัฒนากระบวนการเรียนการสอน และการประเมินการใช้กระบวนการเรียนการสอน

ระยะที่ 1 การพัฒนากระบวนการเรียนการสอน มีการดำเนินงาน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ จากเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อสรุปเป็นสาระสำคัญของแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์
2. การพัฒนาหลักการของกระบวนการเรียนการสอน จากสาระสำคัญของแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์
3. การกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และวัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน จากหลักการของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาได้
4. การพัฒนาขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน โดยนำวัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอนที่ได้จากข้อ 3 มากำหนดแนวทางการจัดการเรียนการสอน เพื่อสรุปและเชื่อมโยงสู่ขั้นตอนการเรียนการสอน
5. การตรวจสอบและปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน ประกอบด้วยดำเนินการ 2 ส่วน คือ

5.1 การตรวจสอบกระบวนการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขกระบวนการเรียนการสอน และพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ ตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนที่ปรับแก้ไขแล้ว โดยใช้เนื้อหาสาระ 2 ลักษณะ คือ เนื้อหาสาระที่ไม่มีการทดลองและเนื้อหาสาระที่มีการทดลอง

5.2 การตรวจสอบกระบวนการเรียนการสอนโดยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนา ได้ไปดำเนินการสอนเบื้องต้นกับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 3 ครั้ง โดยใช้เวลาสอนรวม 5 คาบ ซึ่งแบ่งเป็นการทดลองสอนเนื้อหาสาระที่ไม่มีการทดลอง 2 ครั้ง เป็นเวลา 3 คาบ และการทดลองสอนเนื้อหาสาระที่มีการทดลอง 1 ครั้ง เป็นเวลา 2 คาบ จากนั้น นำผลที่ได้จากการทดลองสอนเบื้องต้น มาปรับปรุงแก้ไขขั้นตอนการเรียนการสอนและการจัด กิจกรรมการเรียนการสอน

ระยะที่ 2 การประเมินการใช้กระบวนการเรียนการสอน มีการดำเนินงาน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเตรียมการเพื่อนำกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้ ประกอบด้วย การดำเนินการ 3 ขั้นตอน คือ

1.1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรของการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 2 ห้อง ที่มีคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และค่าเบี่ยงเบน มาตรฐานใกล้เคียงกันมากที่สุด และคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้ง 2 ห้องนี้ ไม่มีความแตกต่างกัน ทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 ผู้วิจัยใช้การสุ่มแบบไม่เจาะจงด้วยวิธีจับสลากหมายเลขกลุ่มในการแบ่งห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการจับสลากหมายเลขกลุ่มพบว่า นักเรียน ห้อง ม.1/6 จำนวน 49 คน เป็นกลุ่มควบคุม และนักเรียนห้อง ม.1/9 จำนวน 52 คน เป็นกลุ่มทดลอง

1.2 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลจำนวน 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบ ความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์

การพัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ดำเนินการโดย ศึกษาวิเคราะห์เอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนด ตัวบ่งชี้การคิดและพัฒนาแบบทดสอบ จากนั้นนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตาม เนื้อหาของแบบทดสอบ ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ จากนั้นนำแบบทดสอบไปทดลองใช้เพื่อหา ค่าความความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ

การพัฒนาแบบประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ดำเนินการโดย
ศึกษาวิเคราะห์ เอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดรายการประเมินและพัฒนา
แบบประเมิน จากนั้นนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบประเมิน เพื่อ
นำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแบบประเมิน จากนั้นนำแบบประเมินไปทดลองประเมินกับ
ผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาความตรงของการประเมินระหว่างผู้วิจัยกับผู้เชี่ยวชาญ

1.3 การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอนที่ พัฒนาขึ้น

ผู้วิจัยศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาสาระวิชาวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการเรียน
การสอนในภาคเรียนที่ 1 แล้วนำผลมาวางแผนการจัดการเรียนรู้ระยะยาว ได้แผนการจัดการ
เรียนรู้จำนวน 8 แผน เป็นเวลา 46 คาบ จากนั้นผู้วิจัยเขียนแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ
46 คาบ จำนวน 2 ชุด โดยแผนการจัดการเรียนรู้ชุดที่ 1 กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนตาม
ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ ส่วนแผนการ
จัดการเรียนรู้ชุดที่ 2 กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ

2. การดำเนินการจัดการเรียนการสอน

ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นทั้ง 2 ชุดไปจัดการเรียนการสอนใน
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 เป็นเวลา 18 สัปดาห์ โดยดำเนินการสอนกลุ่มทดลองตาม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นตามกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟ
คอนสตรัคติวิสต์ และดำเนินการสอนกลุ่มควบคุมด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ ที่พัฒนาตาม
กระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ ผู้วิจัยประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม
ทดลองและกลุ่มควบคุมในแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 8 ซึ่งเป็นแผนสุดท้าย และทดสอบการคิด
เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม หลังจากสิ้นสุดการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง
8 แผน จากนั้นสอบถามความความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลองเกี่ยวกับการจัดกิจกรรม
การเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

3. การวิเคราะห์ผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ผู้วิจัยนำคะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และคะแนนการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS for Windows
version 10.0 โดยเปรียบเทียบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนเรียน
และหลังเรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยใช้สถิติ t-test for paired samples
ที่ระดับนัยสำคัญ .05 และเปรียบเทียบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และการนำเสนอผลงาน
วิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ โดยใช้สถิติ t-test for independent samples ที่ระดับนัยสำคัญ .05

สรุปผลการวิจัย

การสรุปผลการวิจัย มีการนำเสนอ 2 ประเด็น คือ ผลการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน และผลการประเมินการใช้กระบวนการเรียนการสอน

1. ผลการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน

กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ประการ คือ หลักการ วัตถุประสงค์ และขั้นตอนการเรียนการสอน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 หลักการ

กระบวนการเรียนการสอนนี้มีหลักการสำคัญ 4 ประการ คือ

1) การท้าทายความคิด หรือสร้างความขัดแย้งทางความคิด

ผู้เรียนจะปรับเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจ เมื่อได้รับประสบการณ์ที่ท้าทายหรือขัดแย้งกับความรู้สึก ความรู้ หรือความเข้าใจเดิม กระบวนการเรียนการสอนเน้นการจัดสถานการณ์ ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิด สงสัย และอยากรู้คำตอบ

2) การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและกับบุคคลอื่น

ผู้เรียนเรียนรู้และสร้างความรู้ ความเข้าใจ จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและกับบุคคลอื่น กระบวนการเรียนการสอนเน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ ทดลอง สืบหาข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม จนได้เป็นคำตอบหรือข้อค้นพบ ซึ่งนำมาใช้เป็นข้อมูลในการอภิปรายซักถามร่วมกับเพื่อน ครู หรือบุคคลอื่น โดยเน้นการคิด การใช้เหตุผลที่อิงหลักฐานเชิงประจักษ์หรือหลักฐานตามธรรมชาติ เพื่อลดความขัดแย้งทางความคิด และสร้างความรู้ ความเข้าใจที่ชัดเจน ถูกต้อง

3) การพิจารณาไตร่ตรองกับตนเอง

ผู้เรียนควรได้พิจารณา ไตร่ตรองประสบการณ์ เพื่อปรับความรู้ ความเข้าใจ และสร้างความหมายให้กับการเรียนรู้ของตน กระบวนการเรียนการสอน เน้นให้ผู้เรียนคิดพิจารณา ไตร่ตรอง โดยเชื่อมโยงความรู้ ความเข้าใจใหม่จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและ

กับบุคคลอื่น กับความรู้ ความเข้าใจเดิม หรือเชื่อมโยงความรู้ ความเข้าใจใหม่ กับการดำเนินชีวิตประจำวัน หรือการนำไปใช้ประโยชน์

4) การนำเสนอผลงาน

ผลงานเป็นการแสดงถึงความรู้ ความเข้าใจของผู้เรียน การนำเสนอผลงานเป็นการสื่อสารความรู้ ความเข้าใจของผู้เรียนให้บุคคลอื่นรับรู้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน ชัดเจน และเข้าใจง่าย กระบวนการเรียนการสอน เน้นให้ผู้เรียนนำเสนอผลงานด้วยวิธีการต่างๆ ที่เหมาะสมกับลักษณะของผลงานที่นำเสนอ

1.2 วัตถุประสงค์

กระบวนการเรียนการสอนนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ

- 1) เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา
- 2) เพื่อส่งเสริมการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

1.3 ขั้นตอนการเรียนการสอน

กระบวนการเรียนการสอนนี้มีขั้นตอนการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน พร้อมมีกิจกรรมเสนอแนะ ดังนี้

1) ขั้นการตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ

กิจกรรมเสนอแนะในขั้นตอนนี้ คือ

- 1.1) การถามคำถามเพื่อให้นักเรียนตอบสิ่งที่รู้และไม่รู้เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้ออกมา
- 1.2) การให้นักเรียนทำแบบทดสอบเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้
- 1.3) การให้นักเรียนเขียนสิ่งที่รู้และไม่รู้เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้ลงในใบงาน

ครูเลือกใช้กิจกรรมดังกล่าวตามความเหมาะสม เพื่อให้ให้นักเรียนแสดงความรู้ ความเข้าใจที่มีอยู่ออกมา ซึ่งครูจะได้นำสิ่งที่นักเรียนยังไม่รู้ หรือเข้าใจคลาดเคลื่อน มาใช้ในการเรียนการสอนขั้นต่อไป

2) ขั้นการทำทหายความคิดหรือสร้างความคิด

กิจกรรมเสนอแนะในขั้นตอนนี้ คือ

- 2.1) การถามคำถามที่ทำให้นักเรียนเกิดความสงสัย และ/หรือให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า

2.2) การนำเสนอเหตุการณ์หรือสถานการณ์ ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความไม่แน่ใจหรือสงสัยในความรู้ ความเข้าใจเดิมของตน

2.3) การนำเสนอสถานการณ์ปัญหา ที่ต้องการคำตอบหรือการอธิบายเพิ่มเติม

ครูเลือกใช้กิจกรรมดังกล่าวตามความเหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนระบุข้อสงสัย และคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ล่วงหน้า

3) ชั้นการปฏิสัมพันธ์ภายนอก

การปฏิสัมพันธ์ภายนอก สามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

3.1) การให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เพื่อค้นคว้าหาคำตอบมาตอบข้อสงสัยหรือพิสูจน์คำตอบที่ได้คาดคะเนไว้ล่วงหน้า

กิจกรรมเสนอแนะ คือ

3.1.1) การศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตำราในห้องสมุด หรือจากใบงานที่ครูจัดเตรียมไว้ให้

3.1.2) การสืบสอบหรือสำรวจจากสิ่งแวดล้อม

3.1.3) การทดลอง

3.1.4) การศึกษาค้นคว้าจากเว็บไซต์ หรืออินเทอร์เน็ต

3.1.5) การศึกษาค้นคว้าจากซอฟต์แวร์ทางการศึกษา หรือซีดีรอม (CD-ROM)

3.2) การให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ได้แก่

3.2.1) การนำข้อมูลที่ได้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมาอภิปราย ชักถาม เพื่อสรุปเป็นข้อค้นพบหรือข้อความรู้ใหม่

กิจกรรมเสนอแนะ คือ

3.2.1.1) การอภิปราย ชักถามโดยตรงกับเพื่อนภายในกลุ่ม

3.2.1.2) การอภิปราย ชักถามโดยตรงระหว่างกลุ่ม

3.2.1.3) การอภิปราย ชักถามโดยตรงกับครู

3.2.1.4) การชักถาม แลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจผ่านทางเว็บบอร์ด

3.2.1.5) การชักถาม แลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจผ่านการสนทนาในข่ายงาน (Internet Relay Chat)

3.2.1.6) การชักถาม แลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจผ่านทางอินเทอร์เน็ตโฟน (Internet Phone)

3.2.2) การนำข้อค้นพบหรือความรู้ใหม่มาสร้างผลงานหรือชิ้นงานที่แสดงถึงความรู้ ความเข้าใจของนักเรียน และ/หรือแสดงถึงการนำความรู้ไปใช้

กิจกรรมเสนอแนะ คือ

- 3.2.2.1) การเขียนรายงานผลการศึกษาค้นคว้า ผลการทดลอง
ผลการสืบสอบ หรือผลการสำรวจ
- 3.2.2.2) การประดิษฐ์สิ่งของ อุปกรณ์ หรือเครื่องใช้ต่างๆ
- 3.2.2.3) การทำผังกราฟิก เช่น Mind Mapping Concept Map
- 3.2.2.4) การสร้างผลงานด้วยซอฟต์แวร์โปรแกรมต่างๆ เช่น
Page Maker Photo Shop Animation Program

ครูเลือกใช้กิจกรรมดังกล่าวตามความเหมาะสม เพื่อให้ให้นักเรียนได้ตอบข้อสงสัยหรือ
พิสูจน์คำตอบที่ได้คาดคะเนไว้ด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งนำไปสู่การสรุปเป็นความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้อง
ชัดเจน รวมทั้งให้นักเรียนได้แสดงความรู้ ความเข้าใจ หรือมีการนำความรู้ไปใช้โดยการสร้าง
ผลงานหรือชิ้นงาน

4) ขั้นการนำเสนอผลงาน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนในขั้นตอนนี้ แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

4.1) การนำผลงานที่สร้างขึ้นมานำเสนอด้วยวิธีการต่างๆ กิจกรรมเสนอแนะ คือ

- 4.1.1) การกล่าวรายงานหน้าชั้น
- 4.1.2) การส่งเล่มรายงาน
- 4.1.3) การส่งสิ่งประดิษฐ์
- 4.1.4) การสาธิต
- 4.1.5) การส่งแผ่นซีดี/ดีวีดี ที่บันทึกไฟล์งาน
- 4.1.6) การนำเสนอด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น Power Point
การนำเสนอภาพเคลื่อนไหวเป็นเรื่องยาวหรือเป็นคลิปวิดีโอเฉพาะตอน
- 4.1.7) การนำเสนอผ่านทางเว็บไซต์

4.2) การประเมินการนำเสนอผลงานของนักเรียน กิจกรรมเสนอแนะ คือ

- 4.2.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มสลับกันประเมินการนำเสนอผลงาน โดยใช้เกณฑ์
การประเมินที่นักเรียนร่วมกันกำหนดขึ้น และให้ข้อเสนอแนะซึ่งกันและกัน
- 4.2.2) ครูและนักเรียนร่วมประเมินการนำเสนอผลงาน โดยใช้เกณฑ์ที่ร่วมกัน
กำหนดขึ้น และให้ข้อเสนอแนะแก่กลุ่มที่นำเสนอผลงาน

ครูเลือกใช้กิจกรรมดังกล่าวตามความเหมาะสม เพื่อให้ให้นักเรียนได้สื่อสาร
แลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจกับบุคคลอื่น และได้นำเสนอความรู้ ความเข้าใจให้บุคคลอื่นได้รับรู้
อันจะนำไปสู่การพัฒนาความรู้และความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจนยิ่งขึ้น

5) ขั้นการปฏิสัมพันธ์ภายใน

กิจกรรมเสนอแนะในขั้นตอนนี้ คือ

การให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม หรือเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับการดำเนินชีวิตประจำวัน และ/หรือการนำความรู้ไปใช้ ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น

5.1) การเขียนลงในสมุด

5.2) การเขียนโน้ตงาน

5.3) การเขียนจดหมายอิเล็กทรอนิกส์

5.4) การสนทนาในช้่างาน

ครูเลือกใช้กิจกรรมดังกล่าวตามความเหมาะสม เพื่อให้ให้นักเรียนสร้างความหมายและขยายความรู้ความเข้าใจของตนเอง โดยการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม หรือเชื่อมโยงไปสู่การนำความรู้ไปใช้

2. ผลการประเมินการใช้กระบวนการเรียนการสอน

การนำกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาไปใช้ สามารถประเมินผลได้ดังนี้

1. กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา มีประเด็นการอภิปรายผล 2 ประเด็น คือ กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และการประเมินผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

1. กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

การอภิปรายผลกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีประเด็นในการอภิปรายดังนี้

1.1 กระบวนการเรียนการสอนนี้มีแนวคิดรองรับและมีการพัฒนาอย่างเป็นระบบ

กระบวนการเรียนการสอนนี้พัฒนามาจากแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งเป็นแนวคิดหนึ่งในทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่ทฤษฎีนี้เป็นที่ยอมรับและมีการใช้อย่างแพร่หลายในวงการศึกษานอกจากนี้แนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ยังเป็นแนวคิดที่น่าสนใจ เนื่องจากลักษณะของแนวคิดได้รับการตีความให้มีความที่ชัดเจนมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และมีลักษณะแนวคิดที่แตกต่างออกไปเมื่อเปรียบเทียบกับแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอื่น การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ครั้งนี้ มีการดำเนินการอย่างเป็นระบบ กล่าวคือ มีการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามลำดับขั้นตอน และในแต่ละขั้นตอนมีความเชื่อมโยงกัน เริ่มจากการศึกษาวิเคราะห์และสังเคราะห์แนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อสรุปสาระสำคัญของแนวคิด การพัฒนาหลักการของกระบวนการเรียนการสอนจากสาระสำคัญดังกล่าว การกำหนดวัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอนจากหลักการที่พัฒนาได้ และการเชื่อมโยงวัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอนมาสู่ขั้นตอนการเรียนการสอน เมื่อได้ขั้นตอนการเรียนการสอนแล้ว มีการจัดทำกระบวนการเรียนการสอนฉบับร่างเพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ และนำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขกระบวนการเรียนการสอน จากนั้นจึงนำกระบวนการเรียนการสอนไปทดลองสอนเบื้องต้น 3 ครั้ง เพื่อนำผลการทดลองสอนมาปรับปรุงแก้ไขการกระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถนำไปใช้ได้ ในสถานการณ์จริงต่อไป ดังนั้นอาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนนี้ มีการดำเนินการอย่างเป็นระบบ โดยมีแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์เป็นแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนา

1.2 จุดเด่นของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

กระบวนการเรียนการสอนนี้มีขั้นตอนการเรียนการสอนที่แตกต่างจากขั้นตอนการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์โดยทั่วไป กล่าวคือ กระบวนการเรียนนี้มีขั้นตอนการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ 2) การทำทายความคิดหรือสร้างความขัดแย้งทางความคิด 3) การปฏิสัมพันธ์ภายนอก 4) การนำเสนอผลงาน และ 5) การปฏิสัมพันธ์ภายใน ทั้งนี้ลักษณะเด่นของกระบวนการเรียนการสอนนี้ คือ การให้ผู้เรียนเรียนรู้และสร้างความรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ โดยปฏิสัมพันธ์ในกระบวนการเรียนการสอนนี้

แตกต่างจากปฏิสัมพันธ์ในการเรียนการสอนโดยทั่วไป ที่มักหมายถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนหรือปฏิสัมพันธ์ทางสังคมของนักเรียนเป็นส่วนใหญ่ ปฏิสัมพันธ์ในกระบวนการเรียนการสอนนี้ประกอบด้วย ปฏิสัมพันธ์ 2 ลักษณะ คือ 1) ปฏิสัมพันธ์ที่เกิดภายนอกตัวผู้เรียน ซึ่งได้แก่ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เช่น การศึกษาค้นคว้า ทดลอง สืบสอบ สืบหาข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น เช่น การอภิปราย ซักถามร่วมกับเพื่อน ครู และ 2) ปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน ซึ่งได้แก่ การพิจารณา ไตร่ตรองการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน ดังนั้นขั้นตอนการเรียนการสอนขั้นที่ 3 การปฏิสัมพันธ์ภายนอก และขั้นที่ 5 การปฏิสัมพันธ์ภายใน ซึ่งเป็นขั้นตอนที่มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ใน 2 ลักษณะดังกล่าว จึงเป็นขั้นตอนการเรียนการสอนสำคัญและเป็นจุดเด่นของกระบวนการเรียนการสอนนี้

กระบวนการเรียนการสอนนี้เหมาะสมกับยุคปฏิรูปการศึกษาในปัจจุบัน เนื่องจากมีกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินการเรียนรู้ด้วยตนเอง และมีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ที่สนับสนุนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสอดคล้องกับหมวดที่ 4 มาตรา 24 ที่ระบุไว้สรุปได้ว่า ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น (สำนักงานปฏิรูปการศึกษา, 2545: 13-14) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับเป้าหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทุกระดับ ที่ควรพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการสื่อสาร โดยการนำข้อมูล และความรู้มานำเสนอด้วยวิธีการที่เหมาะสม (ประมวล ศิริพันธ์แก้ว, 2540: 18)

กระบวนการเรียนการสอนนี้ มีความเหมาะสมในการส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา เนื่องจากคุณลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับคุณภาพของนักเรียนที่คาดหวังไว้เมื่อจบระดับชั้นมัธยมศึกษา หรือช่วงชั้นที่ 3 และ 4 ซึ่งได้แก่ 1) เมื่อเรียนจบช่วงชั้นที่ 3 แล้ว นักเรียนควรตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูล และสร้างองค์ความรู้ได้ 2) เมื่อเรียนจบช่วงชั้นที่ 4 แล้ว นักเรียนควรระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้ 3) เมื่อเรียนจบช่วงชั้นที่ 3 และ 4 แล้ว นักเรียนควรสื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544: 7-9)

กระบวนการเรียนการสอนนี้ สามารถส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และ การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนได้ เนื่องจากกระบวนการเรียนการสอนนี้มีหลักการที่ นำไปสู่การพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การท้าทายความคิดหรือสร้างความขัดแย้งทางความคิด ที่ให้ผู้เรียนได้รับ ประสบการณ์ที่ท้าทาย หรือขัดแย้งกับความรู้สึก ความรู้ หรือความเข้าใจเดิม เพื่อให้ผู้เรียนเกิด ความขัดแย้งทางความคิด สงสัย และอยากรู้คำตอบ หลักการนี้นำไปสู่การพัฒนาการคิดเพื่อระบุ ปัญหา และการคิดเพื่อคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าหรือการคิดเพื่อตั้งสมมติฐาน

2. การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและกับบุคคลอื่น ที่ให้ผู้เรียนได้ลดความ ขัดแย้งทางความคิดหรือค้นคว้าหาคำตอบ โดยศึกษาค้นคว้า สืบสอบ สืบหาข้อมูลจาก สิ่งแวดล้อม จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาอภิปราย ซักถามร่วมกับเพื่อน ครู หรือบุคคลอื่น หลักการนี้ นำไปสู่การพัฒนาการคิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน เพื่อตอบข้อสงสัยหรือพิสูจน์คำตอบที่คาดคะเน ไว้ล่วงหน้า

3. การพิจารณาไตร่ตรองกับตนเอง ที่ให้ผู้เรียนได้พิจารณา ไตร่ตรองการเรียนรู้ ของตน โดยนำความรู้ความเข้าใจที่ได้เรียนรู้ใหม่มาเชื่อมโยงกับความรู้ความเข้าใจเดิม หรือ เชื่อมโยงกับการดำเนินชีวิตประจำวัน เพื่อให้ผู้เรียนสร้างความหมายและขยายการเรียนรู้ของ ตนเอง หลักการนี้ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีความหมายและสามารถนำ การคิดนี้ไปใช้ประโยชน์ได้ ดังจะเห็นได้จากการเขียนตอบใบงานของนักเรียน

ตัวอย่างการเขียนตอบใบงานที่แสดงถึงการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เช่น

ตัวอย่างที่ 1

“ฉันสงสัยว่าเปลือกกล้วยเป็นกรดหรือเบส (การคิด เพื่อระบุปัญหา) วันนั้นฉันกินกล้วย ฉันจึงคั้นน้ำฝัก แล้ว ลองมาหยดเหมือนที่เคยทำการทดลองที่โรงเรียน (การค้นหาคำตอบ/ การทดสอบสมมติฐาน) แล้วฉันก็รู้ว่า เปลือกกล้วยเป็นกรดหรือเบส ฉันรู้แล้ว”

ตัวอย่างที่ 2

“มีอยู่วันหนึ่ง ผมเห็นแม่ใช้น้ำยาล้างห้องน้ำมาขัดพื้นห้องน้ำ พอใส่น้ำยาล้างห้องน้ำลงบนพื้น ผมเลยสงสัยว่าทำไมใส่น้ำยาล้างห้องน้ำลงบนพื้นแล้วพื้นมีฟองแก๊สเกิดขึ้น ผมเลยอยากรู้อีกอย่างว่า แต่พอใส่อีกยี่ห้อหนึ่งไม่มีฟองแก๊ส (การคิดเพื่อระบุปัญหา) ผมเลยไปอ่านฉลากข้างขวด (การค้นหาคำตอบ/ การทดสอบสมมติฐาน) ขวดที่ไม่มีฟอง มันมีกรดน้อยกว่าขวดแรก”

ตัวอย่างที่ 3

“วันหนึ่งผมได้เข้าไปในห้องน้ำ ผมได้ใช้สบู่เหลวล้างมือ ผมสงสัยว่าทำไมน้ำยาล้างจานเมื่อนำมาล้างมือถึงได้รู้สึกเหมือนมันกัดมือ (การคิดเพื่อระบุปัญหา) ผมจึงใช้กระดาษลิตมัสทดสอบ (การค้นหาคำตอบ/ การทดสอบสมมติฐาน) ผมใช้กระดาษลิตมัสสีแดงก่อน และนำสบู่เหลวป้ายลงไป ผลออกมากระดาษลิตมัสกลายเป็นสีน้ำเงิน แสดงว่าน้ำสบู่เป็นเบส และใช้กระดาษลิตมัสสีน้ำเงินป้ายน้ำยาล้างจานลงไป ปรากฏว่าน้ำยาล้างจานเป็นกรด จึงกัดมือ (การตีความหมายข้อมูลและสรุปผล)”

ตัวอย่างที่ 4

“ดอกอัญชันนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง แต่ผมสงสัยว่าใช้ทำอาหารได้หรือไม่ (การคิดเพื่อระบุปัญหา) ผมก็จะนำดอกอัญชันไปต้มในน้ำเพื่อจะได้สีของดอกอัญชัน แล้วลองนำไปแทนสีผสมอาหาร แล้วลองไปใช้กับขนมหวาน (การค้นหาคำตอบ/ การทดสอบสมมติฐาน) เพราะผมอยากรู้ว่า ถ้าใช้สีของดอกอัญชันไปผสมกับอาหารแล้ว อาหารจะนำไปรับประทานได้หรือไม่”

ตัวอย่างที่ 5

“ในวันที่ 7 กันยายน พ.ศ. 2548 ฉันได้สังเกตเห็น ฟุ้งฟ้าและปริมาณเมฆก่อนมาโรงเรียน ตามที่ฉันเห็น ฉันเห็นเมฆนิมโบสเตรตัส ซึ่งตามที่คุณเรียนมาจะเกิดฝนตกพรำๆ ต่อเนื่องเป็นเวลานาน ฉันจึงเตรียมร่มมาด้วย ไม่นานนักฝนก็ตก มันเป็นตามที่คุณคิดไว้ (การคิดเพื่อตั้งสมมติฐาน) ฉันมีร่มจึงไม่เปียกเหมือนนักเรียนคนอื่น”

4. การนำเสนอผลงาน ที่ให้ผู้เรียนได้นำผลงานที่สร้างขึ้นมานำเสนอโดยใช้รูปแบบการนำเสนอต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้และฝึกการสื่อสารข้อมูล ความรู้ ความเข้าใจของตนให้บุคคลอื่นได้รับรู้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน ชัดเจน และเข้าใจง่าย หลักการนี้ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ หลักการการพิจารณาไตร่ตรองกับตนเองของกระบวนการเรียนการสอนนี้ยังนำไปสู่การนำความรู้ไปใช้ของผู้เรียน กล่าวคือ หลักการนี้สนับสนุนให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม การดำเนินชีวิตประจำวัน และ/หรือการนำความรู้ไปใช้ ดังจะเห็นได้จากการเขียนตอบใบงานของนักเรียน

ตัวอย่างการเขียนตอบใบงานที่แสดงถึงการนำความรู้ไปใช้ของนักเรียน เช่น

ตัวอย่างที่ 1

“ตอนกลางวันแม่ฉันนำน้ำส้มมาให้ทาน ฉันจึงจะใช้กระดาษลิตมัสวัดว่าน้ำส้มเป็นกรด แต่ฉันไม่มีกระดาษลิตมัสสีน้ำเงิน จึงไปนำดอกอัญชันมาคั้นน้ำแล้วใช้กระดาษจุ่มลงไปแล้วตากให้แห้ง ฉันนำไปทดลองปรากฏว่ากระดาษที่ทำจากดอกอัญชันเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นแดงสรุปว่า กระดาษลิตมัสที่ทำจากดอกอัญชันก็สามารใช้ได้”

ตัวอย่างที่ 2

“วันนี้ฉันต้องล้างห้องน้ำแล้วเพราะมันสกปรกมาก ฉันจึงนำน้ำยาล้างห้องน้ำซึ่งเป็นกรดมาใช้ด้วย น้ำยาล้างห้องน้ำเป็นกรด (แรง) เราจึงต้องใส่รองเท้าน้ำบูตและถุงมือ เมื่อฉันล้างห้องน้ำเสร็จก็จะอาบน้ำเพื่อทำความสะอาดร่างกาย ร่างกายของเรามีเหงื่อถ้าล้างด้วยน้ำอย่างเดียวกองไม่สะอาด เพราะเหงื่อกับน้ำมันไปด้วยกันไม่ได้ (เหมือนกับน้ำมันก็ไม่ละลายในน้ำเปล่า) ฉะนั้นต้องนำสบู่ ซึ่งเป็นเบสมาช่วยทำความสะอาด”

ตัวอย่างที่ 3

“หลังจากที่ฉันได้เรียนรู้เรื่องนี้ ผมจึงคิดว่าผมอยากจะทำสกัดสารจากพืชโดยใช้ดอกกระเจี๊ยบ เพราะหลังจากที่สกัดแล้วจะได้น้ำกระเจี๊ยบซึ่งสามารถรับประทานได้และทำได้ประหยัดแต่ค่อนข้างนานหน่อยเพราะกว่าจะสกัดมาได้ และยังสามารถผลิตได้ด้วยตัวเองด้วยเป็นอาชีพเสริมอย่างหนึ่ง และทำให้รู้รสชาติของดอกกระเจี๊ยบที่แท้จริงอีกด้วย ผมเคยรับประทานน้ำจากดอกกระเจี๊ยบแล้วบางร้านทำไม่อร่อย อยากใช้วิธีสกัดสารจากพืชมาลองทำเอง”

ตัวอย่างที่ 4

“ถ้าฉันเลือกสกัดสารชนิดหนึ่ง ฉันจะสกัดกลิ่นจากดอกมะลิ เพราะดอกมะลิมีกลิ่นหอมและไม่เป็นอันตราย เมื่อสูดดมเข้าไป และเรายังสามารถนำไปทาตัวเพื่อให้มีกลิ่นหอมได้อีกด้วย หรือไม่เราสามารถนำไปผสมในขนมหรือนำไปรดน้ำดำหัวผู้ใหญ่ในวันสงกรานต์ก็ได้ และเราอาจนำมาสูดดมเมื่อวิ่งเวียนศิวะก็ได้”

ตัวอย่างที่ 5

“ผมคิดถึงตอนเด็กว่าเมื่อก่อนเมืองไทยเราอากาศเย็นกว่าตอนนี้ เพราะว่าตอนนั้นมนุษย์ยังใช้แอร์กับสเปร์ยกันน้อยกว่าตอนนี้ เห็นชัดเลยว่าโลกของเราร้อนขึ้นจากเมื่อก่อนเพราะเครื่องทำความเย็นทุกชนิดกับสเปร์ยฉีดผม เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก คือ ชั้นโอโซนถูกทำลายโดยสาร CFC ที่มาจากเครื่องทำความเย็น ทำให้แสง UV ที่มาจากดวงอาทิตย์ส่องเข้ามาในพื้นที่ผิวโลกทำให้อุณหภูมิร้อนขึ้น เพราะฉะนั้นเราทุกคนควรเปิดแอร์น้อยลงและลดการใช้สเปร์ยฉีดผม และอื่นๆ ที่ทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก”

2. การประเมินผลการใช้กระบวนการเรียนการสอน

การประเมินผลการใช้กระบวนการเรียนการสอน มีประเด็นที่นำมาอภิปราย ดังนี้

2.1 ผลของกระบวนการเรียนการสอนที่มีต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยครั้งนี้เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ กล่าวคือ กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ทั้งนี้เนื่องมาจากกลุ่มทดลองได้เรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนการเรียนการสอน ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ 2 ลักษณะทั้งปฏิสัมพันธ์ที่เกิดภายนอกตัวผู้เรียน (ขั้นตอนที่ 3 การปฏิสัมพันธ์ภายนอก ได้แก่ การศึกษาค้นคว้า สืบสอบ สืบหาข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม และการอภิปรายซักถามร่วมกับเพื่อน ครู) และปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน (ขั้นตอนที่ 5 การปฏิสัมพันธ์ภายใน ได้แก่ การพิจารณา ไตร่ตรองการเรียนรู้ของตนเอง) สอดคล้องกับที่ Azmitia and Crowley (2001: 1-2, 72) ได้กล่าวไว้สรุปได้ว่า การคิดเชิงวิทยาศาสตร์สามารถเกิดขึ้นได้ เมื่อบุคคลมีการทำงานกลุ่มแบบร่วมงานที่สมาชิกกลุ่มมีการอภิปราย ซักถามเพื่อสร้างความรู้ร่วมกัน รวมทั้งมีการพิจารณา ไตร่ตรองกับตนเอง เพื่อทำความเข้าใจการเรียนรู้ของตน ในขณะที่กลุ่มควบคุมได้เรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ ที่ให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ในลักษณะเดียว คือ ปฏิสัมพันธ์ที่เกิดภายนอกตัวผู้เรียน โดยเน้นการมีปฏิสัมพันธ์กับครูเป็นส่วนใหญ่ และไม่มี

กิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้พิจารณา ไตร่ตรองการเรียนรู้ของตนเอง รวมทั้งไม่มีกิจกรรมการนำเสนอผลงาน ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า การที่กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีคะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมนั้น เนื่องมาจากการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

การที่กระบวนการเรียนการสอนนี้ สามารถส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยความคิด 4 ประการ คือ การเพื่อระบุปัญหา การคิดเพื่อตั้งสมมติฐาน การคิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน และการคิดเพื่อตีความหมายข้อมูลและสรุปผลได้นั้น อาจเนื่องมาจากกระบวนการเรียนการสอนนี้ มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ขั้นที่ 2 การท้าทายความคิดหรือสร้างความขัดแย้งทางความคิด มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนาการคิดเพื่อระบุปัญหา และการคิดเพื่อตั้งสมมติฐาน จากการที่ครูนำเสนอเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่ทำให้นักเรียนเกิดความไม่แน่ใจ หรือสงสัยในความรู้ ความเข้าใจเดิม เพื่อให้นักเรียนระบุข้อสงสัยและคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า

ขั้นที่ 3 การปฏิสัมพันธ์ภายนอก มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนาการคิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน และการคิดเพื่อตีความหมายข้อมูลและสรุปผล จากการที่ครูให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า ทดลอง สืบสอบ สัมภาษณ์ข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม และนำข้อมูลที่ได้มาอภิปราย ชักถามร่วมกับเพื่อน ครู หรือบุคคลอื่น เพื่อตอบข้อสงสัยหรือพิสูจน์คำตอบที่ได้คาดคะเนไว้ล่วงหน้า และผลการวิจัยสอดคล้องกับที่ Schaferman (1994: 2-3) ได้กล่าวไว้สรุปได้ว่าการศึกษาค้นคว้า สืบสอบเรื่องราวธรรมชาติหรือจักรวาล โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการฝึกการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

ขั้นที่ 5 การปฏิสัมพันธ์ภายใน มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย และสามารถนำการคิดนี้ไปใช้ประโยชน์ได้ จากการที่ครูให้นักเรียนพิจารณา ไตร่ตรองการเรียนรู้ของตนเองโดยนำความรู้ใหม่ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า สืบสอบ สัมภาษณ์ข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม และจากการอภิปราย ชักถามร่วมกับบุคคลอื่น มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิม และ/หรือการดำเนินชีวิตประจำวัน

นอกจากนี้การพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน อาจเป็นผลมาจากกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นที่ 4 การนำเสนอผลงาน ที่ให้นักเรียนได้นำผลงานที่สร้างขึ้นมานำเสนอให้เพื่อน ครู และบุคคลอื่นได้รับรู้ ได้ชักถาม แลกเปลี่ยนความรู้และให้ข้อเสนอแนะซึ่งกันและกัน และได้ประเมินผลการนำเสนอผลงาน กิจกรรมการเรียนการสอนดังกล่าวอาจส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ดังที่ Kuhn (1993: 321-322, 324) และ Lee (1999: 57) ได้กล่าวไว้สรุปได้ว่า บุคคลทั่วไปสามารถพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ได้ โดยนำ

การอภิปราย ซักถาม และใช้เหตุผลที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการนำเสนองานวิจัย มาประยุกต์ใช้กับกระบวนการคิดในชีวิตประจำวัน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Dunbar (1997) ที่พบว่า นักวิทยาศาสตร์คิดและใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในขณะที่นำเสนองานวิจัย ที่มีการอภิปราย ซักถามในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย มีการให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับสมมติฐานและการทดลอง และมีการตีความข้อมูลใหม่

นอกจากนี้ จากการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เห็นด้วยว่า การศึกษาค้นคว้าจากสิ่งแวดล้อมหรือในสภาพจริงและการได้สร้างชิ้นงานร่วมกัน ทำให้นักเรียนเข้าใจเรื่องที่เรียนได้ดีขึ้น รวมทั้งการพิจารณาไตร่ตรองการเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ไปสู่การดำเนินชีวิตประจำวัน ซึ่งทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้เข้าใจดียิ่งขึ้น

2.2 ผลของกระบวนการเรียนการสอนที่มีต่อการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ผลการวิจัยครั้งนี้เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ กล่าวคือ กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น สามารถส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ทั้งนี้เนื่องมาจากกลุ่มทดลองได้เรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ซึ่งมีกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานในขั้นตอนการเรียนการสอนขั้นที่ 4 การนำเสนอผลงาน โดยครูสนับสนุนให้นักเรียนนำผลงานที่ได้สร้างขึ้นในขั้นที่ 3 มานำเสนอให้เพื่อนและครูรับรู้ โดยใช้การนำเสนอผลงานรูปแบบต่างๆ รวมทั้งให้มีการประเมินการนำเสนอผลงาน มีการซักถาม แลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็น และให้ข้อเสนอแนะซึ่งกันและกัน ในขณะที่กลุ่มควบคุมเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ ซึ่งไม่มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนสร้างผลงานและนำเสนอผลงาน ดังนั้นกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น จึงได้เรียนรู้และฝึกการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีโอกาสนำเสนอแนะต่างๆ ที่ได้รับจากเพื่อนและครูมาปรับปรุงแก้ไขการนำเสนอผลงานของตนให้ดีขึ้นด้วย ด้วยเหตุนี้จึงกล่าวได้ว่า การที่กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมนั้น เนื่องมาจากการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

นอกจากนี้ จากการประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ที่ผู้วิจัยได้ประเมินผลไว้เป็นระยะๆ ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดการใช้กระบวนการเรียนการสอนพบว่า คะแนนเฉลี่ยการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ของนักเรียนเพิ่มขึ้น

(ดังปรากฏในภาคผนวก ฉ) แสดงให้เห็นว่า การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้น การนำเสนอผลงานอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการในการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ และจากการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เห็นด้วยที่จะให้มีกิจกรรมนำเสนอผลงานอีกและเห็นด้วยว่าการแลกเปลี่ยน ความคิดเห็นกับเพื่อนในชั้นที่ 4 การนำเสนอผลงานทำให้เรียนรู้ได้เข้าใจมากยิ่งขึ้น (ดังปรากฏใน ภาคผนวก จ)

ข้อเสนอแนะ

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้มีข้อเสนอแนะ 2 ประเด็น คือ ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัย ไปใช้ และข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยครั้งนี้ มีข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ ดังนี้

1.1 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้บริหาร

1.1.1 ผู้บริหารควรสนับสนุนให้ครูนำกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิด

อินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงาน วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยส่งเสริมให้ครูมีความรู้ ความเข้าใจที่ชัดเจนเกี่ยวกับแนวคิด หลักการ และขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนนี้ รวมทั้งเห็นประโยชน์ของการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและกับบุคคลอื่นและการพิจารณาไตร่ตรองการเรียนรู้ของตนเอง ผู้บริหารสามารถสนับสนุนการนำกระบวนการเรียน การสอนนี้ไปใช้ได้ โดยอาจดำเนินการให้มีการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการหรือจัดประชุมสัมมนา เพื่อให้ครูมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอนนี้อย่างถูกต้องและชัดเจน และได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์และความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

1.1.2 ผู้บริหารที่มีเป้าหมายให้นักเรียนมีการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และ การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ สามารถใช้กระบวนการเรียนการสอนนี้เป็นทางเลือกหนึ่งในการ ส่งเสริมคุณลักษณะดังกล่าวให้แก่ นักเรียน และควรสนับสนุนให้ครูนำกระบวนการเรียนการสอน นี้ไปใช้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นหรือในระดับชั้นอื่น

1.1.3 ผู้บริหารควรสนับสนุนให้มีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร หรือไอซีที (Information and Communication Technology) มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการ จัดการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนนี้ โดยควรจัดให้มีคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์

ทางการศึกษาในอัตราที่เหมาะสมกับจำนวนนักเรียน จัดเตรียมสถานที่ที่เอื้อต่อการใช้ไอซีที และจัดให้มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตภายในโรงเรียน รวมทั้งสนับสนุนให้ครูใช้ไอซีทีในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยอาจดำเนินการให้มีการจัดอบรม เพื่อให้ครูมีความรู้และทักษะด้านไอซีที และสามารถนำไอซีทีไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้สอน

1.2.1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ครูสามารถเลือกใช้วิธีสอนหรือเทคนิคการสอนได้หลากหลาย โดยพิจารณาตามความเหมาะสมและให้มีความสอดคล้องกับขั้นตอนการเรียนการสอน เนื้อหาสาระ ความรู้ ความเข้าใจเดิมของนักเรียน และบริบทของการเรียนการสอน เป็นต้น

1.2.2 ครูควรนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารหรือไอซีทีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนนี้ โดยพิจารณาตามความเหมาะสมและให้มีความสอดคล้องกับขั้นตอนการเรียนการสอน เนื้อหาสาระ และความพร้อมของนักเรียน เช่น การใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ในการสร้างบทเรียน การนำบทเรียนมาใส่ไว้ในเว็บไซต์ รวมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนใช้ไอซีทีเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ เช่น การศึกษาค้นคว้าจากอินเทอร์เน็ตหรือเว็บไซต์ การซักถามแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจกับเพื่อนและครูผ่านทางเว็บบอร์ด การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการประมวลผล การสร้างผลงานโดยใช้ซอฟต์แวร์โปรแกรม เช่น Page Maker Photoshop การบันทึกไฟล์งานลงในแผ่นซีดีหรือดีวีดี การนำเสนอผลงานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น Power Point การนำเสนอภาพเคลื่อนไหวหรือ Animation Program การเขียนการพิจารณาไตร่ตรองการเรียนรู้ผ่านทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์

1.2.3 ครูที่นำกระบวนการเรียนการสอนนี้ไปใช้ ควรตระหนักถึงบทบาทของตนเอง ซึ่งเปลี่ยนจากการกำกับควบคุมการเรียนรู้ มาเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในการส่งเสริมการพัฒนาการคิดและการนำเสนอผลงาน ของนักเรียน ดังนั้นครูควรศึกษาและทำความเข้าใจบทบาทของตนให้ชัดเจนก่อนนำกระบวนการเรียนการสอนนี้ไปใช้

1.2.4 ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนนำวิธีการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอนนี้ ซึ่งได้แก่ การศึกษาค้นคว้า ทดลอง สืบสอบ สืบหาข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม การอภิปรายซักถามร่วมกับบุคคลอื่น และการพิจารณาไตร่ตรองการเรียนรู้ของตนเอง ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองในการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นและในการดำเนินชีวิตประจำวัน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

จากผลการวิจัยครั้งนี้ มีข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

2.1 ควรมีการศึกษาเพื่อตรวจสอบซ้ำ โดยศึกษาผลของการนำกระบวนการเรียนการสอนนี้ไปใช้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น และนำไปใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาชั้นอื่นเพื่อยืนยันผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนและทำให้กระบวนการเรียนการสอนนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.2 ควรมีการศึกษาผลของการใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ที่มีผลต่อการส่งเสริมการคิดอื่น เช่น การคิดสร้างสรรค์ การคิดขั้นสูง

2.3 ควรมีการศึกษาผลของการใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ที่มีผลต่อตัวแปรอื่นที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น ทักษะการสืบสอบ



สถาบันวิจัยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน และกองทุนสนับสนุนการวิจัย,สำนักงาน. (2541).

วิกฤตการณ์วิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2544). การส่งเสริมให้คนไทยคิด: จากอดีต สู่ปัจจุบัน และอนาคต.

วารสารวิชาการ 4, 11 (พฤศจิกายน 2544): 36-47.

ธีระชัย ปุณฺณโชติ. (2539). บทวิจารณ์ ระบบโรงเรียนกับการพัฒนาความคิดเชิงวิทยาศาสตร์.

ในการศึกษา เพื่อพัฒนาอนาคตของประเทศไทย, 17-18 พฤศจิกายน 2538
ณ โรงแรมเซนทรัลพลาซ่า กรุงเทพมหานคร

ปฏิรูปการศึกษา, สำนักงาน. (2545). **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (แก้ไข**

เพิ่มเติมฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. กรุงเทพมหานคร: พริกหวานกราฟฟิค.

ประมวล ศิริพันธ์แก้ว. (2540). สมรรถภาพที่พึงประสงค์. จากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์.

วารสารสสวท 25, 96 (มกราคม-มีนาคม 2540): 16-19.

ยุทธนา สมิตะสิริ. (2539). การจัดการศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดเชิงวิทยาศาสตร์.

ในการศึกษา เพื่อพัฒนาอนาคตของประเทศไทย, 17-18 พฤศจิกายน 2538 ณ
โรงแรมเซนทรัลพลาซ่า กรุงเทพมหานคร

ศึกษานิเทศก์, กระทรวง. (2544). **คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.**

กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2546). **คู่มือวัดผล ประเมินผล**

วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

ภาษาอังกฤษ

Anholt. R.H.R. (1994). Dazzle with style: The art of oral scientific presentation.

NY: W.H. Freeman.

Askew, J. (2004). The scientific method of problem solving. [Online] Available from:

<http://www.howe.k12.ok.us/~jimaskew/ps/pmethod.htm> [2004, October 12]

- Azmitia, M., & Crowley, K. (2001). The rhythms of scientific thinking: A study of collaboration in an earthquake microworld. In K. Crowley, C. D. Schunn & T. Okada (Eds.), **Designing for science: Implications for everyday, classroom, and professional settings**, pp. 47-77. NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bandman, E. L., and Bandman, B. (1995). **Critical thinking in nursing 2nd Edition**. NY: Appleton & Lange.
- Benbow, A. and Mably, A. (2002). **Science education for elementary teacher: An investigation-based approach**. CA: Wadsworth/Thomson Learning.
- Beyer, K. B. (1997). **Improving student thinking: A comprehensive approach**. CA: Allyn and Bacon.
- Brandon C. Beltz, Edna Monroe, and Denise Williford. (n.d.). **The scientific method**. [Online] Available from : <http://www.pages.drexel.edu/~bcb25/scimeth/index.html> [2004, October 12]
- Crowley, K., Callanan, M. A., Jipson, J. L., Galco, J., Topping, K., and Shrager, J. (2001). Shared scientific thinking in everyday parent-child activity. **Science Education** 85: 712-732.
- Dickman, S. (1996). **Scientific thinking**. [Online]. Available from : <http://www.humanistsofutah.org/1996/genaug96.html> [2002, January 14]
- Dunbar K. (1997). How scientists think: On-line creativity and conceptual change in science. In T.B. Ward, S.M. Smith & J. Vaid (Eds). **Conceptual structures and process: Emergence, discovery, and change**. Washington DC: American Psychological Association Press.
- Dunbar K. (1999). Scientific Thinking and its development. In R. Wilson., & F. Keil (Eds.) **The MIT Encyclopedia of Cognitive Science**, pp. 730-733. MA: MIT press.
- Dunkhase, J.A., Hand, B., Shymansky, J.A., and Yore, L.D. (1997). **The effect of a teacher enhancement project designed to promote interactive-constructive teaching strategies elementary school science on students' perceptions and attitudes**. Paper Presented at the Annual School Science and Mathematics Association Conference, Milwaukee, WI, November 13-15, 2000. (ERIC, ED417168)

- Fosnot, T. C. (1996). *Constructivism : A Psychological Theory of Learning* In C. T. Fosnot (Ed.), **Constructivism: Theory perspectives and practice**, pp. 8-33. NY: Teachers Collage Press.
- Fosnot, T. C. (ed.). (1996). **Constructivism: Theory perspectives and practice**. In C. T. Fosnot (Ed.), **Constructivism: Theory perspectives and practice**, p. xxi. NY: Teachers Collage Press.
- Fredericks, A.D. (2000). **Science fair handbook**. [Online] Available from http://www.eduplace.com/science/profdev/science_fair/index.html [1, March 2004]
- Frederics, A. D. (n.d). **Writing report**. [Online]. Available from : [http://www.eduplace.com/ Science/profdev/Science_fair/whatis.html](http://www.eduplace.com/Science/profdev/Science_fair/whatis.html). [2004, April 14]
- Hand, B., Lawrence,C., and Yore, L. (1999). Writing in science framework designed to enhance science literacy. **International Journal of Science Education** 21, 10: 1021-1035.
- Henriques, L. (1997). **Constructivist learning and teaching**. [Online]. Available from: <http://www.edu.uvic.ca /depts/snsc/temporary/cnstrct.html> [2002, August 18]
- Hogan, K. and Maglienti, M. (2001). Comparing the Epistemological understandings of students' and scientists' reasoning about conclusion. **Journal of Research in Science Teaching** 38, 6: 663-683.
- Keys, C. W. (1994). The development of scientific reasoning skills in conjunction with collaborative writing assignment: an interpretative study of six nine-grade students. **Journal of Research in Science Teaching** 3: 1003-1023.
- Koning, R. E. (1994). The scientific method. **Plant physiology information website**. [Online] Available from : http://plantphys.info/plants_human/scimeth.html. [2004, October 12]
- Krajcik, F.S., Czerniak, C. M. and Berger, C. (1999). **Teaching student science: A project-based approach**. Boston: McGraw-Hill College.
- Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. **Science Education** 77, 3: 319-337.
- Landsberger, J. (2004). **Solving problem with the scientific method**. [Online] Available from: <http://www.studygs.net/scimethod.htm> [2004, October 12]

- Lawson, A. E. (1995). **Scientific teaching and the development of thinking**. CA: Wadsworth.
- Lee, J. A. (1999). **The scientific endeavor: A primer on scientific principles and practice**. CA: Addison Wesley Longman.
- McDermott, C. L. (1993). How we teach and how student learn-a mismatch?. **American Journal of Physics** 61, 4. [Online]. Available from: <http://unr.edu/homepage/jcannon/ejse/mcdermott.html> [2002, September 9]
- Morgan, C., Dunn, L., Parry, S and O' Reilly, M. (2004). **The student assessment handbook**. London: Routledge Falmer.
- Murphy, E. (1997). **Constructivism: from philosophy to practice**. [Online]. Available from : <http://www.stemnet.nf.ca/~elmurphr/emurphy/refer.html> [2002, September1]
- Nitko, A. J. (1996). **Educational assessment of students 2nd edition**. NJ: Prentice Hall.
- Nosich,G.(n.d.). **Teaching student to think scientifically**. [Online]. Available from: <http://www.criticalthinking.org/eventsisc/workshop.htm> [2003, January 13]
- Orpheum Children Science Museum. (n.d.). **The scientific method**. [Online] Available from : <http://www.m-crossroads.org/orpheum/grant/methodpage.html> [2004, October 12]
- Rogerson, S. (1989). **Project skills handbook**. Sweden: Crtwell-Bratt.
- Ruby, L. (1968). **The art of making sense: A guide to logical thinking (2nd edition)**. Philadelphia: Lippinott.
- Schafersman, D. S. (1994). **An introduction to science : scientific thinking and the scientific method**. [Online]. Available from: <http://www.Freeinquiry.com/intro-to-sci.html> [2003, January 14]
- Schafersman, D. S. (1991). **An introduction to critical thinking**. [Online]. Available from <http://www.Freeinquiry.com/intro-to-sci.html> [2003, January 14]
- Schauble, L. and Glaser, R. (1990). Scientific thinking in collaboration and adults. In D. Kuhn. (ed.), **Developmental perspectives on teaching and learning thinking skills**. Pp. 9-27. Basel: Karger.
- Science Service. (2001). **Project primer**. [Online] Available from: http://www.sciserv.org/isef/primer/scientific_method.asp [2004, October 12]

- Science Stuff. (2004). **The scientific method**. [Online] Available from:
http://www.sciencestuff.com/nav/Scientific_Method.html [2004, October 12]
- Shymansky, J. A., Yore, L. D., and Anderson, J.O. (2000). **A study of changes in students' science attitudes, awareness and achievement across three years as a function of the level of implementation of interactive-constructivist teaching strategies promoted in a local systemic reform effort**. Paper Presented at the National Association for Research in Science Teaching Association Meeting in New Orleans, LA, April 28-May1, 2000. (ERIC, ED439 954)
- Shymansky, J. A., Yore, L. D., Dunkhase J. A., and Hand, B.M. (1998). **Science, parents, activities, and literature : Overview, results, and reflections**. [Online]. Available from : http://www.ed.psu/ci/journals/1669aets/t3_8_shymansky.rtf [2003, January 14]
- Shymansky, J. A., Yore, L. D., Treagust, D. F., Thiele, R. B., Harrison, A., Waldrip, B. G., Stocklmayer, S. M. and Venveille, G. (1997). Examining the construction process: a study of changes in level 10 students' understanding of classical mechanics. **Journal of Research in Science Teaching** 34 (6): 571-593.
- University of Utah. (n.d.). **Scientific method lab**. [Online] Available from:
http://aspire.cosmic-ray.org/labs/scientific_method/sci_method_main.html [2004, October 12]
- Vaidya, N. (1974). **How children discover knowledge**. India : Oxford & IBH
- VanCleave, J. (1997). **Janice VanCleave's handbook**. [Online] Available from
<http://school.discovery.com/sciencefaircentral/scifairstudio/handbook/presandeval.html> [2, March 2004]
- Von Grasersfeld, E. (1996). Introduction : aspects of constructivism. In T.C. Fosnot, (Ed.), **Constructivism: theory perspectives and practice**, pp. 3-7. NY: Teachers Collage Press.
- Walters, E..D. and Walters C. G. (2002). **Scientists must speak: Bringing presentations to life**. London: Routledge.
- Yager, R.E. (1991). The constructivist learning model: towards real reform in science education. **The Science Teacher** 58 (6): 52-57.

- Yore, L.D. (2001). **What is mean by constructivist science teaching and will the science education community stay the course foe meaningful?**. Electronic Journal of Science Education 5 (4) June. [Online] Available from: <http://unr.edu/homepage/crowther/ejse/yore.html> [2002, August 18]
- Yore, L.D., Shymansky, J. M. and Andeson, J.O. (2001). **Documenting strategies for two local systemic change project..** Paper presented at Association for the Education of Teachers in Science (AETS) 2001 Annual International Conference, January 18-21, 2001. [Online] Available from: [http://www. Ed.psu.edu/ci/journals/ 2001aets/ s4_09_yore_shymansky.rft](http://www.Ed.psu.edu/ci/journals/2001aets/s4_09_yore_shymansky.rft) [2002, January10]
- Yore, L.D., Shymansky, J. M., Henriques, L., Hand, B.M., Dunkhase, J. A., and Lewis, JoAnne,O. (1998). **Students' perceptions of science teaching and attitudes toward science learning and teacher's ideas, application of science, and use of print resources as indicators of interactive-constructivist teaching in elementary schools.** Paper presented at the International conference of the association for education of teachers in science, Minneapolis, MN, January 8-11 1998. (ERIC, ED442653)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการภาคผนวก

ภาคผนวก ก	รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ
ภาคผนวก ข	คู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา
ภาคผนวก ค	ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ประกอบด้วย <ol style="list-style-type: none"> 1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่เนื้อหาสาระไม่มีการทดลอง 2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่เนื้อหาสาระมีการทดลอง
ภาคผนวก ง	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ <ol style="list-style-type: none"> 1. แบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ 2. แบบประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์
ภาคผนวก จ	แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลองเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลองเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
ภาคผนวก ฉ	กราฟแสดงคะแนนเฉลี่ยของการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น
ภาคผนวก ช	ตัวอย่างภาพกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น



ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1. ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบทดสอบกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กำธร ธีรคุปต์	ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาจารย์ วิยะดา บัติประโคน	หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย
อาจารย์ จุฑาทิพย์ มาลากรณ์	หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย
อาจารย์ ประโลม อารุณ	หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย

2. ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พเยาว์ ยินดีสุข	หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
อาจารย์ วิภา ณะเกียรติบำรุง	หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

3. ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร. สุจินต์ วิศวะธีรานนท์	สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิมพันธ์ เดชะคุปต์	ภาควิชาหลักสูตร การสอน และเทคโนโลยี การศึกษา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุมาลี กาญจนชาติศรี	โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิด
อินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และ
การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**คู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟ
คอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และ
การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา**

คู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา เป็นเอกสารที่อธิบายรายละเอียดของกระบวนการเรียนการสอน เพื่อให้ครูหรือผู้ที่นำไปใช้มีความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบของกระบวนการเรียนการสอน การเตรียมการเพื่อนำกระบวนการเรียนการสอนไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่กำหนด

คู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอน ประกอบด้วยสาระสำคัญ ดังนี้

1. แนวคิดพื้นฐานของกระบวนการเรียนการสอน
2. หลักการของกระบวนการเรียนการสอน
3. วัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน
4. ขั้นตอนการเรียนการสอน
5. บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียน
6. การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน
7. แนวทางในการนำกระบวนการเรียนการสอนไปใช้
8. เงื่อนไขในการใช้กระบวนการเรียนการสอน

แนวคิดพื้นฐานของกระบวนการเรียนการสอน

กระบวนการเรียนการสอนนี้พัฒนาขึ้นโดยมีแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์เป็นแนวคิดพื้นฐาน สาระสำคัญของแนวคิดนี้ สรุปได้ 8 ประการ คือ

1. การเรียนรู้เป็นปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ระหว่างความรู้อันเดิม ความรู้สัจจะนั้น ความเชื่อ และบุคคลอื่นในบริบททางสังคมเชิงวัฒนธรรม ดังนั้นการตีความเหตุการณ์ของผู้เรียน จึงแตกต่างกันได้ตามมุมมอง ความเชื่อ และประสบการณ์ชีวิตของแต่ละคน สำหรับแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ การตีความต้องมีเหตุผล และอิงหลักฐานหรือกฎทางธรรมชาติ

2. ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ สร้างความรู้ หรือปรับความรู้เดิมให้เข้ากับความรู้ใหม่ได้ เมื่อผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ใน 2 ลักษณะ คือ ปฏิสัมพันธ์ภายนอก และปฏิสัมพันธ์ภายใน ปฏิสัมพันธ์ภายนอก ได้แก่ การปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและบุคคลอื่น ส่วนปฏิสัมพันธ์ภายใน ได้แก่ การพิจารณา ไตร่ตรองส่วนตัว เกี่ยวกับประสบการณ์ที่ได้รับจากปฏิสัมพันธ์ภายนอก ซึ่งเป็นการสร้างความหมายให้กับการเรียนรู้
3. ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงความรู้ความเข้าใจได้ เมื่อผู้เรียนได้ใช้ความคิด ได้ทำทลายความคิด และขยายความคิดจากประสบการณ์ตรง เช่น การปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น และได้พิจารณา ไตร่ตรองในความคิดของตน
4. การอภิปราย ชักถามร่วมกัน ทำให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นต่างๆ ออกมา และช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจที่ชัดเจน ถูกต้อง
5. การพิจารณา ไตร่ตรอง ทำให้ได้ผู้เรียนปรับความรู้ ความเข้าใจของตนเอง และเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย
6. การเรียนการสอน เน้นการตรวจสอบความรู้เดิม การให้ประสบการณ์ที่หลากหลาย การทำทลายความคิด และการนำความรู้ไปใช้
7. การเรียนการสอนสนับสนุนให้ผู้เรียนปฏิบัติ สสำรวจ สืบสอบ ใช้เหตุผล คิดอย่างมีวิจารณญาณ และนำความรู้ไปใช้
8. การเรียนการสอน สนับสนุนให้ผู้เรียนสร้างผลงานหรือชิ้นงาน และนำเสนอผลงาน โดยแสดงให้เห็นประโยชน์และคุณค่าของผลงาน

หลักการของกระบวนการเรียนการสอน

กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีหลักการสำคัญ 4 ประการ ดังนี้

1. การทำทลายความคิด หรือสร้างความขัดแย้งทางความคิด

ผู้เรียนจะปรับเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจ เมื่อได้รับประสบการณ์ที่ทำทลาย หรือขัดแย้งกับความรู้เดิม ความรู้ ความเข้าใจเดิม กระบวนการเรียนการสอน เน้นการตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจเดิมของผู้เรียน และจัดสถานการณ์ ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิด สงสัย และอยากรู้คำตอบ

2. การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและบุคคลอื่น

ผู้เรียน เรียนรู้และสร้างความรู้ ความเข้าใจ จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและกับบุคคลอื่น กระบวนการเรียนการสอน เน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ สสำรวจ สืบสอบ สิ่งแวดล้อม เพื่อให้

ได้คำตอบหรือข้อค้นพบ ซึ่งใช้เป็นข้อมูลในการอภิปรายซักถามกับเพื่อน ครู หรือบุคคลอื่น โดยเน้นการคิด การใช้เหตุผลที่อิงหลักฐานเชิงประจักษ์หรือหลักฐานตามธรรมชาติ เพื่อให้ผู้เรียนลดความขัดแย้งทางความคิด สร้างความรู้ ความเข้าใจที่ชัดเจน ถูกต้อง และมีการนำความรู้ใหม่ไปใช้

3. การพิจารณา ไตร่ตรองกับตนเอง

ผู้เรียนควรได้พิจารณา ไตร่ตรองประสบการณ์ เพื่อปรับความรู้ ความเข้าใจ และสร้างความหมายให้กับการเรียนรู้ของตน กระบวนการเรียนการสอน เน้นให้ผู้เรียนคิด พิจารณา ไตร่ตรอง โดยเชื่อมโยงความรู้ ความเข้าใจใหม่ ซึ่งได้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและบุคคลอื่น กับความรู้ ความเข้าใจเดิม

4. การนำเสนอผลงาน

ผลงานเป็นการแสดงถึงความรู้ ความเข้าใจของผู้เรียน การนำเสนอผลงาน เป็นการสื่อสารความรู้ ความเข้าใจของผู้เรียนให้บุคคลอื่นได้รับรู้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน ชัดเจน และเข้าใจง่าย กระบวนการเรียนการสอน เน้นให้ผู้เรียนนำเสนอผลงานด้วยวิธีการต่างๆ ที่เหมาะสมกับลักษณะของผลงานที่นำเสนอ

วัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน

กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ

1. เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ซึ่งสามารถจำแนกเป็นวัตถุประสงค์ย่อยได้ 4 ประการ ได้แก่
 - 1.1 การคิดเพื่อระบุปัญหา
 - 1.2 การคิดเพื่อตั้งสมมติฐาน
 - 1.3 การคิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน
 - 1.4 การคิดเพื่อตีความหมายข้อมูลและสรุปผล
2. เพื่อส่งเสริมการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

ขั้นตอนการเรียนการสอน

กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน พร้อมกิจกรรมเสนอแนะ ดังนี้

1. **ขั้นการตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ**

กิจกรรมเสนอแนะในขั้นตอนนี้ คือ

- 1.1 การถามคำถามเพื่อให้นักเรียนตอบสิ่งที่รู้และไม่รู้เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้ออกมา
- 1.2 การให้นักเรียนทำแบบทดสอบเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้
- 1.3 การให้นักเรียนเขียนสิ่งที่รู้และไม่รู้เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้ลงในใบงาน

ครูเลือกใช้กิจกรรมดังกล่าวตามความเหมาะสม เพื่อให้นักเรียนแสดงความรู้ ความเข้าใจที่มีอยู่ออกมา ซึ่งครูจะได้นำสิ่งที่นักเรียนยังไม่รู้ หรือเข้าใจคลาดเคลื่อน มาใช้ในการเรียนการสอนขั้นต่อไป

2. **ขั้นการทำทหายความคิดหรือสร้างความคิดขัดแย้งทางความคิด**

กิจกรรมเสนอแนะในขั้นตอนนี้ คือ

- 2.1 การถามคำถามที่ทำให้นักเรียนเกิดความสงสัย และ/หรือให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า
- 2.2 การนำเสนอเหตุการณ์หรือสถานการณ์ ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความไม่แน่ใจหรือสงสัยในความรู้ ความเข้าใจเดิมของตน
- 2.3 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหา ที่ต้องการคำตอบหรือการอธิบายเพิ่มเติม

ครูเลือกใช้กิจกรรมดังกล่าวตามความเหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนระบุข้อสงสัย และคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ล่วงหน้า

3. **ขั้นการปฏิสัมพันธ์ภายนอก**

การปฏิสัมพันธ์ภายนอก สามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

- 3.1 การให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เพื่อค้นคว้าหาคำตอบมาตอบข้อสงสัยหรือพิสูจน์คำตอบที่ได้คาดคะเนไว้ล่วงหน้า

กิจกรรมเสนอแนะ คือ

- 3.1.1 การศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตำราในห้องสมุด หรือจากใบงานที่ครูจัดเตรียมไว้ให้
- 3.1.2 การสืบสอบหรือสำรวจจากสิ่งแวดล้อม
- 3.1.3 การทดลอง
- 3.1.4 การศึกษาค้นคว้าจากเว็บไซต์ หรืออินเทอร์เน็ต
- 3.1.5 การศึกษาค้นคว้าจากซอฟต์แวร์ทางการศึกษา หรือซีดีรอม (CD-ROM)

3.2 การให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ได้แก่

3.2.1 การนำข้อมูลที่ได้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมาอภิปรายซักถาม เพื่อสรุปเป็นข้อค้นพบหรือข้อความรู้ใหม่

กิจกรรมเสนอแนะ คือ

3.2.1.1 การอภิปรายซักถามโดยตรงกับเพื่อนภายในกลุ่ม

3.2.1.2 การอภิปรายซักถามโดยตรงระหว่างกลุ่ม

3.2.1.3 การอภิปรายซักถามโดยตรงกับครู

3.2.1.4 การซักถาม แลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจผ่านทางเว็บบอร์ด

3.2.1.5 การซักถาม แลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจผ่านการสนทนาใน ข่ายงาน (Internet Relay Chat)

3.2.1.6 การซักถาม แลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจผ่านทางอินเทอร์เน็ต โฟน (Internet Phone)

3.2.2 การนำข้อค้นพบหรือความรู้ใหม่มาสร้างผลงานหรือชิ้นงานที่แสดงถึง ความรู้ ความเข้าใจของนักเรียน และ/หรือแสดงถึงการนำความรู้ไปใช้

กิจกรรมเสนอแนะ คือ

3.2.2.1 การเขียนรายงานผลการศึกษาค้นคว้า ผลการทดลอง ผลการ สืบสอบ หรือผลการสำรวจ

3.2.2.2 การประดิษฐ์สิ่งของ อุปกรณ์ หรือเครื่องใช้ต่างๆ

3.2.2.3 การทำผังกราฟิก เช่น Mind Mapping Concept Map

3.2.2.4 การสร้างผลงานด้วยซอฟต์แวร์โปรแกรมต่างๆ เช่น

Page Maker Photo Shop Animation Program

ครูเลือกใช้กิจกรรมดังกล่าวตามความเหมาะสม เพื่อให้นักเรียนได้ตอบข้อสงสัยหรือ พิสูจน์คำตอบที่ได้คาดคะเนไว้ด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งนำไปสู่การสรุปเป็นความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจน รวมทั้งให้นักเรียนได้แสดงความรู้ ความเข้าใจ หรือมีการนำความรู้ไปใช้โดยการสร้าง ผลงานหรือชิ้นงาน

4. ขั้นตอนการนำเสนอผลงาน

กิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นตอนนี้ แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

4.1 การนำผลงานที่สร้างขึ้นมานำเสนอด้วยวิธีการต่างๆ กิจกรรมเสนอแนะ คือ

4.1.1 การกล่าวรายงานหน้าชั้น

4.1.2 การส่งเล่มรายงาน

4.1.3 การส่งสิ่งประดิษฐ์

4.1.4 การสาธิต

4.1.5 การส่งแผ่นซีดี/ดีวีดี ที่บันทึกไฟล์งาน

4.1.6 การนำเสนอด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น Power Point การนำเสนอภาพเคลื่อนไหวเป็นเรื่องราวหรือเป็นคลิปวิดีโอเฉพาะตอน

4.1.7 การนำเสนอผ่านทางเว็บไซต์

4.2 การประเมินการนำเสนอผลงานของนักเรียน กิจกรรมเสนอแนะ คือ

4.2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มสลับกันประเมินการนำเสนอผลงาน โดยใช้เกณฑ์การประเมินที่นักเรียนร่วมกันกำหนดขึ้น และให้ข้อเสนอแนะซึ่งกันและกัน

4.2.2 ครูและนักเรียนร่วมประเมินการนำเสนอผลงาน โดยใช้เกณฑ์ที่ร่วมกันกำหนดขึ้น และให้ข้อเสนอแนะแก่กลุ่มที่นำเสนอผลงาน

ครูเลือกใช้กิจกรรมดังกล่าวตามความเหมาะสม เพื่อให้ให้นักเรียนได้สื่อสารแลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจกับบุคคลอื่น และได้นำเสนอความรู้ ความเข้าใจให้บุคคลอื่นได้รับรู้ อันจะนำไปสู่การพัฒนาความรู้และความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจนยิ่งขึ้น

5. ขั้นตอนการปฏิสัมพันธ์ภายใน

กิจกรรมเสนอแนะในขั้นตอนนี้ คือ

การให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม หรือเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับการดำเนินชีวิตประจำวัน และ/หรือการนำความรู้ไปใช้ ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น

5.1 การเขียนลงในสมุด

5.2 การเขียนโน้ตงาน

5.3 การเขียนจดหมายอิเล็กทรอนิกส์

5.5 การสนทนาในข่าวงาน

ครูเลือกใช้กิจกรรมดังกล่าวตามความเหมาะสม เพื่อให้ให้นักเรียนสร้างความหมายและขยายความรู้ความเข้าใจของตนเอง โดยการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม หรือเชื่อมโยงไปสู่การนำความรู้ไปใช้

กิจกรรมที่เสนอแนะไว้ใน 5 ขั้นข้างต้นนี้ ครูไม่จำเป็นต้องจัดกิจกรรมดังกล่าวทุกกิจกรรม ครูสามารถเลือกใช้กิจกรรมการเรียนการสอนอื่นๆ นอกเหนือจากที่เสนอแนะไว้ได้ โดยกิจกรรมที่เลือกใช้นั้นจะต้องสนับสนุนให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดมุ่งหมายของแต่ละขั้นตอนการเรียนการสอน

ทั้งนี้การจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนนี้ ครูต้องดำเนินการสอนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ตามลำดับตั้งแต่ขั้นที่ 1 จนถึงขั้นที่ 5 และจำเป็นต้องให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดมุ่งหมายของขั้นตอนการเรียนการสอนขั้นนั้นก่อนจึงจะดำเนินการเรียนการสอนขั้นต่อไปได้ ดังนั้นในกรณีที่หน่วยการเรียนรู้ที่ใช้สอน ประกอบด้วยสาระการเรียนรู้ย่อยหลายสาระ ครูต้องดำเนินการสอนขั้นที่ 1-3 ในแต่ละสาระจนครบทุกสาระการเรียนรู้ย่อย เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในหน่วยการเรียนรู้ที่ถูกต้อง ชัดเจน และสมบูรณ์ แล้วจึงนำความรู้ที่ได้มาสร้างผลงาน เมื่อผู้เรียนเรียนรู้สาระต่างๆ ในหน่วยการเรียนนั้นจนครบถ้วนสมบูรณ์และได้สร้างผลงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงถือได้ว่าผู้เรียนบรรลุตามจุดมุ่งหมายของขั้นตอนการเรียนการสอนขั้นที่ 3 จากนั้นครูจึงดำเนินการจัดการเรียนการสอนในขั้นที่ 4 และ 5 ต่อไป

อย่างไรก็ตาม ตลอดเวลาของการเรียนการสอนตั้งแต่ขั้นที่ 1-4 นักเรียนควรได้รับการส่งเสริมให้มีการปฏิสัมพันธ์ภายใน ซึ่งได้แก่ การคิด พิจารณาไตร่ตรองการเรียนรู้กับตนเองโดยที่นักเรียนอาจไม่รู้ตัวและไม่ได้แสดงออก แต่นักเรียนจะได้คิด พิจารณาไตร่ตรองการเรียนรู้ของตนเองอย่างรู้ตัวในขั้นตอนที่ 5 โดยเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้ใหม่กับความรู้เดิม หรือเชื่อมโยงกับการดำเนินชีวิตประจำวันและ/หรือการนำความรู้ไปใช้ รวมทั้งมีการแสดงออกถึงการมีปฏิสัมพันธ์ภายในดังกล่าวด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การเขียนลงในสมุด การเขียนโน้ตในงาน การเขียนจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ หรือการสนทนาในช้่างาน

บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียน

ในการจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ครูและนักเรียนควรมีบทบาท ดังนี้

บทบาทของครู

1. ตรวจสอบและใช้ความรู้ ความเข้าใจเดิมของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน
2. จัดประสบการณ์ที่ทำทลายความคิดหรือให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิด
3. ศึกษาค้นคว้า ทดลอง สืบสอบ สัมภาษณ์ข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมร่วมกับนักเรียน และให้คำปรึกษา แนะนำนักเรียนในเวลาที่เหมาะสม
4. สนับสนุนให้นักเรียนอภิปราย ชักถาม และเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจกับเพื่อน ครู หรือบุคคลอื่น โดยอิงข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า ทดลอง สืบสอบ สัมภาษณ์จากสิ่งแวดล้อม
5. สนับสนุนให้นักเรียนสร้างผลงานหรือชิ้นงาน นำเสนอผลงาน และประเมินการนำเสนอผลงานของเพื่อน

6. สนับสนุนให้นักเรียนพิจารณา ไตร่ตรองการเรียนรู้ของตนเอง โดยนำความรู้ที่ได้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและกับบุคคลอื่นมาเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือเชื่อมโยงกับการดำเนินชีวิตประจำวัน และ/หรือการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

7. อำนวยความสะดวกและจัดเตรียมสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ต่างๆ ให้แก่นักเรียน

บทบาทของนักเรียน

1. แสดงความรู้ ความเข้าใจเดิมออกมา โดยการตอบคำถาม และ/หรือการเขียน
2. ศึกษาค้นคว้า ทดลอง สืบสอบ สืบหาข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม แล้วนำข้อมูลที่ได้อธิบาย ชักถามร่วมกับเพื่อน ครู หรือบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้
3. นำความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า ทดลอง สืบสอบ สืบหา และการอธิบาย ชักถามร่วมกับเพื่อน ครู หรือบุคคลอื่นกับบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ มาสร้างผลงานหรือชิ้นงาน
4. นำเสนอผลงานให้บุคคลอื่นได้รับรู้ และประเมินการนำเสนอผลงานของเพื่อน
5. นำข้อเสนอแนะที่ได้จากการประเมินการนำเสนอผลงาน มาปรับปรุงแก้ไขการนำเสนอผลงานครั้งต่อไป
6. พิจารณา ไตร่ตรองการเรียนรู้ของตนเอง โดยนำความรู้ที่ได้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและกับบุคคลอื่นมาเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือเชื่อมโยงกับการดำเนินชีวิตประจำวัน และ/หรือการนำไปใช้ประโยชน์

การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน

กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน 2 ลักษณะ คือ

1. การวัดและประเมินผลระหว่างการดำเนินการจัดการเรียนการสอน

เป็นการวัดและประเมินผลความสามารถของนักเรียนอย่างต่อเนื่องในระหว่างที่ดำเนินการเรียนการสอน เพื่อให้ทราบว่านักเรียนมีพัฒนาการการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง การวัดและประเมินผลดังกล่าวนี้มีหลายวิธี เช่น การสังเกตการตอบคำถามด้วยวาจาหรือการเขียนตอบ การปฏิบัติตามใบงาน การอธิบายชักถามร่วมกัน การนำเสนอผลงาน ผลงานหรือชิ้นงานของนักเรียน การเขียนที่แสดงถึงการพิจารณาไตร่ตรองการเรียนรู้รายบุคคล

2. การวัดและประเมินผลหลังการดำเนินการจัดการเรียนการสอน

เป็นการวัดและประเมินผลความสามารถของนักเรียนหลังจากสิ้นสุดการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผนแล้ว เพื่อให้ทราบว่าหลังการจัดการเรียนการสอน นักเรียนมีความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผลดังกล่าวนี้มี 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์

แนวทางในการนำกระบวนการเรียนการสอนไปใช้

ในการนำกระบวนการเรียนการสอนนี้ไปใช้ ครูควรดำเนินการตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. ศึกษาสาระสำคัญแนวคิดอินเทอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์ หลักการและวัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอนให้เข้าใจอย่างชัดเจน
2. ศึกษาขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนและกิจกรรมเสนอแนะในแต่ละขั้นตอนให้เข้าใจอย่างชัดเจน พร้อมทั้งศึกษาวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่างๆ ที่จะช่วยให้การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ และบรรลุตามวัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน
3. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ โดยศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาสาระของวิชาที่ใช้สอน เพื่อนำไปวางแผนการจัดการเรียนรู้ระยะยาว จากนั้นจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบโดยกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ทั้งนี้ครูสามารถเลือกใช้กิจกรรมการเรียนการสอน วิธีสอน หรือเทคนิคการสอนได้หลากหลายตามความเหมาะสม เพื่อให้การเรียนการสอนน่าสนใจ และช่วยเสริมประสิทธิภาพของการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น
4. จัดเตรียมสื่อการเรียนการสอนหรือแหล่งการเรียนรู้ ที่สนับสนุนการศึกษาค้นคว้า การทดลอง การสืบสอบ การสำรวจข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมให้นักเรียน เช่น วัสดุและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์สำหรับการทดลอง ใบความรู้ หนังสือ วีดิทัศน์ ซอฟต์แวร์ทางการศึกษา ซีดีรอม เว็บไซต์ต่างๆ สำหรับการศึกษาค้นคว้า สถานที่ต่างๆ สำหรับการสืบสอบและสำรวจข้อมูล หรือผู้รู้/ผู้เชี่ยวชาญในชุมชน รวมทั้งจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอนที่สนับสนุนการสร้างผลงานและการนำเสนอผลงานของนักเรียน เช่น กระดาษปฐพี สีเมจิก สีเทียน กระดาษสี เครื่องฉายข้ามศีรษะและแผ่นใส คอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์โปรแกรมต่างๆ ไมโครโฟน โดยครูควรจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอนหรือแหล่งเรียนรู้ดังกล่าว ให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนและพร้อมสำหรับใช้งาน ทั้งนี้ครูอาจให้นักเรียนช่วยเตรียมวัสดุหรืออุปกรณ์ที่นักเรียนสนใจหรือหาได้ง่ายในท้องถิ่นมาใช้แทนได้ตามความเหมาะสม

5. จัดเตรียมวิธีสอนหรือเทคนิคการสอน ที่สนับสนุนให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและกับบุคคลอื่น และได้พิจารณา ใตร่ตรองการเรียนรู้ของตนเอง ซึ่งจะส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ให้แก่ นักเรียน ตัวอย่างวิธีสอนหรือเทคนิคการสอนที่ครูสามารถเลือกใช้ได้ เช่น

5.1 การถามคำถาม คำถามที่นำมาใช้ในกระบวนการเรียนการสอนนี้ ควรเป็นคำถามที่ให้นักเรียนได้แสดงความรู้ ความเข้าใจเดิมเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้ออกมา เช่น การใช้คำถามว่า “กรด-เบสที่นักเรียนรู้จักมีอะไรบ้าง” หรือ “ในอากาศมีอะไรเป็นส่วนประกอบบ้าง” คำถามที่ทำให้นักเรียนเกิดความสงสัย และ/หรือให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า เช่น การถามว่า “ถ้าไม่มีบรรยากาศจะมีเหตุการณ์ใดเกิดขึ้นบ้าง” หรือ “เพราะเหตุใดสาร 3 ชนิดนี้จึงเปลี่ยนสีต่างกันหลังจากที่หยดสารชนิดที่ 4 ลงไป”

5.2 การสาธิต เป็นการปฏิบัติจริงแล้วให้นักเรียนสังเกต ซึ่งช่วยให้นักเรียน ทั้งชั้นได้เห็นการปฏิบัติจริงด้วยตาของตนเอง ครูสามารถใช้การสาธิตเพื่อทำลายความคิดหรือให้นักเรียนเกิดข้อสงสัย ซึ่งจะนำไปสู่การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าและการค้นหาคำตอบต่อไป ตัวอย่างเช่น ครูสาธิตการทดลอง โดยหยดสารละลายยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ลงไปในช่องหลอดทั้ง 3 ชนิด แล้วให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น หรือครูอาจใช้การสาธิตเพื่อแสดงวิธีการใช้อุปกรณ์ต่างๆ อย่างถูกต้องและปลอดภัย ก่อนให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เช่น การสาธิตวิธีการเขย่าหลอดทดลองหรือการหยดสาร การสาธิตวิธีการใช้ไซโครมิเตอร์หรือกล้องจุลทรรศน์

5.3 การอภิปราย ชักถาม เจาะจอต้อรองความหมาย เป็นการให้นักเรียน สนทนาเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจของตนเองกับบุคคลอื่น ทำให้ทราบว่าความรู้ ความเข้าใจของตนนั้นเหมือนหรือแตกต่างจากของบุคคลอื่นอย่างไร ซึ่งนำไปสู่การสรุปเป็น ความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องและชัดเจน

5.4 การใช้ผังกราฟิก เป็นการให้นักเรียนได้จัดระบบความคิด ความรู้ ความเข้าใจแล้วแสดงออกมาในรูปของภาพและข้อความ การให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและกับบุคคลอื่น มาสร้างผลงานกลุ่มในรูปของผังกราฟิกจะช่วยให้ นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจนมากขึ้น และ/หรือการให้นักเรียนรายบุคคลทำผังกราฟิกจะช่วยให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม หรือเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับการนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งนำไปสู่การเรียนรู้ที่มีความหมาย

5.5 การเป็นตัวแบบหรือตัวอย่างในการปฏิบัติ เป็นการแสดงวิธีปฏิบัติหรือการทำงานที่สมบูรณ์ เพื่อให้นักเรียนได้ปฏิบัติตาม เช่น การแสดงตัวแบบในการกล่าวรายงาน

หน้าชั้นเรียน การแสดงตัวอย่างการเขียนรายงานผลการศึกษา การแสดงตัวอย่างการเขียนตอบใบงานที่แสดงถึงการพิจารณา ไตร่ตรองการเรียนรู้

นอกจากวิธีสอนหรือเทคนิคการสอนข้างต้น ครูอาจพิจารณาวิธีสอนหรือเทคนิคการสอนอื่นๆ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้ตามความเหมาะสม

6. เตรียมแบบประเมินการปฏิบัติงาน เพื่อประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนระหว่างที่ดำเนินการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ซึ่งจะช่วยให้ครูสามารถประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนได้ตรงตามสภาพจริง รวมทั้งสามารถติดตามผลและปรับปรุงข้อบกพร่องของนักเรียนได้อย่างต่อเนื่อง แบบประเมินดังกล่าวนี้ได้แก่ แบบประเมินการปฏิบัติงานรายบุคคล แบบประเมินการปฏิบัติงานกลุ่ม แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

เงื่อนไขในการใช้กระบวนการเรียนการสอน

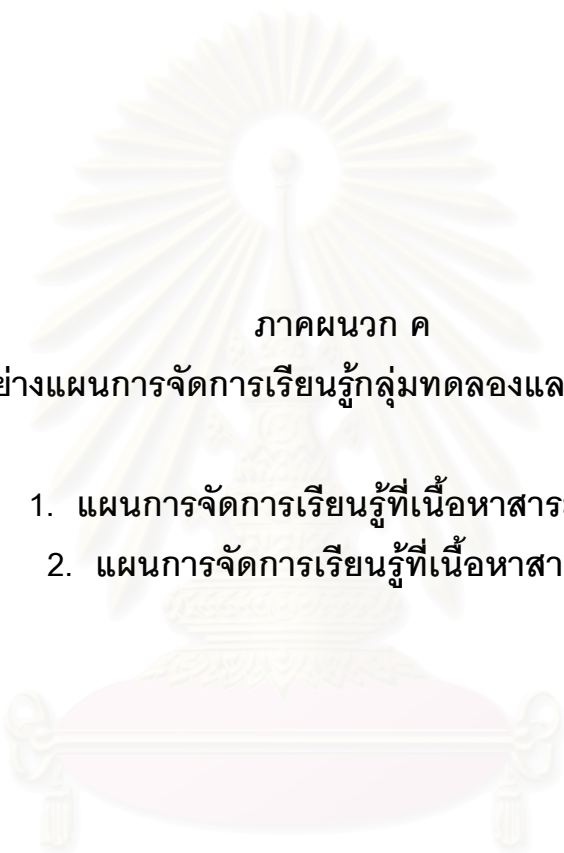
การใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีเงื่อนไข ดังนี้

1. เงื่อนไขด้านเวลา

กระบวนการเรียนการสอนนี้ มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้ใช้ความคิด สร้างผลงาน และนำเสนอผลงาน ดังนั้นการที่จะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนได้ครบทุกขั้นตอนในการสอนเนื้อหาสาระที่เป็นเชิงบรรยายต้องใช้เวลาอย่างน้อย 2 คาบ (50 นาที) และใช้เวลาอย่างน้อย 3 คาบสำหรับการสอนเนื้อหาสาระที่เป็นเชิงการทดลอง อย่างไรก็ตามเงื่อนไขด้านเวลาดังกล่าวจะไม่ส่งผลกระทบต่อการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรปกติ หากครูสามารถจัดสรรเวลาและจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ รวมทั้งจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอน และแหล่งการเรียนรู้ให้พร้อมและเพียงพอ

2. เงื่อนไขด้านนักเรียน

กระบวนการเรียนการสอนนี้ เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่นำไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา อย่างไรก็ตามครูสามารถนำกระบวนการเรียนการสอนนี้ไปใช้กับนักเรียนในระดับอื่นได้ เช่น ระดับปฐมวัย ระดับประถมศึกษา หรือระดับอุดมศึกษา โดยเลือกจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับวุฒิภาวะและศักยภาพของนักเรียน เช่น นักเรียนระดับปฐมวัยที่ยังไม่มีความพร้อมในการเขียน ครูอาจให้นักเรียนแสดงการพิจารณาไตร่ตรองการเรียนรู้ของตนโดยใช้การพูดแทนการเขียน และนักเรียนอาจยังไม่ชำนาญในการใช้มือหยิบจับสิ่งของ ครูควรเลือกกิจกรรมการทดลองที่ไม่ซับซ้อน และหลีกเลี่ยงการใช้อุปกรณ์ที่มีคมและแตกหักง่ายซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตราย รวมทั้งควรเพิ่มความระมัดระวังขณะทำการทดลองให้มากขึ้น



ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่เนื้อหาสาระไม่มีการทดลอง
2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่เนื้อหาสาระมีการทดลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่เนื้อหาสาระไม่มีการทดลอง สำหรับกลุ่มทดลอง

เรื่อง ความสำคัญ ส่วนประกอบ และการแบ่งชั้นบรรยากาศ เวลา 3 คาบ (150 นาที)
วิชา วิทยาศาสตร์ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนนักเรียน 52 คน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของบรรยากาศ ได้
2. บอกความสำคัญของบรรยากาศได้
3. ระบุส่วนประกอบของอากาศได้
4. อธิบายการแบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้คุณสมบัติเป็นเกณฑ์ได้
5. อธิบายการแบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้ส่วนผสมของแก๊สเป็นเกณฑ์ได้
6. บอกประโยชน์ของชั้นบรรยากาศที่สัมพันธ์กับชีวิตประจำวันได้

สาระสำคัญ

บรรยากาศ หมายถึง อากาศที่อยู่รอบตัวเรา และที่ห่อหุ้มโลกไว้ทั้งหมด บรรยากาศมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก เพราะหากไม่มีบรรยากาศ สิ่งมีชีวิตก็ไม่สามารถหายใจได้และตายในที่สุด บรรยากาศช่วยให้โลกมีอุณหภูมิที่พอเหมาะสำหรับสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ได้ บรรยากาศช่วยป้องกันรังสีต่างๆ เช่น รังสีอัลตราไวโอเล็ตที่อาจเป็นอันตรายหากได้รับปริมาณมาก และช่วยป้องกันอนุภาคแปลกปลอมที่มาจากนอกโลก เช่น อุกาบาต อากาศ หมายถึง บรรยากาศบริเวณใกล้พื้นผิวโลก ปกคลุมพื้นที่น้อยกว่าบรรยากาศ อากาศแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ อากาศแห้ง และอากาศชื้น อากาศแห้ง หมายถึง อากาศที่ไม่มีไอน้ำอยู่ อากาศชื้น หมายถึง อากาศที่มีไอน้ำอยู่

การแบ่งชั้นบรรยากาศอาจจำแนกตามเกณฑ์ได้ 2 ลักษณะ คือ ใช้คุณสมบัติเป็นเกณฑ์ และใช้ส่วนผสมของแก๊สเป็นเกณฑ์ ชั้นบรรยากาศที่แบ่งตามเกณฑ์อุณหภูมิมี 4 ชั้น ได้แก่

- 1) โทรโพสเฟียร์ บรรยากาศชั้นนี้มีความสำคัญต่อมนุษย์มาก เพราะมีไอน้ำ เมฆ ฝน หมอก ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง ฟ้าผ่า และพายุ
- 2) สตราโตสเฟียร์ บรรยากาศชั้นนี้มีแก๊สโอโซนเข้มข้นมาก
- 3) มีโซเฟียร์ บรรยากาศชั้นนี้มีความหนาแน่นมากที่สุด
- 4) เทอร์โมสเฟียร์ บรรยากาศชั้นนี้มีความหนาแน่นของอนุภาคต่างๆ น้อยมาก

ส่วนชั้นบรรยากาศที่แบ่งตามเกณฑ์ส่วนผสมของแก๊สมี 4 ชั้น ได้แก่

- 1) โทรโพสเฟียร์ บรรยากาศชั้นนี้มีไอน้ำเป็นแก๊สที่สำคัญ
- 2) โอโซนอสเฟียร์ บรรยากาศชั้นนี้มีโอโซนเป็นแก๊สที่สำคัญ
- 3) ไอโอโนสเฟียร์ บรรยากาศชั้นนี้มีแก๊สแตกตัวเป็นไอออน
- 4) เอกโซสเฟียร์ บรรยากาศชั้นนี้มีความหนาแน่นของอะตอมต่างๆ น้อย

เนื้อหา

1. ความหมายและความสำคัญของบรรยากาศ
2. ส่วนประกอบของอากาศ
3. การแบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้คุณสมบัติเป็นเกณฑ์ และใช้ส่วนผสมของแก๊สเป็นเกณฑ์
4. ประโยชน์ของชั้นบรรยากาศที่สัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นตอน การเรียนรู้การสอน	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน
<p>ขั้นตอนที่ 1</p> <p>การตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ</p>	<p>1. ครูให้นักเรียนเขียนสิ่งที่รู้แล้วและสิ่งที่ต้องการรู้เกี่ยวกับส่วนประกอบของอากาศและการแบ่งชั้นบรรยากาศลงในใบงานที่ 1 เพื่อให้นักเรียนแสดงความรู้ ความเข้าใจที่มีอยู่ออกมา</p> <p>2. ครูให้นักเรียนส่งใบงานที่ 1</p>
<p>ขั้นตอนที่ 2</p> <p>การทำทหายความคิด หรือสร้างความคิด ขัดแย้งทางความคิด</p>	<p>3. ครูถามคำถามเพื่อท้าทายความคิด และให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● นักเรียนคิดว่าอากาศที่อยู่ใกล้ตัวเรา กับอากาศที่อยู่สูงขึ้นไปมีส่วนประกอบแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร ● ถ้าไม่มีบรรยากาศจะมีอะไรเกิดขึ้นบ้าง <p>4. ครูเขียนคำตอบของนักเรียนไว้บนกระดาน แล้วกล่าวว่าต่อไปว่าวันนี้เราจะมาเรียนรู้กันว่าอากาศที่อยู่รอบตัวเราและอากาศที่อยู่สูงขึ้นไปมีอะไรเป็นส่วนประกอบบ้าง บรรยากาศมีความสำคัญอย่างไร</p>

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนรู้การสอน	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน
<p>ขั้นตอนที่ 3</p> <p>การปฏิสัมพันธ์</p> <p>ภายนอก</p>	<p>5. ครูนำนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับวิธีตรวจสอบคำตอบที่นักเรียนได้คาดคะเนไว้ โดยใช้คำถามนำว่า</p> <ul style="list-style-type: none"> ● นักเรียนมีวิธีตรวจสอบได้อย่างไรว่าคำตอบที่นักเรียนตอบนั้นถูกต้อง <p>6. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 9 กลุ่มๆ ละ 6 คน แล้วให้นักเรียนอ่าน และทำความเข้าใจคำสั่งในใบงานที่ 1</p> <p>7. ครูชี้แจงคำสั่งในใบงานที่ 1 เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง ตรงกัน</p> <p>8. ครูให้นักเรียนปฏิบัติตามคำสั่งในใบงาน โดยให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มนับซ้ำ 1-3 จนครบจำนวนคน แล้วสมมติให้ตัวเองเป็นนักสำรวจเกาะ โดยนักเรียนที่นับ 1 2 และ 3 ไปสำรวจเกาะ Atmos1 Atmos2 และAtmos3 ตามลำดับ</p> <p>8. ครูให้นักเรียนให้ศึกษาเอกสาร (ใบความรู้) ที่พบบนเกาะ แล้วอภิปรายร่วมกับเพื่อนที่อยู่เกาะเดียวกัน เอกสารดังกล่าวมีรายละเอียด 3 ประเด็นคือ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● เกาะ Atmost1 ศึกษาใบความรู้ที่ 1: ความหมาย และความสำคัญของบรรยากาศ ● เกาะ Atmost2 ศึกษาใบความรู้ที่ 2: ส่วนประกอบของอากาศ และการแบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้ส่วนผสมของก๊าซเป็นเกณฑ์ ● เกาะ Atmost3 ศึกษาใบความรู้ที่ 3: การแบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้อุณหภูมิเป็นเกณฑ์ <p>9. ครูส่งสัญญาณให้นักเรียนกลับมากลุ่มเดิม (9 กลุ่มๆ ละ 6 คน) แล้วแลกเปลี่ยนความรู้เพื่อนที่มาจากเกาะอื่น</p> <p>10. ครูทบทวนคำตอบที่นักเรียนได้คาดคะเนไว้ แล้วให้นักเรียนเปรียบเทียบคำตอบที่เคยตอบไว้กับผลที่ได้รับจากการศึกษาค้นคว้า</p>

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนรู้การสอน	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน
	<p>11. ครูแจกกระดาษปรีฟและปากกาเมจิกสีให้นักเรียนทุกกลุ่ม แล้วให้ช่วยกันสรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับส่วนประกอบของอากาศและการแบ่งชั้นบรรยากาศ ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าและการอภิปรายร่วมกับเพื่อน ลงบนกระดาษปรีฟ</p> <p>12. ครูให้นักเรียนจัดกลุ่มใหม่เป็น 3 กลุ่ม โดยให้กลุ่ม 1-3 รวมกันเป็นกลุ่ม A กลุ่ม 4-6 รวมกันเป็นกลุ่ม B และ 7-9 รวมกันเป็นกลุ่ม C ตามลำดับ แล้วคัดเลือกผลงานที่ดีที่สุดของกลุ่มใหม่ 1 ชิ้น เพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียน</p>
<p>ขั้นตอนที่ 4 การนำเสนอผลงาน</p>	<p>13. ครูให้นักเรียนช่วยกันกำหนดเกณฑ์การประเมินการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน โดยใช้คำพูดกระตุ้น ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ในการประเมินการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน ควรมีเกณฑ์การให้คะแนนอย่างไร <p>15. ครูให้ผู้แทนนักเรียนกลุ่มละ 2 คน ออกมานำเสนอผลงานของกลุ่มหน้าชั้นเรียน</p> <p>16. ครูให้กลุ่มที่ไม่ได้นำเสนอผลงาน ผลัดกันซักถาม และประเมินผลการนำเสนอผลงาน โดยใช้เกณฑ์ได้ช่วยกันกำหนดไว้แล้ว พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะแก่กลุ่มที่นำเสนอผลงาน โดยมีลำดับดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● กลุ่ม A นำเสนอผลงาน กลุ่ม B ซักถาม และกลุ่ม C ประเมินผลและให้ข้อเสนอแนะ ● กลุ่ม B นำเสนอผลงาน กลุ่ม C ซักถาม และกลุ่ม A ประเมินผลและให้ข้อเสนอแนะ ● กลุ่ม C นำเสนอผลงาน กลุ่ม A ซักถาม และกลุ่ม B ประเมินผลและให้ข้อเสนอแนะ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนรู้การสอน	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน
	<p>17. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับบรรยากาศ เพื่อให้ เกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจน</p> <p>18. ครูให้ทั้ง 9 กลุ่ม ส่งกระดาษปรีฟที่สรุปสาระสำคัญที่ได้จาก การศึกษาค้นคว้าและการอภิปรายร่วมกันกับเพื่อน</p>
<p>ขั้นตอนที่ 5 การปฏิสัมพันธ์ ภายใน</p>	<p>19. ครูให้นักเรียนคิด พิจารณา และไตร่ตรองเนื้อหาสาระ และการ เรียนรู้ที่ได้จากการการศึกษาค้นคว้า การอภิปรายร่วมกันกับเพื่อนและ ครู รวมทั้งการนำเสนอผลงาน</p> <p>19. ครูนำใบงานที่ 1 ที่นักเรียนได้เขียนสิ่งที่รู้แล้วและต้องการรู้คืนให้แก่ นักเรียน แล้วให้นักเรียนเขียนสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรมครั้งนี้โดย ใช้ภาษาของตนเอง</p>

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. ใบงานที่ 1 และ 2
2. ใบความรู้ 3 ใบ
3. กระดาษปรีฟ และปากกาเมจิก
4. แผ่นใส และปากกาเขียนแผ่นใส

การวัดและประเมินผล

1. การถาม และการตอบคำถาม
2. การอภิปรายร่วมกันกับครู และเพื่อน
3. การมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม
4. การนำเสนอผลงาน

ใบความรู้ที่ 1

บรรยากาศ (Atmosphere)

บรรยากาศ หมายถึง อากาศที่อยู่รอบตัวเรา และที่ห่อหุ้มโลกไว้ทั้งหมด บรรยากาศประกอบด้วย ชั้นบรรยากาศต่างๆ ซึ่งแต่ละชั้นจะมีส่วนประกอบแตกต่างกัน และมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก อากาศ หมายถึง บรรยากาศบริเวณใกล้พื้นผิวโลก ปกคลุมพื้นที่น้อยกว่าบรรยากาศ

ความสำคัญของบรรยากาศ

1. ช่วยให้เกิดกระบวนการต่างๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต

แก๊สที่เป็นส่วนประกอบในบรรยากาศ ทำให้เกิดกระบวนการต่างๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต โดยสิ่งมีชีวิตหายใจเอาแก๊สออกซิเจนเข้าไป และหายใจเอาแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา พืชนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง แล้วให้แก๊สออกซิเจนออกมาให้แก่อสิ่งมีชีวิต

2. ช่วยปรับอุณหภูมิของโลกให้พอเหมาะกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต

ในเวลากลางวันบรรยากาศจะดูดกลืนความร้อนจากดวงอาทิตย์ไว้ ทำให้อุณหภูมิของโลกค่อยเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ส่วนในเวลากลางคืนบรรยากาศจะคายความร้อนที่ดูดกลืนไว้ออกมา ทำให้อุณหภูมิของโลกในเวลากลางคืนค่อยๆ ลดลง ถ้าไม่มีบรรยากาศแล้ว ในเวลากลางวันอุณหภูมิบนพื้นโลกจะสูงถึงประมาณ 110°C และจะต่ำจนถึงประมาณ -180°C ในเวลากลางคืน

3. ช่วยกรองรังสีอัลตราไวโอเล็ต หรือรังสียูวีไม่ให้ผ่านลงมาถึงพื้นโลกมากเกินไป

รังสีอัลตราไวโอเล็ตช่วยในการสังเคราะห์วิตามินดีให้แก่ร่างกาย และช่วยฆ่าเชื้อแบคทีเรียและเชื้อโรคบางชนิด แต่ถ้ามีรังสีอัลตราไวโอเล็ตผ่านมายังพื้นโลกมากเกินไป รังสีชนิดนี้จะทำลายเซลล์ผิวหนัง ทำให้เกิดโรคมะเร็งผิวหนัง และทำให้นัยน์ตาดำเกิดต้อกระจกได้

4. ป้องกันภัยอันตรายจากอนุภาคต่างๆ ที่มาจากนอกโลก

อนุภาคต่างๆ ที่มาจากนอกโลก เช่น อุกาบาต เมื่อเข้ามาถึงชั้นบรรยากาศของโลก จะเกิดการเสียดสีกับอากาศที่ห่อหุ้มโลกและลุกไหม้จนหมด หรือมีขนาดเล็กตกลงก่อนตกลงสู่พื้นโลก

5. ทำให้เกิดปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ

บรรยากาศทำให้เกิด เมฆ ลม พายุ ฝน ซึ่งมีความสำคัญต่อการเกษตร และการประกอบอาชีพอื่นๆ นอกจากนี้ยังมีความสำคัญต่อการบิน เนื่องจากนักบินจะต้องทราบถึงสภาพอากาศตลอดเส้นทางการบิน จึงจะสามารถบังคับเครื่องบินให้ไปถึงจุดหมายปลายทางได้อย่างปลอดภัย

ใบความรู้ที่ 2

ส่วนประกอบของอากาศ

อากาศมีผสมของแก๊สต่างๆ รวมทั้งไอน้ำที่ระเหยมาจากแหล่งน้ำ อากาศแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ อากาศแห้ง และอากาศชื้น

อากาศแห้ง หมายถึง อากาศที่ไม่มีไอน้ำอยู่ ส่วนใหญ่ประกอบด้วย แก๊สไนโตรเจนประมาณร้อยละ 78 แก๊สออกซิเจนประมาณร้อยละ 21 แก๊สอาร์กอนประมาณร้อยละ 0.93 แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณร้อยละ 0.03 และแก๊สอื่นๆ ประมาณร้อยละ 0.04 ตามปกติแล้วจะไม่มีอากาศแห้ง เนื่องจากอากาศจะมีไอน้ำและแก๊สอื่นปนอยู่ด้วยเสมอ

อากาศชื้น หมายถึง อากาศที่มีไอน้ำอยู่ ส่วนใหญ่ประกอบด้วย แก๊สไนโตรเจนประมาณร้อยละ 78 แก๊สออกซิเจนประมาณร้อยละ 21 ไอน้ำประมาณร้อยละ 0-4 และโอโซน แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ แก๊สแอมโมเนีย แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ และฝุ่นละอองประมาณร้อยละ 1

การแบ่งชั้นของบรรยากาศ

การแบ่งชั้นบรรยากาศอาจจำแนกได้ 2 ลักษณะ คือ การแบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้อุณหภูมิเป็นเกณฑ์ และการแบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้สมบัติของแก๊สหรือส่วนผสมของแก๊สเป็นเกณฑ์

ชั้นบรรยากาศที่แบ่งโดยใช้สมบัติของแก๊สหรือส่วนผสมของแก๊สเป็นเกณฑ์ มี 4 ชั้น ดังนี้

ชั้นบรรยากาศ	ระดับความสูงจากพื้นดิน (กม.)	ส่วนผสมของแก๊สที่สำคัญ
1. โทรโพสเฟียร์ (Troposphere)	0-10	ไอน้ำ
2. โอโซนอสเฟียร์ (Ozonosphere)	10-55	โอโซน
3. ไอโอโนสเฟียร์ (Ionosphere)	80-600	แก๊สแตกตัวเป็นไอออน ซึ่งเป็นอนุภาคอิสระ มีประจุไฟฟ้า บวกหรือลบ
4. เอกโซสเฟียร์ (Exosphere)	600 ขึ้นไป	ความหนาแน่นของอะตอมต่างๆ น้อย

ใบความรู้ที่ 3

การแบ่งชั้นของบรรยากาศ

การแบ่งชั้นบรรยากาศอาจจำแนกได้ 2 ลักษณะ คือ การแบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้อุณหภูมิเป็นเกณฑ์ และการแบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้สมบัติของแก๊สหรือส่วนผสมของแก๊สเป็นเกณฑ์

ชั้นบรรยากาศที่แบ่งโดยใช้อุณหภูมิเป็นเกณฑ์ มี 4 ชั้น ดังนี้

ชั้นบรรยากาศ	ระดับความสูง จากพื้นดิน (กม.)	อุณหภูมิ	ความสำคัญ
1. โทรโพสเฟียร์ (Troposphere)	0-10	<ul style="list-style-type: none"> อุณหภูมิลดลงตามระดับความสูง (ประมาณ $6.5^{\circ}\text{C} / 1 \text{ กม.}$) 	<ul style="list-style-type: none"> มีความสำคัญต่อมนุษย์มาก เพราะมีไอน้ำ เมฆ ฝน หมอก ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง ฟ้าผ่า และพายุ
2. สตราโตสเฟียร์ (Stratosphere)	10-50	<ul style="list-style-type: none"> 10-20 กม. อุณหภูมิคงที่ 20-35 กม. อุณหภูมิลดลง 35-50 กม. อุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว (ประมาณ $0.5^{\circ}\text{C} / 1 \text{ กม.}$) 	<ul style="list-style-type: none"> ไม่มีพายุ เมฆ แต่มีความชื้นและฝุ่นเล็กน้อย เครื่องบินบินอยู่ชั้นนี้ เพราะอากาศไม่แปรปรวน มีแก๊สโอโซนเข้มข้นมาก (ช่วยป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต)
3. มีโซสเฟียร์ (Mesosphere)	50-80	<ul style="list-style-type: none"> อุณหภูมิลดลงตามระดับความสูง 	<ul style="list-style-type: none"> มีความหนาแน่นมากที่สุด ชั้นที่ส่งดาวเทียมขึ้นไปโคจร
4. เทอร์โมสเฟียร์ (Thermosphere)	80-500	<ul style="list-style-type: none"> 80-100 กม. อุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว 100 กม. ขึ้นไป อุณหภูมิลดลง อุณหภูมิทั่วไปประมาณ $227-1727^{\circ}\text{C}$ 	<ul style="list-style-type: none"> มีความหนาแน่นของอนุภาคต่างๆ น้อยมาก แก๊สจะอยู่ในลักษณะอนุภาคที่เป็นประจุไฟฟ้า เรียกว่า ไอออน สามารถสะท้อนคลื่นวิทยุบางความถี่ได้ เป็นบริเวณจากบรรยากาศโลกมาเป็นแก๊สระหว่างดวงดาว บรรยากาศชั้นนอกสุด เรียกว่า เอกโซสเฟียร์ (Exosphere) ดาวตก อุกาบาต เริ่มลุกไหม้ในชั้นนี้

ใบงานที่ 2

คำสั่ง

1. ให้สมาชิกกลุ่มนับเลข 1-3 (ครบแล้วนับซ้ำ) สมมติให้นักเรียนที่นับเลข 1 2 และ 3 เป็นนักสำรวจหมายเลข 1 2 และ 3 ตามลำดับ
2. หลังจากได้ยินสัญญาณให้เริ่ม ให้นักสำรวจทุกคนลงมือปฏิบัติภารกิจ ดังนี้
 - 2.1 นักสำรวจหมายเลข 1 2 และ 3 เดินทางไปยังเกาะ Atmos 1 Atmos 2 และ Atmos 3 ตามลำดับ บนเกาะดังกล่าวจะมีเอกสาร (ใบความรู้) ซึ่งมีสาระสำคัญ 3 ประการ คือ
 - 1) เกาะ Atmos 1 มีใบความรู้ที่ 1: ความหมาย และความสำคัญของบรรยากาศ
 - 2) เกาะ Atmos 2 มีใบความรู้ที่ 2: ส่วนประกอบของอากาศ และการแบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้ส่วนผสมของแก๊สเป็นเกณฑ์
 - 3) เกาะ Atmos 3 มีใบความรู้ที่ 3: การแบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้อุณหภูมิเป็นเกณฑ์
 - 2.2 นักสำรวจค้นหาเอกสารดังกล่าว แล้วศึกษา ทำความเข้าใจ และอภิปรายร่วมกันสำรวจคนอื่นๆ ที่อยู่เกาะเดียวกัน
 - 2.3 เก็บเอกสารมาให้เพื่อนสมาชิกของกลุ่มตนเอง
3. เมื่อได้ยินสัญญาณให้กลับ ให้นักสำรวจกลับมาที่กลุ่มเดิมพร้อมกับเอกสาร ที่เก็บมาให้เพื่อนสมาชิก
4. ให้นักสำรวจแจกเอกสารที่นำมาให้เพื่อนสมาชิกที่ยังไม่มีเอกสาร จากนั้นอภิปราย และทำความเข้าใจร่วมกัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่เนื้อหาไม่มีการทดลอง สำหรับกลุ่มควบคุม

เรื่อง ความสำคัญ ส่วนประกอบ และการแบ่งชั้นบรรยากาศ เวลา 3 คาบ (150 นาที)
วิชา วิทยาศาสตร์ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนนักเรียน 49 คน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของบรรยากาศ ได้
2. บอกความสำคัญของบรรยากาศได้
3. ระบุส่วนประกอบของอากาศได้
4. อธิบายการแบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้อุณหภูมิตั้งแต่พื้นผิวโลกถึงชั้นบรรยากาศได้
5. อธิบายการแบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้ส่วนผสมของแก๊สเป็นเกณฑ์ได้
6. บอกประโยชน์ของชั้นบรรยากาศที่สัมพันธ์กับชีวิตประจำวันได้

สาระสำคัญ

บรรยากาศ หมายถึง อากาศที่อยู่รอบตัวเรา และที่ห่อหุ้มโลกไว้ทั้งหมด บรรยากาศมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก เพราะหากไม่มีบรรยากาศ สิ่งมีชีวิตก็ไม่สามารถหายใจได้และตายในที่สุด บรรยากาศช่วยให้โลกมีอุณหภูมิที่พอเหมาะสำหรับสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ได้ บรรยากาศช่วยป้องกันรังสีต่างๆ เช่น รังสีอัลตราไวโอเล็ตที่อาจเป็นอันตรายหากได้รับปริมาณมาก และช่วยป้องกันอนุภาคแปลกปลอมที่มาจากนอกโลก เช่น อุกาบาต อากาศ หมายถึง บรรยากาศบริเวณใกล้พื้นผิวโลก ปกคลุมพื้นที่น้อยกว่าบรรยากาศ อากาศแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ อากาศแห้ง และอากาศชื้น อากาศแห้ง หมายถึง อากาศที่ไม่มีไอน้ำอยู่ อากาศชื้น หมายถึง อากาศที่มีไอน้ำอยู่

การแบ่งชั้นบรรยากาศอาจจำแนกตามเกณฑ์ได้ 2 ลักษณะ คือ ใช้อุณหภูมิตั้งแต่พื้นผิวโลกถึงชั้นบรรยากาศได้ และใช้ส่วนผสมของแก๊สเป็นเกณฑ์ ชั้นบรรยากาศที่แบ่งตามเกณฑ์อุณหภูมิมิมี 4 ชั้น ได้แก่

- 1) โทรโพสเฟียร์ บรรยากาศชั้นนี้มีความสำคัญต่อมนุษย์มาก เพราะมีไอน้ำ เมฆ ฝน หมอก ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง ฟ้าผ่า และพายุ
- 2) สตราโตสเฟียร์ บรรยากาศชั้นนี้มีแก๊สโอโซนเข้มข้นมาก
- 3) มีโซสเฟียร์ บรรยากาศชั้นนี้มีความหนาแน่นมากที่สุด
- 4) เทอร์โมสเฟียร์ บรรยากาศชั้นนี้มีความหนาแน่นของอนุภาคต่างๆ น้อยมาก

ส่วนชั้นบรรยากาศที่แบ่งตามเกณฑ์ส่วนผสมของแก๊สมี 4 ชั้น ได้แก่

- 1) โทรโพสเฟียร์ บรรยากาศชั้นนี้มีไอน้ำเป็นแก๊สที่สำคัญ
- 2) โอโซนอสเฟียร์ บรรยากาศชั้นนี้มีโอโซนเป็นแก๊สที่สำคัญ
- 3) ไอโอโนสเฟียร์ บรรยากาศชั้นนี้มีแก๊สแตกตัวเป็นไอออน
- 4) เอกโซสเฟียร์ บรรยากาศชั้นนี้มีความหนาแน่นของอะตอมต่างๆ น้อย

เนื้อหา

1. ความหมายและความสำคัญของบรรยากาศ
2. ส่วนประกอบของบรรยากาศ
3. การแบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้คุณสมบัติเป็นเกณฑ์ และใช้ส่วนผสมของแก๊สเป็นเกณฑ์
4. ประโยชน์ของชั้นบรรยากาศที่สัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นตอน การเรียนรู้การสอน	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน
ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	<p>1. ครูสนทนาและถามคำถามเพื่อนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียน ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับสารและสมบัติของสาร รวมทั้งการใช้สารลายกรด-เบสในชีวิตประจำวันจบไปแล้ว วันนี้ นักเรียนจะได้เรียนรู้เรื่องใหม่ ซึ่งถือว่าเป็นเรื่องที่ส่งผลต่อการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์มาก นั่นคือ เรื่อง บรรยากาศ ● บรรยากาศหมายถึงอะไร ● บรรยากาศและอากาศเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร <p>2. ครูเขียนคำถามไว้บนกระดาน แล้วกล่าวต่อไปว่า วันนี้เราจะมาเรียนรู้กันว่าอากาศและบรรยากาศเหมือนกัน หรือไม่อย่างไร และอากาศที่อยู่รอบตัวเรามีอะไรเป็นส่วนประกอบบ้าง</p>
ขั้นสอน	<p>3. ครูสุ่มนักเรียน 3-4 คน ให้ตอบคำถามบนกระดานที่ถามความหมายของบรรยากาศ และความแตกต่างระหว่างบรรยากาศและอากาศ</p> <p>4. ครูบรรยายความหมายของบรรยากาศและอากาศ และความแตกต่างระหว่างบรรยากาศและอากาศ</p>

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนรู้การสอน	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน
	<p>5. ครูถามนักเรียนว่า จะเกิดอะไรขึ้นบ้าง ถ้าโลกของเราไม่มีบรรยากาศ ห่อหุ้ม แล้วบรรยายความสำคัญของบรรยากาศ</p> <p>6. ครูแจกใบความรู้ที่ 1 ความหมาย และความสำคัญของบรรยากาศให้นักเรียนสำหรับศึกษาเพิ่มเติม</p> <p>7. ครูถามคำถามเกี่ยวกับส่วนประกอบของบรรยากาศ และการแบ่งชั้นบรรยากาศ ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● อากาศบริเวณใจกลางเมืองที่มีการจราจรคับคั่ง กับอากาศในบริเวณสวนสาธารณะ มีส่วนประกอบของอากาศแตกต่างกัน หรือไม่ อย่างไร ● ส่วนประกอบของอากาศในวันที่มีฝนตกเกือบทั้งวัน กับวันที่มีแดดจัด แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร ● นักเรียนคิดว่าอากาศที่อยู่ใกล้ตัวเรา กับอากาศที่อยู่สูงขึ้นไปมีส่วนประกอบแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร <p>8. ครูแจกใบความรู้ที่ 2: ส่วนประกอบของอากาศ และการแบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้ส่วนผสมของก๊าซเป็นเกณฑ์ และใบความรู้ที่ 3: การแบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้อุณหภูมิเป็นเกณฑ์</p> <p>8. ครูให้นักเรียนทุกคนศึกษาทำความเข้าใจใบงานที่ 2 และ 3 และสรุปย่อสาระสำคัญจากใบงานทั้ง 2 ใบลงในกระดาษ A4 โดยจัดทำเป็นผังกราฟิก</p> <p>9. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปส่วนประกอบของอากาศ และการแบ่งชั้นบรรยากาศ</p>

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนรู้การสอน	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน
ขั้นสรุปและ ประเมินผล	<p>10. ครูซักถามนักเรียนเกี่ยวกับความหมายและความสำคัญของบรรยากาศ ส่วนประกอบของอากาศ และการแบ่งชั้นของบรรยากาศ</p> <p>11. ครูให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่ยังไม่เข้าใจ หรือต้องการทราบเพิ่มเติม</p> <p>13. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญของเรื่อง ความสำคัญ ส่วนประกอบ และการแบ่งชั้นบรรยากาศ</p> <p>12. ครูให้นักเรียนส่งกระดาษ A4 ที่ได้สรุปย่อสาระสำคัญเกี่ยวกับ ส่วนประกอบของอากาศ และการแบ่งชั้นบรรยากาศ</p>

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. ใบความรู้ 3 ใบ
2. กระดาษ A4

การวัดและประเมินผล

1. การถาม และการตอบคำถาม
2. การอภิปรายร่วมกันกับครู และเพื่อน
3. การสรุปย่อสาระสำคัญของบทเรียนลงในกระดาษ A4

แผนการจัดการเรียนรู้ที่เนื้อหาสาระมีการทดลอง สำหรับกลุ่มทดลอง

เรื่อง สารละลาย กรด-เบส

เวลา 6 คาบ (300 นาที)

วิชา วิทยาศาสตร์ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จำนวนนักเรียน 52 คน

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายและสมบัติของกรดและเบสได้
2. ยกตัวอย่างสารละลายกรดและสารละลายเบสที่พบในชีวิตประจำวันได้
3. อธิบายความหมายของอินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบสได้
4. ทดสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลาย โดยใช้อินดิเคเตอร์ชนิดต่างๆ ได้
5. อธิบายความหมายของ pH และความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH กับความเป็นกรด-เบสของสารละลายได้
6. ทดสอบสมบัติของสารละลายกรด และสารละลายเบส เมื่อทำปฏิกิริยากับสารบางชนิดได้
7. แสดงวิธีการปรับค่าความเป็นกรด-เบสของสารละลาย โดยการเติมสารที่มีสมบัติตรงข้ามกันได้
8. ระบุวิธีการใช้สารละลายกรด และละลายเบสในชีวิตประจำวันอย่างถูกต้อง และปลอดภัยได้

สาระสำคัญ

กรดเป็นสารที่มีธาตุไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ เมื่อนำไปละลายน้ำจะแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออน (H^+) และมีสมบัติทางเคมีตรงกันข้ามกับเบส สมบัติบางประการของกรด เช่น เปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง ทำปฏิกิริยากับโลหะทุกชนิด ทำปฏิกิริยากับสารประกอบคาร์บอเนต ทำให้เกิดการฟู่ร้อน กรดที่พบในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำส้มสายชู น้ำมะนาว วิตามินซี เบสเป็นสารที่มีธาตุไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ เมื่อนำไปละลายน้ำจะแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) และมีสมบัติทางเคมีตรงกันข้ามกับกรด สมบัติบางประการของเบส เช่น เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน ทำปฏิกิริยากับโลหะบางชนิด เช่น อะลูมิเนียม แต่ไม่ทำปฏิกิริยากับสารประกอบคาร์บอเนต เบสที่พบในชีวิตประจำวัน เช่น ผงซักฟอก สบู่ ยาสระผม น้ำปูนใส สมบัติของกรดและเบสอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ ดังนั้น

จึงควรระมัดระวังเมื่อต้องเกี่ยวข้องกับกรดและเบส เช่น ไม่ควรนำภาชนะที่เป็นโลหะใส่อาหารที่มีรสเปรี้ยว รวมทั้งระมัดระวังการใช้เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ที่ทำจากโลหะไม่ให้สัมผัสกับกรด เนื่องจากกรดทำปฏิกิริยากับโลหะ ไม่ควรราดน้ำยาล้างห้องน้ำที่เป็นกรดลงบนพื้นกระเบื้องแล้วทิ้งไว้ให้ระเหยเอง เพราะจะทำให้พื้นกระเบื้องผุกร่อน

ความเป็นกรด-เบสของสาร สามารถทดสอบได้โดยใช้อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส ซึ่งเป็นสารที่เปลี่ยนสีได้เมื่อทดสอบกับกรดหรือเบส การทดสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลาย แบ่งได้ 3 วิธี คือ การทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส การทดสอบด้วยน้ำคั้นจากพืชบางชนิด เช่น น้ำคั้นดอกกุหลาบ น้ำคั้นดอกอัญชัน และการทดสอบด้วยอินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบสอื่นๆ เช่น สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ ระดับความเป็นกรด-เบสของสารละลายพิจารณาได้จากค่า pH ซึ่งมีความสัมพันธ์กับไฮโดรเนียมไอออน ค่า pH ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 0-14 สารละลายที่มีค่า pH ต่ำกว่า 7 มีสมบัติเป็นกรด สารละลายที่มีค่า pH เท่ากับ 7 จัดว่ามีสมบัติเป็นกลาง สารละลายที่มีค่า pH มากกว่า 7 มีสมบัติเป็นเบส นอกจากนี้การเติมสารที่มีสมบัติตรงข้ามกัน จะทำให้ความเป็นกรด-เบสและค่า pH ของสารละลายเปลี่ยนแปลง

เนื้อหา

1. ความหมายและสมบัติของกรดและเบส
2. ตัวอย่างสารละลายกรดและสารละลายเบสที่พบในชีวิตประจำวัน
3. ความหมายของอินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส
4. การทดสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลาย
5. ความหมายของ pH และความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH กับความเป็นกรด-เบส
6. การทดสอบสมบัติของสารละลายกรด และสารละลายเบส
7. ปฏิกิริยาของสารละลายกรด และสารละลายเบส
8. การใช้สารละลายกรด และละลายเบสในชีวิตประจำวัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นตอน การเรียนรู้การสอน	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน
<p>ขั้นตอนที่ 1</p> <p>การตรวจสอบ ความรู้ ความ เข้าใจ</p>	<p>1. ครูกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความรู้ความเข้าใจเดิมออกมา โดยการถามคำถาม ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● สารละลายกรด สารละลายเบส ที่นักเรียนรู้จักมีอะไรบ้าง ● สารละลายกรด สารละลายเบส คืออะไร <p>2. ครูแสดงปิกเกอร์ 2 ใบ ใบแรกใส่น้ำส้มสายชู ใบที่ 2 ใส่น้ำกลั่น แล้วถามคำถาม ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ของเหลวในปิกเกอร์ทั้ง 2 ใบ เป็นสารละลายกรด หรือสารละลายเบส ● นักเรียนมีวิธีทดสอบอย่างไรว่าสารใดเป็นกรด สารใดเป็นเบส <p>3. ครูเขียนคำตอบของนักเรียนไว้บนกระดาน</p>
<p>ขั้นตอนที่ 2</p> <p>การทำทนาย ความคิด หรือ สร้างความ ขัดแย้งทาง ความคิด</p>	<p>4. ครูแสดงหลอดทดลอง 3 หลอด หลอดแรกใส่น้ำมะนาว หลอดที่ 2 ใส่น้ำส้มสายชู และหลอดที่ 3 ใส่กรดไฮโดรคลอริก หยดสารละลายยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ลงไปหลอดละ 2 หยด เขย่าให้สารละลายผสมเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วถามคำถามดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● สารละลายทั้ง 3 หลอดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง ● การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทำให้เกิดข้อสงสัยอะไรบ้าง ● นักเรียนจะอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสารละลายทั้ง 3 ชนิดนี้ได้ อย่างไร <p>5. ครูเขียนคำตอบของนักเรียนลงบนกระดานสรุป แล้วกล่าวว่าต่อไปว่า วันนี้เราจะมาเรียนรู้เกี่ยวกับ สารละลายกรด สารละลายเบส และวิธีการทดสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลาย</p>

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนรู้การสอน	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน
<p>ขั้นตอนที่ 3</p> <p>การปฏิสัมพันธ์ ภายนอก</p>	<p>6. ครุณำนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับวิธีตรวจสอบคำอธิบายหรือคำตอบที่นักเรียนคาดคะเนไว้</p> <p>7. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 9 กลุ่มๆ ละ 6 คน แล้วแจกเอกสารประกอบกิจกรรมการทดลองที่ 8 การตรวจสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลายให้นักเรียนทุกคน</p> <p>8. ครูให้นักเรียนอ่าน ทำความเข้าใจเอกสารประกอบกิจกรรมการทดลองที่ได้รับ และอภิปรายร่วมกันกับสมาชิกภายในกลุ่มเกี่ยวกับวิธีดำเนินการทดลอง</p> <p>9. ครุณำนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับวิธีดำเนินการทดลอง เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจน และถูกต้อง รวมทั้งข้อควรระวังขณะทำการทดลอง</p> <p>10. ครูให้ผู้แทนแต่ละกลุ่มมารับอุปกรณ์การทดลอง แล้วลงมือปฏิบัติการทดลอง</p> <p>11. ครูคอยให้คำปรึกษา ชี้แนะ และอำนวยความสะดวกให้แก่ นักเรียนขณะทำการทดลอง</p> <p>12. เมื่อนักเรียนทำการทดลองเสร็จเรียบร้อย ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปรึกษากัน เพื่อสรุปและอภิปรายผลการทดลอง และตอบคำถามหลังการทดลอง</p> <p>13. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปและอภิปรายผลการทดลอง และตอบคำถามหลังการทดลอง</p> <p>14. ครูทบทวนคำตอบของนักเรียนที่ได้คาดคะเนไว้ แล้วให้นักเรียนเปรียบเทียบคำตอบที่คาดคะเนไว้กับผลที่ได้รับจากการทดลอง</p> <p>15. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองที่ 9 สมบัติบางประการของสารละลายกรด-เบส และกิจกรรมการทดลองที่ 10 ปฏิริยาของสารละลายกรด-เบส ตามลำดับ โดยดำเนินการเรียนการสอนซ้ำข้อ 1-14 แต่ปรับให้สอดคล้องกับสาระของกิจกรรมการทดลองที่ 9 และ 10</p>

กิจกรรมการเรียนการสอน (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนการสอน	กิจกรรมการเรียนการสอน
	<p>16. เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมการทดลองที่ 9 และ 10 เสร็จแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญของเรื่องสารละลายกรด-เบส</p> <p>17. ครูแจกแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง สารละลายกรด-เบส แล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบ</p> <p>18. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบ แล้วให้นักเรียนที่นั่งใกล้กันสลับกันตรวจคำตอบ</p> <p>19. ครูแจกใบงานที่ 1 การทดสอบความเป็นกรด-เบสของยาลดกรด และสารทำความสะอาดร่างกาย (สบู่เหลว) ให้นักเรียนอ่าน และทำความเข้าใจ</p> <p>20. ครูแจกแบบฟอร์มการเขียนรายงานการทดลองให้นักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด แล้วชี้แจงเกี่ยวกับวิธีการเขียนรายงานการทดลอง</p> <p>21. ครูแจกยาลดกรดให้กลุ่มที่ 1-6 กลุ่มละ 2 ชนิด แจกสบู่เหลวให้กลุ่ม 7-9 กลุ่มละ 2 ชนิด จากนั้นให้นักเรียนปฏิบัติตามใบงานที่ 1 โดยให้อภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อออกแบบวิธีการทดสอบ และเขียนรายงานการทดลองลงในแบบฟอร์มที่ได้รับ</p> <p>22. ครูให้นักเรียนจัดกลุ่มใหม่เป็น 3 กลุ่ม โดยให้กลุ่ม 1-3 รวมกันเป็นกลุ่ม A กลุ่ม 4-6 รวมกันเป็นกลุ่ม B และ 7-9 รวมกันเป็นกลุ่ม C ตามลำดับ แล้วคัดเลือกผลงานที่ดีที่สุดของกลุ่มใหม่ 1 ชิ้น เพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียน</p>

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนรู้การสอน	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน
<p>ขั้นตอนที่ 4</p> <p>การนำเสนอ ผลงาน</p>	<p>23. ครูให้นักเรียนช่วยกันกำหนดเกณฑ์การประเมินการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน โดยใช้คำพูดกระตุ้น ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ในการประเมินการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน ควรมีเกณฑ์การให้คะแนนอย่างไร <p>24. ครูให้ผู้แทนนักเรียนกลุ่มละ 2 คน ออกมานำเสนอผลงานของกลุ่มหน้าชั้นเรียน</p> <p>25. ครูให้กลุ่มที่ไม่ได้นำเสนอผลงาน ผลัดกันซักถาม และประเมินผลการนำเสนอผลงาน โดยใช้เกณฑ์ได้ช่วยกันกำหนดไว้แล้ว พร้อมทั้งและให้ข้อเสนอแนะแก่กลุ่มที่นำเสนอผลงาน โดยมีลำดับดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● กลุ่ม A นำเสนอผลงาน กลุ่ม B ซักถาม และกลุ่ม C ประเมินผลและให้ข้อเสนอแนะ ● กลุ่ม B นำเสนอผลงาน กลุ่ม C ซักถาม และกลุ่ม A ประเมินผลและให้ข้อเสนอแนะ ● กลุ่ม C นำเสนอผลงาน กลุ่ม A ซักถาม และกลุ่ม B ประเมินผลและให้ข้อเสนอแนะ <p>26. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับสารละลายกรด-เบส เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจน</p> <p>27. ครูให้นักเรียนทั้ง 9 กลุ่ม (เต็ม) ส่งเล่มรายงาน</p>
<p>ขั้นตอนที่ 5</p> <p>การปฏิสัมพันธ์ ภายใน</p>	<p>28. ครูให้นักเรียนคิด พิจารณา และไตร่ตรองเนื้อหาสาระเกี่ยวกับสารละลายกรด-เบส รวมทั้งการเรียนรู้ที่ได้จากการทดลอง ออกแบบการทดลอง และการนำเสนอผลงาน</p> <p>29. ครูแจกใบงานที่ 2 ให้นักเรียนทุกคน แล้วให้ตอบคำถามในใบงาน ซึ่งให้นักเรียนเล่าเหตุการณ์ หรือประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องสารละลายกรด-เบส</p>

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบกิจกรรมการทดลองที่ 8-10
2. วัสดุและอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการทดลองที่ 8-10
3. ใบงานที่ 1-2
4. แบบทดสอบหลังเรียน
5. แบบฟอร์มการเขียนรายงานการทดลอง
6. แผ่นใส และปากกาเขียนแผ่นใส

การวัดและประเมินผล

1. การถาม และการตอบคำถาม
2. การอภิปรายร่วมกันกับเพื่อนและครู
3. การปฏิบัติการทดลอง
4. การทดสอบหลังเรียน
5. การเขียนรายงานการออกแบบการทดลอง
6. การนำเสนอผลงาน



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8 การทดสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลาย

จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. ตรวจสอบการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสเมื่อทดสอบกับสารที่พบในชีวิตประจำวันได้
2. ตรวจสอบการเปลี่ยนสีของน้ำคั้นจากพืช เมื่อทดสอบกับสารที่พบในชีวิตประจำวันได้
3. ตรวจสอบสมบัติของสารละลายกรด-เบส เมื่อทำปฏิกิริยากับอินดิเคเตอร์สำหรับ กรด-เบสบางชนิดได้
4. ตรวจสอบค่า pH กับความเป็นกรดเป็นเบสของสารละลายได้
5. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH กับความเป็นกรด-เบสของสารได้

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| 1. น้ำมะนาว | 2. น้ำส้มสายชู |
| 3. น้ำมะขาม | 4. นมสด |
| 5. น้ำอืดลม | 6. น้ำชา |
| 7. น้ำสบู่ | 8. น้ำผงซักฟอก |
| 9. น้ำกลั่น | 10. น้ำขี้เถ้า |
| 11. น้ำยาลดกรด | 12. สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ |
| 13. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ | 14. น้ำยาล้างห้องน้ำ |
| 15. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก | 16. กระดาษลิตมัสสีน้ำเงินและสีแดง |
| 17. น้ำคั้นจากกะหล่ำปลีสีม่วง | 18. น้ำคั้นจากดอกอัญชัน |
| 19. น้ำคั้นจากดอกกุหลาบ | 20. สารละลายบรอมไทมอลบลู |
| 21. สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน | 22. สารละลายเมทิลเรด |
| 23. สารละลายเมทิลออเรนจ์ | 24. สารละลายยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ |
| 25. หลอดหยด | 26. กระจกนาฬิกา |
| 27. แท่งแก้วคนสาร | 28. บีกเกอร์ขนาด 50 cm ³ |
| 29. หลอดทดลองขนาดเล็ก | 30. ที่วางหลอดทดลอง |
| 31. กระจกตวง | |

วิธีทดลอง

ตอนที่ 1 การตรวจสอบการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัส

- นำกระดาษลิตมัสที่ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ จำนวน 15 ชิ้น วางลงบนกระดาษฟิวเจอร์
- ใช้แท่งแก้วคนสารจุ่มสารตัวอย่าง 15 ชนิด ที่ปรากฏในตารางบันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 1 แล้วนำมาแตะที่กระดาษลิตมัส สังเกตการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัส บันทึกผล

ตอนที่ 2 การตรวจสอบการเปลี่ยนสีของน้ำคั้นจากพืชบางชนิด

- ใช้หลอดหยดดูดสารตัวอย่าง 15 ชนิด ที่ปรากฏในตารางบันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 2 ชนิดละ 2 หยด แล้วหยดลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก
- ใช้หลอดหยดดูดน้ำคั้นจากกะหล่ำปลีสีม่วงจำนวน 2 หยด มาหยดลงในสารตัวอย่างในข้อ 1 ตามลำดับ สังเกตการเปลี่ยนสีของสารละลาย บันทึกผล
- ทำซ้ำข้อ 1-2 แต่เปลี่ยนจากน้ำคั้นจากกะหล่ำปลีสีม่วงเป็น น้ำคั้นจากดอกอัญชัน และน้ำคั้นจากดอกกุหลาบตามลำดับ สังเกตการเปลี่ยนสีของสารละลาย บันทึกผล

ตารางบันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 1 และตอนที่ 2

สารตัวอย่าง	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เมื่อทดสอบด้วยสาร 4 ชนิด			
	กระดาษลิตมัส	น้ำคั้นจาก กะหล่ำปลีสีม่วง	น้ำคั้นจาก ดอกอัญชัน	น้ำคั้นจาก ดอกกุหลาบ
1. น้ำมะนาว				
2. น้ำส้มสายชู				
3. น้ำมะขาม				
4. นมสด				
5. น้ำอัดลม				
6. น้ำชา				
7. น้ำสบู่				
8. น้ำผงซักฟอก				
9. น้ำกลั่น				
10. น้ำขี้เถ้า				
11. น้ำยาลดกรด				
12. แคลเซียมไฮดรอกไซด์				
13. โซเดียมไฮดรอกไซด์				
14. น้ำยาล้างห้องน้ำ				
15. กรดไฮโดรคลอริก				

คำถามหลังการทดลอง

1. จากผลการตรวจสอบสมบัติการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัส และน้ำคั้นของพืชบางชนิด สามารถจำแนกสารได้กี่กลุ่ม อะไรบ้าง และใช้เกณฑ์ใดในการจำแนก

.....

.....

.....

.....

.....

2. จากผลการตรวจสอบสารตัวอย่าง ได้แก่ น้ำส้มสายชู และน้ำส้ม ด้วยสารต่างๆ เช่น บรอมไทมอลบลู ฟีนอล์ฟทาลีน เมทิลเรด เมทิลออเรนจ์ และยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ นักเรียนสามารถระบุได้หรือไม่ว่าสารตัวอย่างชนิดใดมีความเป็นกรดมากกว่ากัน

.....

.....

.....

3. จากผลการตรวจสอบสารตัวอย่าง ได้แก่ น้ำผักฟอก และไซเตียมไฮดรอกไซด์ ด้วยสารต่างๆ เช่น บรอมไทมอลบลู ฟีนอล์ฟทาลีน เมทิลเรด เมทิลออเรนจ์ และยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ นักเรียนสามารถระบุได้หรือไม่ว่าสารตัวอย่างชนิดใดมีความเป็นเบสมากกว่ากัน

.....

.....

.....

4. ระดับความเป็นกรด-เบสของสาร พิจารณาได้จากสิ่งใด.....

.....

.....

5. สารที่เปลี่ยนสีได้เมื่อทดสอบกับสารที่มีความเป็นกรด-เบส เช่น บรอมไทมอลบลู ฟีนอล์ฟทาลีน เมทิลเรด เมทิลออเรนจ์ และยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ เรียกว่า.....

.....

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 9 สมบัติบางประการของสารละลายกรด-เบส

จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1. ตรวจสอบสมบัติของสารที่เป็นกรด เมื่อทำปฏิกิริยากับสารบางชนิดได้
2. ตรวจสอบสมบัติของสารที่เป็นเบส เมื่อทำปฏิกิริยากับสารบางชนิดได้

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

- | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. น้ำมะนาว | 2. น้ำยาล้างห้องน้ำ |
| 3. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก | 4. สารละลายกรดแอสिटิก |
| 5. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ | 6. สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ |
| 7. น้ำกลั่น | 8. เศษสังกะสีขนาด 1 cm X 1cm หรือตะปู |
| 9. เปลือกไข่ หรือเกล็ดหีนปูน | 10. เศษอะลูมิเนียมขนาด 1 cm X 1cm |
| 11. แท่งแก้วคนสาร | 12. กระบอกตวง |
| 13. ปีกเกอร์ขนาด 50 cm ³ | |

วิธีทดลอง

1. นำสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก 3 หลอดๆ ละ 2 cm³
2. นำเปลือกไข่หรือเกล็ดหีนปูน 2-3 เกล็ด ใส่ลงในหลอดทดลองที่ 1 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล
3. นำชิ้นสังกะสีขนาด 1 cm X 1cm หรือตะปูใส่ลงในหลอดทดลองที่ 2 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล
4. นำชิ้นอะลูมิเนียมขนาด 1 cm X 1cm ใส่ลงในหลอดทดลองที่ 3 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล
5. ทำการทดลองซ้ำ ข้อ 1-4 แต่เปลี่ยนจากสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เป็นสารละลายกรดแอสिटิก น้ำมะนาว น้ำยาล้างห้องน้ำ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ และน้ำกลั่น แทน

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สาร	ผลการสังเกต เมื่อทดสอบด้วยสาร		
	เปลือกไข่ หรือ เกล็ดหินปูน	เศษสังกะสี หรือ ตะปู	เศษอะลูมิเนียม
กรดไฮโดรคลอริก			
กรดแอซติก			
น้ำมะนาว			
น้ำยาล้างห้องน้ำ			
โซเดียมไฮดรอกไซด์			
แคลเซียมไฮดรอกไซด์			
น้ำกลั่น			

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามหลังการทดลอง

1. แก๊สที่เกิดขึ้นจากการใส่เปลือกไข่หรือเกล็ดหินปูน ลงไปในสารละลายกรด (กรดไฮโดรคลอริก กรดแอซติก น้ำมะนาว น้ำยาล้างห้องน้ำ) เป็นแก๊สชนิดเดียวกันหรือไม่ และแก๊สนั้น คือ แก๊สอะไร นักเรียนทราบได้อย่างไร (มีวิธีตรวจสอบแก๊สดังกล่าวได้อย่างไร)

.....

.....

2. แก๊สที่เกิดขึ้นจากการใส่เศษสังกะสี หรือตะปู ลงไปในสารละลายกรด (กรดไฮโดรคลอริก กรดแอซติก น้ำมะนาว น้ำยาล้างห้องน้ำ) เป็นแก๊สชนิดเดียวกันหรือไม่ และแก๊สนั้น คือ แก๊สอะไร นักเรียนทราบได้อย่างไร (มีวิธีตรวจสอบแก๊สดังกล่าวได้อย่างไร)

.....

.....

.....

3. แก๊สที่เกิดขึ้นจากการใส่เศษอะลูมิเนียมลงไปในการละลายกรด(กรดไฮโดรคลอริก กรดแอซิดิก น้ำมะนาว น้ำยาล้างห้องน้ำ) และสารละลายเบส (โซเดียมไฮดรอกไซด์ แคลเซียมไฮดรอกไซด์) เป็นแก๊สชนิดเดียวกันหรือไม่ และแก๊สนั้นคือ แก๊สอะไร นักเรียนทราบได้อย่างไร (มีวิธีตรวจสอบแก๊สดังกล่าวได้อย่างไร)

.....

.....

.....

.....

4. จากผลของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในการทดลองครั้งนี้ สามารถนำความรู้นี้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไรบ้าง และมีข้อควรระวังในการใช้สารที่เป็นกรดและสารที่เป็นเบสอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 10 ปฏิบัติของสารละลายกรด-เบส

จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1. ปรับค่าความเป็นกรด-เบสของสารละลายโดยการเติมสารที่มีสมบัติตรงข้ามกันได้
2. ยกตัวอย่างการนำความรู้ เรื่อง ปฏิกริยาระหว่างสารที่มีสมบัติเป็นกรด กับสารที่มีสมบัติเป็นเบสไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

- | | |
|------------------------------------|------------------------------|
| 1. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก | 2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ |
| 3. ปีกเกอร์ขนาด 50 cm ³ | 4. หลอดทดลองขนาดเล็ก |
| 5. ที่วางหลอดทดลอง | 6. หลอดหยด |
| 7. กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ | 8. แท่งแก้วคนสาร |
| 9. กระจกนาฬิกา | |

วิธีทดลอง

1. เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเจือจางจำนวน 20 หยด ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก จากนั้นตรวจสอบค่า pH ของสารละลายด้วยกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ แล้วบันทึกผล
2. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จำนวน 5 หยด ลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ในข้อ 1 ตรวจสอบค่า pH ของสารละลาย แล้วบันทึกผล
3. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไปอีกครั้งละ 5 หยด จนครบ 20 หยด ตรวจสอบค่า pH ของสารละลายทุกๆ 5 หยดที่เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ แล้วบันทึกผล
4. ทำการทดลองซ้ำข้อ 1-3 แต่ทำสลับกัน โดยเปลี่ยนเป็นเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ แทน

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางแสดงค่า pH ของสารละลาย เมื่อเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ลงไปในสารละลาย กรดไฮโดรคลอริก

สาร	ค่า pH ก่อนเติม โซเดียมไฮดรอกไซด์	ค่า pH หลังเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์			
		5 หยด	10 หยด	15 หยด	20 หยด
กรดไฮโดรคลอริก 20 หยด					

ตารางแสดงค่า pH ของสารละลาย เมื่อเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ลงไปในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

สาร	ค่า pH ก่อนเติม กรดไฮโดรคลอริก	ค่า pH หลังเติมกรดไฮโดรคลอริก			
		5 หยด	10 หยด	15 หยด	20 หยด
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 20 หยด					

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามหลังการทดลอง

1. การเติมสารละลายกรดลงในสารละลายเบส และการเติมสารละลายเบสลงในสารละลายกรด ให้ผลแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

2. ความรู้จากการทดลองนี้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง สารละลายกรด สารละลายเบส

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่ถูกต้อง และเขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อที่ผิด

- ___ 1. น้ำอัดลมและน้ำมะนาวเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสเป็นสีน้ำเงิน
- ___ 2. อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบสจะเปลี่ยนสีเมื่อทดสอบกับกรดหรือเบส
- ___ 3. น้ำสมสายชูและน้ำยาลดกรดมีค่า pH น้อยกว่า 7
- ___ 4. น้ำสบู่มีค่า pH มากกว่าน้ำมะนาว
- ___ 5. เบสทำปฏิกิริยากับโลหะทุกชนิด
- ___ 6. ยาลดกรดบางชนิดทำให้ท้องผูกได้
- ___ 7. กรดแอสติกไม่สามารถนำมาปรุงอาหารได้
- ___ 8. การเติมปูนขาวทำให้ค่า pH ของดินลดลง
- ___ 9. ไม่ควรนำน้ำส้มสายชูใส่ในภาชนะที่เป็นโลหะ
- ___ 10. น้ำยาล้างห้องน้ำบางชนิดทำให้พื้นกระเบื้องฝกร่อน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบงานที่ 1

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนและออกแบบการทดลองในเรื่องต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1-6

1. ศึกษาส่วนผสมของยาลดกรด 2 ชนิด ที่ปรากฏบนฉลาก
2. วางแผนและออกแบบวิธีตรวจสอบความเป็นกรด-เบส และความสามารถในการลดกรดของยาลดกรด

กลุ่มที่ 7-9

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับส่วนประกอบ ราคา ขนาดบรรจุของสบู่เหลว 2 ชนิด
2. วางแผนและออกแบบวิธีตรวจสอบความเป็นกรด-เบสของสบู่เหลว และประสิทธิภาพในการทำความสะอาด

2. เขียนรายงาน การวางแผนและการออกแบบทดลอง โดยให้มีรายละเอียด ดังนี้

- 1) ชื่อเรื่อง
- 2) ปัญหา
- 3) สมมติฐาน
- 4) จุดประสงค์
- 5) ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1) ตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระ
 - 5.2) ตัวแปรตาม
 - 5.3) ตัวแปรควบคุม
- 6) วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี
- 7) วิธีดำเนินการทดลอง
- 8) ตารางบันทึกผลการทดลอง

รายงานการออกแบบการทดลอง

เรื่อง

จัดทำโดย กลุ่มที่..... ชั้น..... โรงเรียน.....

สมาชิกกลุ่ม

- | | |
|---------|-------------|
| 1. | เลขที่..... |
| 2. | เลขที่..... |
| 3. | เลขที่..... |
| 4. | เลขที่..... |
| 5. | เลขที่..... |
| 6. | เลขที่..... |
| 7. | เลขที่..... |

เสนอ

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งในการเรียนรู้ เรื่อง สารละลายกรด-เบส ในวิชาวิทยาศาสตร์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่.....ปีการศึกษา.....

การทดลอง เรื่อง

.....

จุดประสงค์

1.

2.

.....

ปัญหา

สมมติฐาน.....

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

1.

2.

3.

.....

.....

.....

ตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระ.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

วิธีการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางบันทึกผลการทดลอง



บรรณานุกรม

[ชื่อผู้แต่ง. (พ.ศ.ที่พิมพ์). ชื่อหนังสือ(ตัวหนา หรือขีดเส้นใต้). สถานที่พิมพ์(จังหวัด): ชื่อโรงพิมพ์, เลขหน้า]

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

ใบงานที่ 2

การเรียนรู้เรื่อง สาระละลายกรด-เบส จากการทำการทดลอง การเขียนรายงานการออกแบบการทดลอง และการนำเสนอผลงาน ทำให้นักเรียนคิดถึงเหตุการณ์ หรือประสบการณ์ส่วนตัวที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนี้
อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่เนื้อหาสาระมีการทดลอง สำหรับกลุ่มควบคุม

เรื่อง สารละลาย กรด-เบส

เวลา 6 คาบ (300 นาที)

วิชา วิทยาศาสตร์ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จำนวนนักเรียน 49 คน

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายและสมบัติของกรดและเบสได้
2. ยกตัวอย่างสารละลายกรดและสารละลายเบสที่พบในชีวิตประจำวันได้
3. อธิบายความหมายของอินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบสได้
4. ทดสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลาย โดยใช้อินดิเคเตอร์ชนิดต่างๆ ได้
5. อธิบายความหมายของ pH และความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH กับความเป็นกรด-เบสของสารละลายได้
6. ทดสอบสมบัติของสารละลายกรด และสารละลายเบส เมื่อทำปฏิกิริยากับสารบางชนิดได้
7. แสดงวิธีการปรับค่าความเป็นกรด-เบสของสารละลาย โดยการเติมสารที่มีสมบัติตรงข้ามกันได้
8. ระบุวิธีการใช้สารละลายกรด และละลายเบสในชีวิตประจำวันอย่างถูกต้อง และปลอดภัยได้

สาระสำคัญ

กรดเป็นสารที่มีธาตุไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ เมื่อนำไปละลายน้ำจะแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออน (H^+) และมีสมบัติทางเคมีตรงกันข้ามกับเบส สมบัติบางประการของกรด เช่น เปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง ทำปฏิกิริยากับโลหะทุกชนิด ทำปฏิกิริยากับสารประกอบคาร์บอเนต ทำให้เกิดการฟู่ร้อน กรดที่พบในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำส้มสายชู น้ำมะนาว วิตามินซี เบสเป็นสารที่มีธาตุไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ เมื่อนำไปละลายน้ำจะแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) และมีสมบัติทางเคมีตรงกันข้ามกับกรด สมบัติบางประการของเบส เช่น เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน ทำปฏิกิริยากับโลหะบางชนิด เช่น อะลูมิเนียม แต่ไม่ทำปฏิกิริยากับสารประกอบคาร์บอเนต เบสที่พบในชีวิตประจำวัน

เช่น ผงซักฟอก สบู่ ยาสระผม น้ำปูนใส สมบัติของกรดและเบสอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ ดังนั้นจึงควรระมัดระวังเมื่อต้องเกี่ยวข้องกับกรดและเบส เช่น ไม่ควรนำภาชนะที่เป็นโลหะใส่อาหารที่มีรสเปรี้ยว รวมทั้งระมัดระวังการใช้เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ที่ทำจากโลหะไม่ให้สัมผัสกับกรด เนื่องจากกรดทำปฏิกิริยากับโลหะ ไม่ควรรดน้ำยาล้างห้องน้ำที่เป็นกรดลงบนพื้นกระเบื้องแล้วทิ้งไว้ให้สะอาดเอง เพราะจะทำให้พื้นกระเบื้องนุ่มนวล

ความเป็นกรด-เบสของสาร สามารถทดสอบได้โดยใช้อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส ซึ่งเป็นสารที่เปลี่ยนสีได้เมื่อทดสอบกับกรดหรือเบส การทดสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลายแบ่งได้ 3 วิธี คือ การทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส การทดสอบด้วยน้ำคั้นจากพืชบางชนิด เช่น น้ำคั้นดอกกุหลาบ น้ำคั้นดอกอัญชัน และการทดสอบด้วยอินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบสอื่นๆ เช่น สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ ระดับความเป็นกรด-เบสของสารละลายพิจารณาได้จากค่า pH ซึ่งมีความสัมพันธ์กับไฮโดรเนียมไอออน ค่า pH ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 0-14 สารละลายที่มีค่า pH ต่ำกว่า 7 มีสมบัติเป็นกรด สารละลายที่มีค่า pH เท่ากับ 7 จัดว่ามีสมบัติเป็นกลาง สารละลายที่มีค่า pH มากกว่า 7 มีสมบัติเป็นเบส นอกจากนี้การเติมสารที่มีสมบัติตรงข้ามกัน จะทำให้ความเป็นกรด-เบสและค่า pH ของสารละลายเปลี่ยนแปลง

เนื้อหา

1. ความหมายและสมบัติของกรดและเบส
2. ตัวอย่างสารละลายกรดและสารละลายเบสที่พบในชีวิตประจำวัน
3. ความหมายของอินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส
4. การทดสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลาย
5. ความหมายของ pH และความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH กับความเป็นกรด-เบส
6. การทดสอบสมบัติของสารละลายกรด และสารละลายเบส
7. ปฏิกิริยาของสารละลายกรด และสารละลายเบส
8. การใช้สารละลายกรด และละลายเบสในชีวิตประจำวัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นตอน การเรียนรู้การสอน	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน
ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	<p>1. ครูสนทนาและถามคำถาม เพื่อนำนักเรียนเข้าสู่เรื่องที่จะเรียน ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่า สมบัติของสารเป็นลักษณะเฉพาะที่บ่งชี้ว่าสารนั้นคืออะไร สมบัติของสาร จำแนกเป็นสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมี สมบัติทางกายภาพของสาร สามารถสังเกตได้จากประสาทสัมผัส เช่น การมอง การดมกลิ่น การสัมผัส ซึ่งนักเรียนได้เรียนรู้แล้ว ส่วนสมบัติทางเคมีของสารนั้นต้องใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในการทดสอบ วันนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับสมบัติทางเคมีประการหนึ่ง นั่นคือ ความเป็นกรด-เบส ● สารละลายกรด สารละลายเบส ที่นักเรียนรู้จักมีอะไรบ้าง ● นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าสารใดเป็นกรด สารใดเป็นเบส <p>2. ครูเขียนคำตอบของนักเรียนไว้บนกระดาน แล้วกล่าวต่อไปว่า นักเรียนจะได้เรียนรู้วิธีการทดสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลายสมบัติของกรดและเบส รวมทั้งการใช้สารละลายกรด สารละลายเบสในชีวิตประจำวัน</p>
ขั้นสอน	<p>3. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 9 กลุ่มๆ ละ 6 คน แล้วแจกเอกสารประกอบกิจกรรมการทดลองที่ 8 การตรวจสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลายให้นักเรียนทุกคน</p> <p>4. ครูให้นักเรียนอ่าน ทำความเข้าใจเอกสารประกอบกิจกรรมการทดลองที่ได้รับ และอภิปรายร่วมกันกับสมาชิกภายในกลุ่มเกี่ยวกับวิธีดำเนินการทดลอง</p> <p>5. ครูให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับวิธีดำเนินการทดลอง เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจน ถูกต้อง ตรงกัน</p> <p>6. ครูให้ผู้แทนแต่ละกลุ่มมารับอุปกรณ์ การทดลอง แล้วลงมือปฏิบัติการทดลอง</p>

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนรู้การสอน	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน
	<p>7. เมื่อนักเรียนทำการทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูให้นักเรียนภายในกลุ่มช่วยกันสรุปและอภิปรายผลการทดลอง และตอบคำถามหลังการทดลอง</p> <p>8. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปและอภิปรายผลการทดลอง และตอบคำถามหลังการทดลอง</p> <p>9. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองที่ 9 สมบัติบางประการของสารละลายกรด-เบส และกิจกรรมการทดลองที่ 10 ปฏิกริยาของสารละลายกรด-เบส ตามลำดับ โดยดำเนินการเรียนการสอนหัวข้อ 1-8 แต่ปรับบริบทให้สอดคล้องกับกิจกรรมการทดลองที่ 9 และ 10</p> <p>10. ครูนำนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับการใช้สารละลายกรด-เบสในชีวิตประจำวัน</p>
ขั้นสรุปและประเมินผล	<p>11. ครูซักถามนักเรียนเกี่ยวกับสมบัติของสารละลายกรด-เบส วิธีการตรวจสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลาย และการใช้สารละลายกรด-เบสในชีวิตประจำวัน</p> <p>12. ครูให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่ยังไม่เข้าใจ หรือต้องการทราบเพิ่มเติม</p> <p>13. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญของเรื่อง สารละลายกรด-เบส</p> <p>14. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง สารละลายกรดสารละลายเบส</p> <p>15. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบ แล้วให้นักเรียนที่นั่งใกล้กันสลับกันตรวจคำตอบ</p>

สื่อการเรียนการสอน

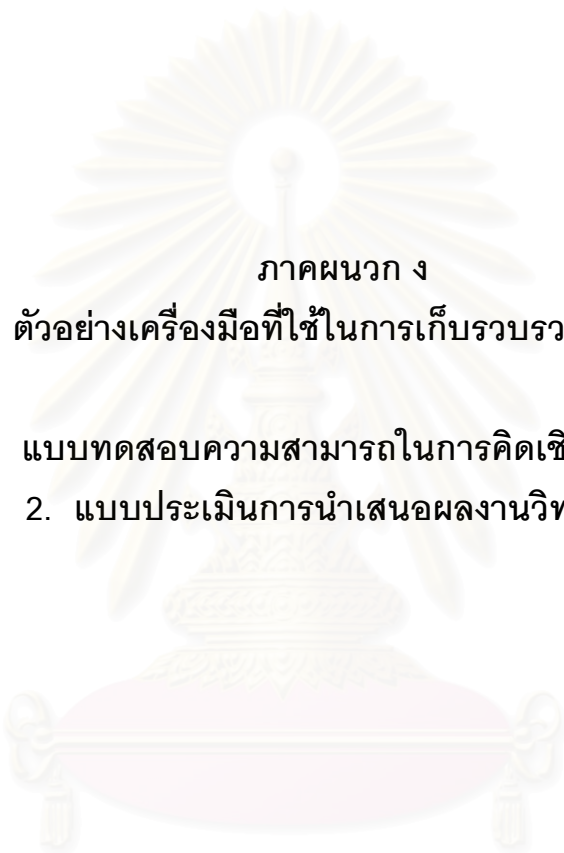
1. เอกสารประกอบกิจกรรมการทดลองที่ 8-10
2. วัสดุและอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการทดลองที่ 8-10
3. แบบทดสอบหลังเรียน

การวัดและประเมินผล

1. การถาม และการตอบคำถาม
2. การอภิปรายร่วมกันกับเพื่อนและครู
3. การปฏิบัติการทดลอง
4. การทดสอบหลังเรียน



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ง

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
2. แบบประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ซึ่งประกอบด้วย การคิดเพื่อระบุปัญหา การคิดเพื่อตั้งสมมติฐาน การคิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน และการคิดเพื่อตีความหมายข้อมูลและสรุปผล
2. แบบทดสอบประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 20 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก พร้อมทั้งให้เสนอเหตุผลในการตอบตัวเลือก
3. การทำข้อสอบ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดจาก 4 ตัวเลือก คือ ก ข ค และ ง พร้อมทั้งระบุเหตุผลที่ตอบตัวเลือกดังกล่าวทุกข้อ
4. การพิจารณาให้คะแนน ข้อสอบแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 1 คะแนน ซึ่งประกอบด้วยคะแนนจากการเลือกคำตอบได้ถูกต้องและคะแนนจากการระบุเหตุผลที่ตอบตัวเลือกดังกล่าวได้ถูกต้อง นักเรียนจะได้คะแนนในข้อนั้น 1 คะแนน เมื่อเลือกคำตอบได้ถูกต้องและระบุเหตุผลที่ตอบตัวเลือกได้ถูกต้องเท่านั้น ข้อสอบมีจำนวน 20 ข้อ รวม 20 คะแนน
5. หากนักเรียนไม่เข้าใจข้อสอบข้อใด ขอให้อ่านคำถามอีกครั้งหรือถามอาจารย์ผู้คุมสอบ
6. เขียน ชื่อ นามสกุล และเลขที่ข้อสอบลงในกระดาษคำตอบ ก่อนลงมือทำแบบทดสอบ
7. ให้เวลาในการทำข้อสอบ 50 นาที

ตัวอย่าง

คำถาม

สถานการณ์ต่อไปนี้นำใช้ในการตอบคำถามข้อ 1

กมลทราบจากรายการ “โลกและสิ่งแวดล้อม” ที่ออกอากาศทางโทรทัศน์ว่า น้ำยาที่มีจุลินทรีย์ M สามารถช่วยบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพดีขึ้นได้ เพราะจุลินทรีย์ M จะช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆ ในน้ำ และช่วยเพิ่มออกซิเจนในน้ำ กมลจึงทดลองนำน้ำยาที่มีจุลินทรีย์ M จำนวน 5 ถัง เทลงน้ำในคลอง ซึ่งมีสีดำคล้ำ และส่งกลิ่นเหม็น จากนั้นสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสี และกลิ่นของน้ำในคลองทุกๆ 2 วัน

1. ปัญหาในการทดลองของกมล คือข้อใด

- จุลินทรีย์ M ทำให้น้ำเสียมีคุณภาพดีขึ้นได้อย่างไร
- น้ำที่มีคุณภาพดีสังเกตได้จากสี และกลิ่นได้หรือไม่
- น้ำยาที่มีจุลินทรีย์ M ทำให้น้ำเสียมีคุณภาพดีขึ้นหรือไม่
- น้ำยาที่มีจุลินทรีย์ M ปริมาณเท่าใดที่ทำให้คุณภาพน้ำดีขึ้น

เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

การตอบคำถาม

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ในข้อที่ถูกต้องที่สุด และให้เหตุผลในการเลือกคำตอบดังกล่าว

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1			X	

เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

เลือกตอบข้อ ค เพราะ กมลนำน้ำยาที่มีจุลินทรีย์ M เทลงในคลองแล้วสังเกตว่าสีและกลิ่นของน้ำในคลองมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

หรือ อาจให้เหตุผลว่า

ไม่เลือกตอบข้อ ก. เพราะกมลไม่ได้ติดตามคู่มือการหรือกลไกการทำงานของ จุลินทรีย์ M

ไม่เลือกตอบข้อ ข. เพราะกมลได้ตัดสินใจใช้สีและกลิ่นของน้ำในการบ่งชี้คุณภาพน้ำเรียบร้อยแล้ว

ไม่เลือกตอบข้อ ง. เพราะ กมลเทน้ำยาที่มีจุลินทรีย์ M ลงในคลอง ปริมาณเดียว คือ จำนวน 5 ถัง

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด และให้เหตุผลที่เลือกคำตอบดังกล่าว

สถานการณ์ต่อไปนี้นำใช้ในการตอบคำถามข้อ 1-2

อนุชิต กังวลเกี่ยวกับน้ำหนักตัวของตัวเองมาก วันหนึ่งเพื่อนแนะนำว่า การรับประทานอาหารเสริม D จะทำให้น้ำหนักตัวลดลงได้ เขาจึงรับประทานอาหารเสริมจำนวน 1 เม็ด ทุกวัน แล้วบันทึกน้ำหนักตัวทุกสัปดาห์

1. ปัญหาในการทดลองของอนุชิต คือข้อใด

- ก. น้ำหนักตัวมีผลต่อการรับประทานอาหารเสริม D หรือไม่
- ข. ปริมาณของอาหารเสริม D มีผลต่อการลดน้ำหนักหรือไม่
- ค. การรับประทานอาหารเสริม D จะช่วยลดน้ำหนักได้หรือไม่
- ง. การรับประทานอาหารเสริม D มีประโยชน์ต่อร่างกายหรือไม่

เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

2. จากการทดลองของอนุชิต การบันทึกผลการทดลองที่เหมาะสมกับข้อมูล คือข้อใด

ก.

น้ำหนัก (กิโลกรัม)	
ก่อนทดลอง	หลังทดลอง

ข.

ปริมาณอาหารเสริม	น้ำหนัก (กิโลกรัม)

ค.

น้ำหนัก (กิโลกรัม)					
สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6

ง.

น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณอาหารเสริม					
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6

เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

สถานการณ์ต่อไปนี้ใช้ในการตอบคำถามข้อ 3-6

กรณ์ นนท์ และนิสา ช่วยกันเลือกกระดาศที่จะนำมาพับเครื่องบิน แล้วทำให้เครื่องบินร่อนอยู่กลางอากาศได้นานที่สุด ทั้ง 3 คน จึงนำเครื่องบินที่พับด้วยกระดาศ 3 ชนิด ซึ่งได้แก่ กระดาศถ่ายเอกสาร กระดาศหนังสือพิมพ์ และกระดาศลอกลาย มาทดสอบความสามารถในการร่อนกลางอากาศ

3. ปัญหาในการทดสอบนี้ คือข้อใด

- ก. กระดาศชนิดใดที่พับเครื่องบินแล้วร่อนอยู่กลางอากาศได้นานที่สุด
- ข. ใครเป็นคนที่ทำให้เครื่องบินกระดาศร่อนอยู่กลางอากาศได้นานที่สุด
- ค. การพับเครื่องบินกระดาศแบบใดที่ทำให้ร่อนอยู่กลางอากาศได้นานที่สุด
- ง. กระดาศขนาดเท่าใดที่เป็นพับเครื่องบินแล้วร่อนอยู่กลางอากาศได้นานที่สุด

เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

4. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อใดไม่ใช่สิ่งที่ต้องควบคุมให้เหมือนกัน

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| ก. แบบของเครื่องบินกระดาศ | ข. แรงที่ใช้ร่อนเครื่องบินกระดาศ |
| ค. ชนิดของกระดาศที่พับเครื่องบิน | ง. ขนาดของกระดาศที่พับเครื่องบิน |

เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

5. วิธีทดสอบความสามารถในการร่อนกลางอากาศของเครื่องบินกระดาศ คือข้อใด

- ก. ให้ กรณ์ ใช้มือข้างเดียวกันร่อนเครื่องบินที่พับจากกระดาศ 3 ชนิด โดยร่อนทีละ 1 ลำ แล้วจับเวลาตั้งแต่เริ่มร่อนจนกระทั่งเครื่องบินตกถึงพื้น
- ข. ให้ กรณ์ ใช้มือสองข้างร่อนเครื่องบินที่พับจากกระดาศ 3 ชนิด โดยร่อนพร้อมกันทั้ง 3 ลำ แล้วจับเวลาตั้งแต่เริ่มร่อนจนกระทั่งเครื่องบินตกถึงพื้น
- ค. ให้ กรณ์ นนท์ และนิสา แบ่งกันร่อนเครื่องบินที่พับจากกระดาศต่างชนิดกันคนละ 1 ลำ โดยใช้มือข้างเดียวกันร่อนเครื่องบินทีละ 1 ลำ แล้วจับเวลาตั้งแต่เริ่มร่อนจนกระทั่งเครื่องบินตกถึงพื้น
- ง. ให้ กรณ์ นนท์ และนิสา แบ่งกันร่อนเครื่องบินที่พับจากกระดาศต่างชนิดกันคนละ 1 ลำ โดยร่อนเครื่องบินพร้อมกันด้วยมือข้างใดก็ได้ แล้วจับเวลาตั้งแต่เริ่มร่อนจนกระทั่งเครื่องบินตกถึงพื้น

เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

6. การทดสอบความสามารถในการร่อนกลางอากาศของเครื่องบินกระดาษ 3 ชนิด ได้ผลการทดสอบ
ดังนี้

ชนิดกระดาษ	เวลาที่เครื่องบินร่อนอยู่กลางอากาศ (วินาที)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
กระดาษถ่ายเอกสาร	7	7	9
กระดาษหนังสือพิมพ์	10	9	11
กระดาษลอกลาย	7	5	4

จากตารางบันทึกผล สามารถสรุปผลการทดสอบได้อย่างไร

- ก. เครื่องบินที่พับจากกระดาษหนังสือพิมพ์มีน้ำหนักมากที่สุด
- ข. เครื่องบินที่พับจากกระดาษที่เบา ใช้เวลาร่อนอยู่กลางอากาศมาก
- ค. เครื่องบินที่พับจากกระดาษถ่ายเอกสารมีน้ำหนักน้อยกว่ากระดาษลอกลาย
- ง. เครื่องบินที่พับจากกระดาษหนังสือพิมพ์ ใช้เวลาร่อนอยู่กลางอากาศมากที่สุด

เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

สถานการณ์ต่อไปนี้นำใช้ในการตอบคำถามข้อ 7-8

นิภาดา ขับรถระยะทางไกลไปทำงานทุกวัน จึงต้องการหาวิธีขับรถที่จะช่วยประหยัดน้ำมันมากที่สุด โดยทดลองขับรถไปทำงานและกลับบ้าน โดยไม่ขับบนนอกเส้นทางเลยเป็นเวลา 3 เดือน ในเดือนแรกนิภาดาขับรถด้วยความเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เดือนที่สอง และเดือนที่สามขับรถด้วยความเร็ว 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และ 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ จากนั้นนำไปเสิร์จค่าน้ำมันในแต่ละเดือนมาเปรียบเทียบกัน

7. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ผลที่นิภาดาคาดว่าจะได้รับการทดลอง คือข้อใด

- ก. ขับรถด้วยความเร็วคงที่ การเติมน้ำมันจะคงที่
- ข. ขับรถด้วยความเร็วปานกลางประหยัดน้ำมันที่สุด
- ค. ขับรถในระยะทางไกลๆ เปลืองน้ำมันมากที่สุด
- ง. ขับรถออกนอกเส้นทาง ค่าน้ำมันจะเพิ่มมากขึ้น

เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

ค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.58	0.56
2	0.69	0.59
3	0.73	0.53
4	0.69	0.65
5	0.53	0.44
6	0.66	0.44
7	0.28	0.35
8	0.40	0.64
9	0.56	0.41
10	0.64	0.48
11	0.80	0.49
12	0.75	0.60
13	0.60	0.50
14	0.61	0.43
15	0.80	0.46
16	0.71	0.58
17	0.54	0.47
18	0.77	0.64
19	0.61	0.62
20	0.64	0.64

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	การประเมินการนำเสนอผลงานโดยรวม	ระดับความสามารถ
1. ความครบถ้วนของประเด็นและสาระสำคัญ	<ul style="list-style-type: none"> ● มีประเด็นในการนำเสนอ ซึ่งได้แก่ ชื่อเรื่องหรือประเด็นปัญหา วิจัยดำเนินงาน ผลการศึกษาหรือข้อค้นพบ อภิปราย และสรุปผล อย่างชัดเจน และครบถ้วน ● มีสาระสำคัญครบถ้วน และสมบูรณ์ ที่ช่วยให้การสื่อสาร และสื่อความหมายให้เข้าใจได้ง่าย ● อ้างอิงแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย และเชื่อถือได้ 	ดีมาก หรือ 4
	<ul style="list-style-type: none"> ● มีประเด็นในการนำเสนอที่ชัดเจนอย่างน้อย 3 ข้อจาก 4 ข้อ ● มีสาระสำคัญไม่ครบถ้วน แต่ยังช่วยให้การสื่อสาร และสื่อความหมายให้เข้าใจได้ง่าย ● อ้างอิงแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย และเชื่อถือได้ 	ดี หรือ 3
	<ul style="list-style-type: none"> ● มีประเด็นในการนำเสนอที่ชัดเจนอย่างน้อย 2 ข้อจาก 4 ข้อ ● มีสาระสำคัญไม่ครบถ้วน ทำให้การสื่อสาร และสื่อความหมายให้เข้าใจได้เพียงบางส่วน ● อ้างอิงแหล่งข้อมูลไม่ที่หลากหลาย แต่เชื่อถือได้ 	พอใช้ หรือ 2
	<ul style="list-style-type: none"> ● มีประเด็นในการนำเสนอที่ชัดเจน 1 ข้อจาก 4 ข้อ หรือไม่มีประเด็นในการนำเสนอที่ชัดเจน ● มีสาระสำคัญไม่ครบถ้วน ทำให้การสื่อสาร และสื่อความหมายให้เข้าใจได้ยาก ● อ้างอิงแหล่งข้อมูลไม่ที่หลากหลาย และไม่เชื่อถือ 	ต้องปรับปรุง หรือ 1

แบบประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

รายการประเมิน	การประเมินการนำเสนอผลงานโดยรวม	ระดับความสามารถ
2. ความถูกต้องของการนำเสนอผลงาน	<ul style="list-style-type: none"> ● อธิบายแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง และแนวคิดนั้นสัมพันธ์กับจุดประสงค์ของการทำงาน ● นำเสนอผลงานตรงตามทุกจุดประสงค์การทำงาน 	ดีมาก หรือ 4
	<ul style="list-style-type: none"> ● อธิบายแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ และแนวคิดนั้นสัมพันธ์กับจุดประสงค์ของการทำงาน ● นำเสนอผลงานตรงตามจุดประสงค์การทำงานเป็นส่วนใหญ่ 	ดี หรือ 3
	<ul style="list-style-type: none"> ● อธิบายแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน และแนวคิดนั้นสัมพันธ์กับจุดประสงค์ของการทำงาน ● นำเสนอผลงานตรงตามจุดประสงค์การทำงานเพียงบางส่วน 	พอใช้ หรือ 2
	<ul style="list-style-type: none"> ● อธิบายแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง และแนวคิดนั้นไม่สัมพันธ์กับจุดประสงค์ของการทำงาน ● นำเสนอผลงานไม่ตรงตามจุดประสงค์การทำงาน 	ต้องปรับปรุง หรือ 1

แบบประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

รายการประเมิน	การประเมินการนำเสนอผลงานโดยรวม	ระดับความสามารถ
3. การจัดระบบการนำเสนอผลงาน	<ul style="list-style-type: none"> ● จัดเรียงและลำดับข้อมูลสารสนเทศอย่างเป็นระบบ และมีความสอดคล้องและต่อเนื่องกัน ● มีการเชื่อมโยงความรู้ที่ช่วยให้เข้าใจได้ง่าย 	ดีมาก หรือ 4
	<ul style="list-style-type: none"> ● จัดเรียงและลำดับข้อมูลสารสนเทศอย่างเป็นระบบ และมีความสอดคล้องและต่อเนื่องกันบางส่วน ● มีการเชื่อมโยงความรู้ที่ช่วยให้เข้าใจได้ง่าย 	ดี หรือ 3
	<ul style="list-style-type: none"> ● จัดเรียงและลำดับข้อมูลสารสนเทศไม่ค่อยเป็นระบบ และมีความสอดคล้องและต่อเนื่องกันน้อย ● ไม่มีการเชื่อมโยงความรู้ที่ช่วยให้เข้าใจได้ง่าย หรือมีเป็นส่วนน้อย 	พอใช้ หรือ 2
	<ul style="list-style-type: none"> ● จัดเรียงและลำดับข้อมูลสารสนเทศไม่เป็นระบบ และไม่มีความสอดคล้องและต่อเนื่องกัน ● ไม่มีการเชื่อมโยงความรู้ที่ช่วยให้เข้าใจได้ง่าย 	ต้องปรับปรุง หรือ 1

แบบประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

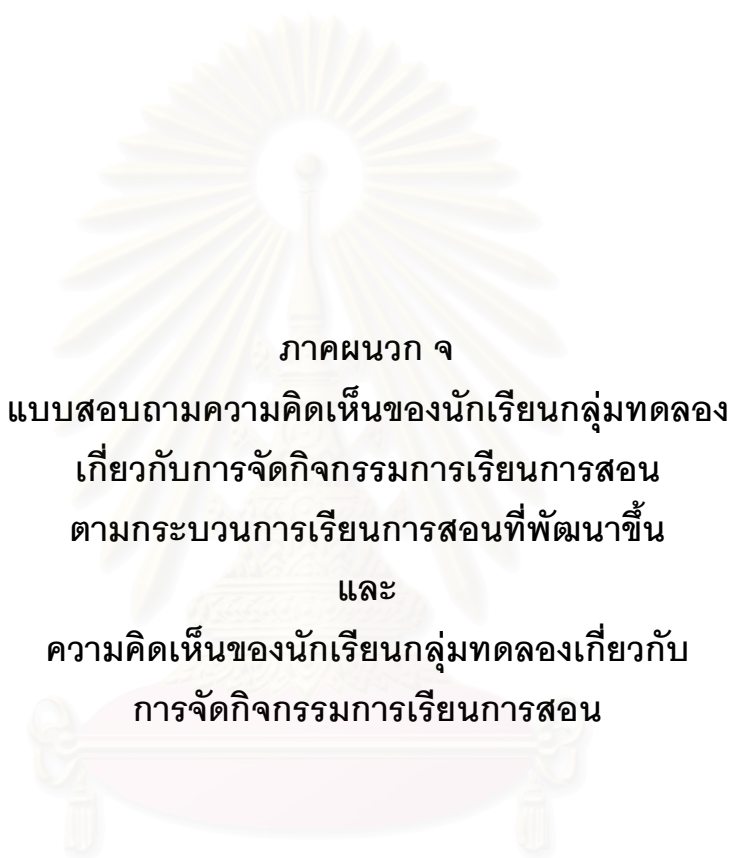
รายการประเมิน	การประเมินการนำเสนอผลงานโดยรวม	ระดับความสามารถ
<p>4. ความน่าสนใจของการนำเสนอข้อมูล</p> <p>4.1 การใช้อุปกรณ์ และสื่อประกอบการนำเสนอผลงาน</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● มีการแสดงตัวอย่าง รูปภาพ ตาราง แผนภาพ หรือไดอะแกรมได้ถูกต้อง มีขนาดที่เหมาะสม และสื่อสารได้ชัดเจน ● ใช้อุปกรณ์ และสื่อประกอบการนำเสนอผลงานถูกต้อง เหมาะสม และน่าสนใจมาก 	ดีมาก หรือ 4
	<ul style="list-style-type: none"> ● มีการแสดงตัวอย่าง รูปภาพ ตาราง แผนภาพ หรือไดอะแกรมได้ถูกต้อง แต่มีขนาดไม่เหมาะสม แต่ยังสามารถสื่อสารได้ชัดเจนเป็นส่วนใหญ่ ● ใช้อุปกรณ์ และสื่อประกอบการนำเสนอผลงานได้ถูกต้อง เหมาะสม และน่าสนใจ 	ดี หรือ 3
	<ul style="list-style-type: none"> ● มีการแสดงตัวอย่าง รูปภาพ ตาราง แผนภาพ หรือไดอะแกรมถูกต้องเพียงบางส่วน มีขนาดไม่เหมาะสม และสื่อสารได้ชัดเจนเป็นบางส่วน ● ใช้อุปกรณ์ และสื่อประกอบการนำเสนอผลงานได้ถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสม และไม่น่าสนใจ 	พอใช้ หรือ 2
	<ul style="list-style-type: none"> ● ไม่มีการแสดงตัวอย่าง รูปภาพ ตาราง แผนภาพ หรือไดอะแกรม หรือมีแต่ไม่ถูกต้อง มีขนาดไม่เหมาะสม และสื่อสารได้ไม่ชัดเจน ● ใช้อุปกรณ์ และสื่อประกอบการนำเสนอผลงานได้ไม่ถูกต้อง ไม่เหมาะสม และไม่น่าสนใจ 	ต้องปรับปรุง หรือ 1

แบบประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

รายการประเมิน	การประเมินการนำเสนอผลงานโดยรวม	ระดับความสามารถ
4.2 การใช้ภาษา ในการนำเสนอผลงาน	<ul style="list-style-type: none"> ● เมื่อจำเป็นต้องใช้ศัพท์วิทยาศาสตร์ที่ยาก มีการอธิบายศัพท์ที่ถูกต้อง และชัดเจน ● สะกดคำได้ถูกต้อง และใช้ภาษาที่สื่อความหมายได้ถูกต้อง ชัดเจน กระชับ และตรงประเด็น ● ใช้ภาษาทางการ 	ดีมาก หรือ 4
	<ul style="list-style-type: none"> ● เมื่อจำเป็นต้องใช้ศัพท์วิทยาศาสตร์ที่ยาก มีการอธิบายศัพท์ที่ถูกต้อง และชัดเจน ● สะกดคำไม่ถูกต้องเป็นส่วนน้อย แต่ภาษาที่ใช้สามารถสื่อความหมายได้ถูกต้อง ชัดเจน กระชับ และตรงประเด็น เป็นส่วนใหญ่ ● ใช้ภาษาทางการ 	ดี หรือ 3
	<ul style="list-style-type: none"> ● เมื่อจำเป็นต้องใช้ศัพท์วิทยาศาสตร์ที่ยาก มีการอธิบายศัพท์ที่ถูกต้อง และชัดเจนเพียงบางส่วน ● สะกดคำไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ แต่ภาษาที่ใช้สามารถสื่อความหมายได้ถูกต้อง ชัดเจน กระชับ และตรงประเด็น เป็นส่วนใหญ่ ● ใช้ภาษากึ่งทางการ 	พอใช้ หรือ 2
	<ul style="list-style-type: none"> ● เมื่อจำเป็นต้องใช้ศัพท์วิทยาศาสตร์ที่ยาก ไม่มีการอธิบายศัพท์ หรืออธิบายไม่ถูกต้องและชัดเจน ● สะกดคำไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ และภาษาที่ใช้สื่อความหมายได้ไม่ถูกต้อง ไม่ชัดเจน ไม่กระชับ และไม่ตรงประเด็น ● ใช้ภาษาพูด 	ต้องปรับปรุง หรือ 1

แบบประเมินการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

รายการประเมิน	การประเมินการนำเสนอผลงานโดยรวม	ระดับความสามารถ
4.3 เวลาที่ใช้ นำเสนอผลงาน	<ul style="list-style-type: none"> นำเสนอผลงานตรงตามเวลา เช่น ส่งเล่มรายงาน หรือจัดแสดงผลงานในวันและเวลาที่กำหนด หรือกล่าวรายงาน สาธิตผลงาน เสร็จพอดีเวลาที่กำหนด 	ดีมาก หรือ 4
	<ul style="list-style-type: none"> นำเสนอผลงานคลาดเคลื่อนจากเวลาที่กำหนดเพียงเล็กน้อย เช่น ส่งเล่มรายงาน หรือจัดแสดงผลงานช้ากว่าวัน และเวลาที่กำหนดไม่เกิน 1 วัน หรือกล่าวรายงาน สาธิตผลงาน เสร็จก่อนหรือหลังเวลาที่กำหนดไม่เกิน 5 นาที 	ดี หรือ 3
	<ul style="list-style-type: none"> นำเสนอผลงานคลาดเคลื่อนจากเวลาที่กำหนดค่อนข้างมาก เช่น ส่งเล่มรายงาน หรือจัดแสดงผลงานช้ากว่าวัน และเวลาที่กำหนดมากกว่า 1 วัน แต่ไม่เกิน 3 วัน หรือกล่าวรายงาน สาธิตผลงาน เสร็จก่อนหรือหลังเวลาที่กำหนดมากกว่า 5 นาที แต่ไม่เกิน 10 นาที 	พอใช้ หรือ 2
	<ul style="list-style-type: none"> นำเสนอผลงานคลาดเคลื่อนจากเวลาที่กำหนดมาก เช่น ส่งเล่มรายงาน หรือจัดแสดงผลงานช้ากว่าวันและเวลาที่กำหนดมากกว่า 3 วัน หรือกล่าวรายงาน สาธิตผลงาน เสร็จก่อนหรือหลังเวลาที่กำหนดมากกว่า 10 นาที 	ต้องปรับปรุง หรือ 1



ภาคผนวก จ

แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลอง

เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

และ

ความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลองเกี่ยวกับ

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ตอนที่ 1 สถานภาพของนักเรียน

เพศ ชาย หญิง ชั้น.....

ตอนที่ 2 จงทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

รายการ	ระดับความคิดเห็น			
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1. การสร้างชิ้นงานร่วมกัน เช่น ทำ mind mapping การออกแบบการพยากรณ์อากาศ ทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจเรื่องที่เรียนได้ดีขึ้น				
2. ข้าพเจ้าอยากให้มีการสร้างชิ้นงานร่วมกันอีก				
3. การสร้างชิ้นงานร่วมกัน ทำให้เสียเวลา และไม่มีประโยชน์ใดๆ เลย				
4. การที่ได้ศึกษาในสภาพจริง เช่น การอ่านค่าความชื้นสัมพัทธ์ในสถานที่ต่างๆ การสังเกตและวาดภาพเมฆ ทำให้เข้าใจเรื่องที่เรียนได้ดีขึ้น				
5. ข้าพเจ้าชอบการศึกษาในสภาพจริง				
6. การนำเสนอชิ้นงานหน้าชั้นเรียนทำให้ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน และเรียนรู้ได้เข้าใจมากขึ้น				
7. ข้าพเจ้าอยากให้มีการนำเสนอชิ้นงานอีก				
8. การนำเสนอผลงานทำให้เสียเวลา และไม่ประโยชน์ใดๆ เลย				
9. การเขียนประสบการณ์ส่วนตัวในเรื่องที่ได้เรียนรู้ ทำให้ต้องคิดทบทวน เชื่อมโยงถึงการดำเนินชีวิตประจำวัน				
10. การเขียนประสบการณ์ส่วนตัวในเรื่องที่ได้เรียนรู้ ทำให้ข้าพเจ้าเรียนรู้ได้เข้าใจดีขึ้น				

ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

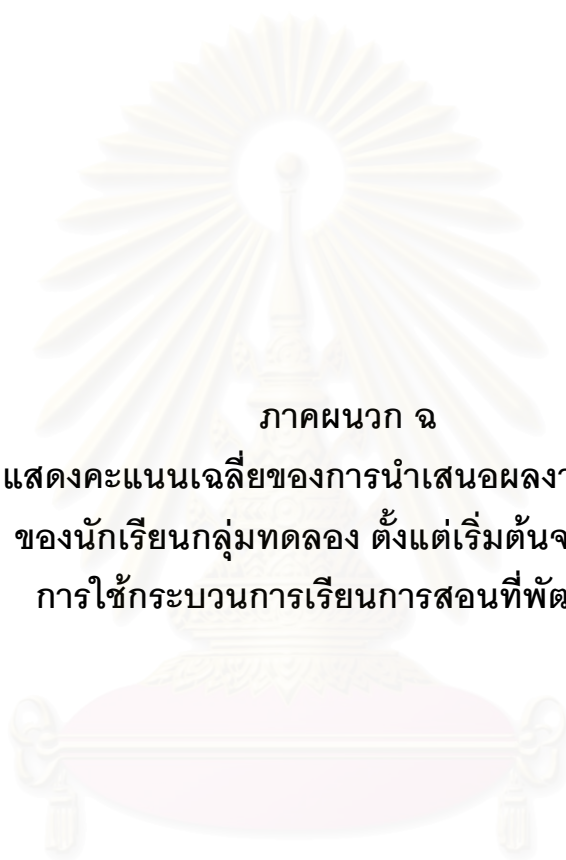
.....

ตารางที่ 17 ความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลองเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
ตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

รายการ	\bar{X}	SD	ความหมาย
1. การสร้างชิ้นงานร่วมกัน เช่น ทำ mind mapping การออกแบบการพยากรณ์อากาศ ทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจ เรื่องที่เรียนได้ดีขึ้น	3.22	0.42	เห็นด้วย
2. ข้าพเจ้าอยากให้มีการสร้างชิ้นงานร่วมกันอีก	3.24	0.60	เห็นด้วย
3. การสร้างชิ้นงานร่วมกัน ทำให้เสียเวลา และไม่มีประโยชน์ใดๆ เลย	1.62	0.60	ไม่เห็นด้วย
4. การที่ได้ศึกษาในสภาพจริง เช่น การอ่านค่า ความชื้นสัมพัทธ์ในสถานที่ต่างๆ การสังเกตและวาด ภาพเมฆ ทำให้เข้าใจเรื่องที่เรียนได้ดีขึ้น	3.38	0.57	เห็นด้วย
5. ข้าพเจ้าชอบการศึกษาในสภาพจริง	3.51	0.54	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
6. การนำเสนอชิ้นงานหน้าชั้นเรียนทำให้ได้ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน และเรียนรู้ได้เข้าใจ มากขึ้น	3.32	0.62	เห็นด้วย
7. ข้าพเจ้าอยากให้มีการนำเสนอชิ้นงานอีก	3.12	0.52	เห็นด้วย
8. การนำเสนอผลงานทำให้เสียเวลา และไม่ประโยชน์ ใดๆ เลย	1.55	0.61	ไม่เห็นด้วย
9. การเขียนประสบการณ์ส่วนตัวในเรื่องที่ได้เรียนรู้ ทำให้ต้องคิดทบทวน เชื่อมโยงถึงการดำเนิน ชีวิตประจำวัน	3.22	0.62	เห็นด้วย
10. การเขียนประสบการณ์ส่วนตัวในเรื่องที่ได้เรียนรู้ทำให้ข้าพเจ้าเรียนรู้ได้เข้าใจดีขึ้น	3.22	0.65	เห็นด้วย

การแปลผลระดับความคิดเห็นของนักเรียน

3.51-4.00	หมายถึง	เห็นด้วยอย่างยิ่งกับกิจกรรมดังกล่าว
2.51-3.50	หมายถึง	เห็นด้วยกับกิจกรรมดังกล่าว
1.51-2.50	หมายถึง	ไม่เห็นด้วยกับกิจกรรมดังกล่าว
1.00-1.50	หมายถึง	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับกิจกรรมดังกล่าว

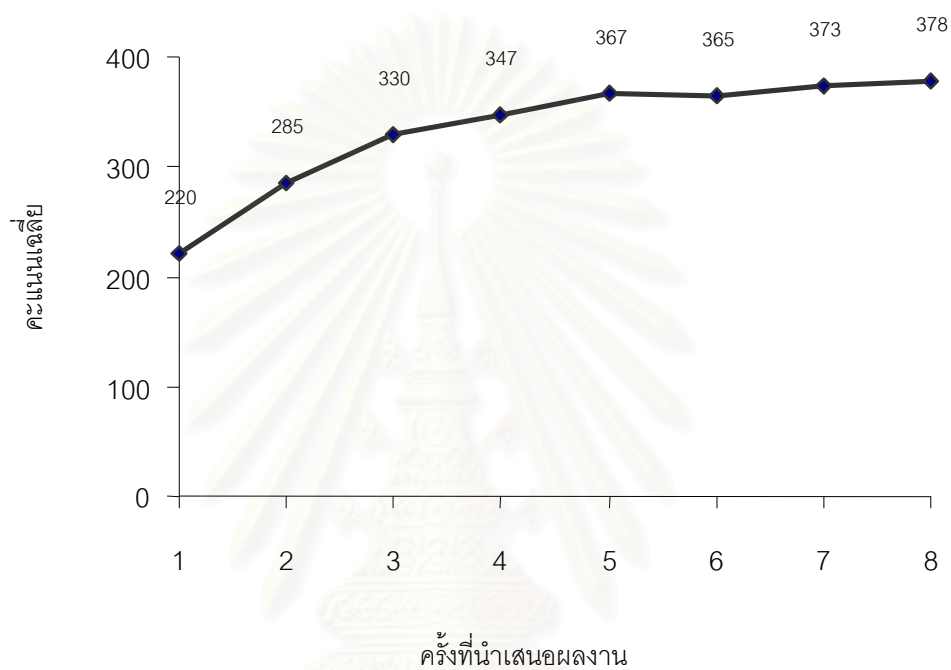


ภาคผนวก จ

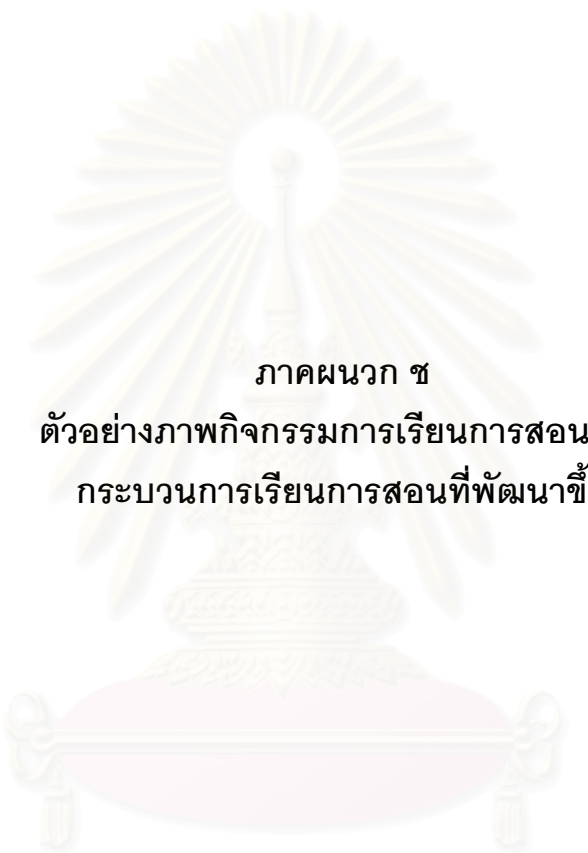
กราฟแสดงคะแนนเฉลี่ยของการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุด
การใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กราฟแสดงคะแนนเฉลี่ยของการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ช
ตัวอย่างภาพกิจกรรมการเรียนการสอนของ
กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างภาพกิจกรรมการเรียนรู้การสอนของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น



นักเรียนทำการทดลอง และ
สำรวจข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม



นักเรียนช่วยกันสร้างผลงาน



การนำเสนอผลงานโดยการกล่าวรายงาน



การนำเสนอผลงานโดยการสาธิต



นักเรียนประเมินผลการนำเสนอผลงานร่วมกัน

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาววัชรภรณ์ แก้วดี เกิดเมื่อวันที่ 3 ตุลาคม พ.ศ. 2517 สำเร็จการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์บัณฑิต จากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเมื่อปีการศึกษา 2538 สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม) จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเมื่อปีการศึกษา 2542 ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย