



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ศึกษา

การศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนาแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง

Development of Grade 7 Students' Conception about Substance and Its Properties by Less Guided Inquiry

นามผู้วิจัย นางสาววรรุณี การะเกตุ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์เอกรัตน์ ศรีบุญญา, ปร.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์พจนารถ สุวรรณรุจิ, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(อาจารย์สิทธิกร สุมาลี, ศษ.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง

Development of Grade 7 Students' Conception about Substance and Its Properties
by Less Guided Inquiry

โดย

นางสาววรรณี การะเกตุ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

พ.ศ. 2555

วรัญตี การะเกตุ 2555: การพัฒนาแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต(วิทยาศาสตร์ศึกษา) สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์เอกรัตน์ ศรีตัญญู, ป.ร.ด. 132 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอนและพัฒนาแนวคิดของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สารและสมบัติของสาร ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนด
แนวทาง การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัด
โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดราชบุรี โดยการเลือกอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบ
วัดแนวคิด เรื่อง สาร และสมบัติของสาร แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู ใบบงาน ใบบกิจกรรมของนักเรียน
และการสัมภาษณ์นักเรียน ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู และการสัมภาษณ์
นักเรียน มาทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา เพื่อสะท้อนแนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาแนวคิดของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สารและสมบัติของสาร ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่
กำหนดแนวทาง และนำข้อมูลที่ได้จากแบบวัดแนวคิดเรื่อง สารและสมบัติของสารวิเคราะห์โดยการจัดกลุ่ม
แนวคิดเป็น 5 ระดับ แล้วคำนวณหาความถี่ และร้อยละ นอกจากนี้ยังวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากใบบงาน ใบบกิจกรรม
โดยการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง ควรนำเข้าสู่
บทเรียนโดยการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาด้วยการสาธิต หรือใช้สถานการณ์จริงแล้วถามคำถาม ให้นักเรียนได้
ออกแบบกิจกรรมและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และ
สรุปผลและสร้างคำอธิบายด้วยตนเอง โดยครูจะเพียงผู้ชี้แนะและร่วมกับนักเรียนในการอภิปรายผลการทำ
กิจกรรม 2) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ให้นักเรียนเกิดการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สาร
และสมบัติของสารมากขึ้น นักเรียนร้อยละ 58.25 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (SU) รองลงมาร้อยละ 30.00 มีแนวคิด
วิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน(PU&MU) ร้อยละ 6.00 มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิด
วิทยาศาสตร์ (CM) ร้อยละ 4.25 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์(PU) และร้อยละ 1.50 จะไม่ตอบคำถาม
(WA) โดยเนื้อหาที่นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์มากที่สุด คือ อิมัลชันและเนื้อหาที่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน
จากแนวคิดวิทยาศาสตร์มากที่สุด คือสถานะและการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะต่าง ๆ

ลายมือชื่อนิติต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Waruntee Karaket 2012: Development of Grade 7 Students' Conception about Substance and Its Properties by Less Guided Inquiry. Master of Education (Science Education), Major Field: Science Education, Department of Education. Thesis Advisor: Miss Akarat Sreethunyoo, Ph.D. 132 pages.

The purposes of this research were to study guideline of teaching and learning and to develop grade 7 students' conception about substance and its properties by less guided inquiry. This research was classroom action research. The subject was grade 7 students of an elementary school in Ratchaburi Province which were selected by purposive sampling. The research tools were substance and its properties concept test, classroom observation field notes, worksheets and students' interviews. The data from classroom observation field notes and students' interviews were analyzed by content analysis to reflect the guideline of teaching and learning to develop grade 7 students' conception about substance and its properties by less guided discovery. The data from concept test were analyzed by grouping into 5 categories and then calculated by using percentage. In addition, the data from worksheets were also analyzed by content analysis.

The results were: 1) Less guided inquiry – based learning could start with situations or problems or use real situations and then ask questions, have students plan and solve problem by themselves, learn by doing, collecting data, analyzing data and making conclusion by themselves. The teacher role was a guide lead to classroom discuss 2) after participating in inquiry based approach, 58.25% of students hold sound understanding, followed by 30.00% of students hold partial understanding and misunderstanding, 6.00% of students hold complete misunderstanding, 4.25% of students hold partial understanding and 1.50% of students showed without answer. The content which students had sound understanding the most was emulsion, whereas the content which they hold misunderstanding the most was status and arrangement of molecule of matter.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

___ / ___ / ___

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยความกรุณาอย่างสูงยิ่งของผู้มีรายนาม ดังต่อไปนี้
ดร.เอกรัตน์ ศรีสัตตัญญา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ดร.พจนารถ สุวรรณรุจิ อาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้แนวคิดและข้อเสนอแนะสำหรับการเรียนรู้ รวมทั้งการตรวจแก้ไข
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจ
เครื่องมือวิจัยและให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสิทธิชัย ทุตติยาภรณ์ ผู้อำนวยการโรงเรียนอนุบาลสวนผึ้ง
อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี ตลอดจนคณาจารย์และนักเรียนที่คอยอำนวยความสะดวกในการเก็บ
ข้อมูลในการทำวิจัย ตลอดจนกำลังใจที่มีให้เสมอมา

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา และขอบคุณเพื่อนๆ สาขา
วิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่านที่ช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดจนระยะเวลาที่ศึกษาเรียนรู้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อวิทยา คุณแม่จันทพร คุณปู่ คุณยาย และพี่สาว
ตลอดจนถึงเพื่อนผู้เป็นกัลยาณมิตรที่มอบความรัก ความเอาใจใส่ กำลังใจ โอกาส และการ
ช่วยเหลือที่ประเมินค่ามิได้

คุณค่าอันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา ครู
อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

วรัญญูดี การะเกตุ

เมษายน 2555

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง	(4)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
คำถามการวิจัย	4
วัตถุประสงค์การวิจัย	5
ขอบเขตการวิจัย	5
ประโยชน์ที่ได้รับ	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	7
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	8
ทฤษฎีที่สนับสนุนรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	8
ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	9
ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	11
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	16
การวัดแนวคิดทางการเรียนวิทยาศาสตร์	17
แนวคิด	17
วิธีการตรวจสอบแนวคิด	18
การจัดกลุ่มแนวคิด	21
แนวคิดคลาดเคลื่อน	27
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร	28
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	30
กลุ่มที่ศึกษา	30
รูปแบบการวิจัย	30

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
นวัตกรรมการเรียนรู้	32
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	33
การเก็บรวบรวมข้อมูล	38
การวิเคราะห์ข้อมูล	39
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์	40
ตอนที่ 1 การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร	40
ตอนที่ 2 การพัฒนาแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาความรู้	68
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	86
สรุป	86
ข้อเสนอแนะ	92
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	94
ภาคผนวก	101
ภาคผนวก ก รายงานผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ ใช้ในการวิจัย	102
ภาคผนวก ข กรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและ สมบัติของสาร	104
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแบบวัดแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร	109
ภาคผนวก ง ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาความรู้	113
ภาคผนวก จ ตัวอย่างแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้	123
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างการสัมภาษณ์นักเรียน	125

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

132



สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	รูปแบบของวงจรการเรียนรู้แบบ 5E	14
2	เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน	32
3	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กายภาพ VS เคมี	40
4	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง มาจำแนกสารกันเถอะ	42
5	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง องค์ประกอบของสารเนื้อเดียว	45
6	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ขนาดอนุภาคของสาร	47
7	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สมบัติบางประการของ คอลลอยด์ (อิมัลชัน)	50
8	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สมบัติบางประการของ คอลลอยด์ (ปรากฏการณ์ทินดอลล์)	51
9	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง สารละลายและการละลายของสาร (องค์ประกอบของสารละลาย)	53
10	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง สารละลายและการละลายของสาร (การละลายของสารในตัวทำละลายที่ต่างกัน)	55
11	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย	58

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
12	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง สารละลายอิมิตัว	60
13	จำนวนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสารในระดับต่างๆ	69
ตารางผนวกที่		
1	กรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร	105

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องเน้นให้ผู้เรียนเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) สร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ที่กล่าวว่า กระบวนการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน อาทิ กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ กระบวนการสร้างความรู้ กระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง กระบวนการปฏิบัติ เป็นต้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 25) เน้นกระบวนการที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเอง มากกว่าที่อาศัยการจดจำหรือจากการบอกเล่าของผู้สอน โดยผู้สอนจะเป็นเพียงผู้ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการสร้างความรู้ ทำให้ความรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ในลักษณะนี้มีความหมายและมีความคงทน ซึ่งสิ่งหนึ่งที่แสดงว่าผู้เรียนมีการรู้วิทยาศาสตร์ คือ การที่ผู้เรียนมีการรู้แนวคิดและเนื้อหาสาระ (สุนีย์ คล้ายนิล, 2547) โดยแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่สำคัญแนวคิดหนึ่ง คือ แนวคิดเรื่องสารและสมบัติของสาร ซึ่งแนวคิดนี้จัดอยู่ในมาตรฐาน ว 3.1 สาระที่ 1 สารและสมบัติของสาร (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) เนื่องจากเป็นแนวคิดเกี่ยวกับการจำแนกสารสมบัติและการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร สมบัติความเป็นกรด-เบสของสารละลาย การตรวจสอบค่า pH ของสารละลาย และการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ซึ่งเป็นแนวคิดพื้นฐานในการเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาทางเคมี เช่น ปริมาณสารสัมพันธ์ กรด-เบส ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส เป็นต้น ซึ่งนักเรียนจะต้องนำ ความรู้พื้นฐานเหล่านี้ไปใช้ใน ช่วงชั้นต่อไปในระดับที่สูงขึ้น

จากการจัดการเรียนรู้ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านมาของผู้วิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอน เรื่อง สารและสมบัติของสาร เป็นเรื่องที่นักเรียนประสบปัญหาในการเรียน จากการสังเกตในระหว่างการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัย พบว่า นักเรียนยังมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องนี้ ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์ข้อมูลการตอบคำถามของนักเรียนในใบงานหรือแบบฝึกหัดหลังเรียนแต่ละหัวข้อ พบว่า นักเรียนยังมีแนวคิดที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับสารและสมบัติของสาร ได้แก่ สารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม สารแขวนลอย คอลลอยด์ และสารละลาย เช่น นักเรียนบางส่วนอธิบายว่า น้ำอัดลมและอากาศ เป็นสารเนื้อผสม เพราะมีองค์ประกอบหลายชนิด นักเรียนมีแนวคิดที่ สารเนื้อเดียว คือ สารที่มีองค์ประกอบเพียงชนิดเดียวเท่านั้น สารเนื้อผสม คือ สารที่มีองค์ประกอบตั้งแต่ 2 ชนิด

ขึ้นไป สารละลายไม่จัดเป็นสารเนื้อเดียว เพราะบางชนิดมีองค์ประกอบตั้งแต่ 2 องค์ประกอบขึ้นไป และยังมีนักเรียนบางส่วนไม่สามารถแยกได้ว่าสารใดเป็นตัวทำละลายและตัวละลาย นอกจากนี้ยังเข้าใจคลาดเคลื่อนระหว่างแนวคิด เรื่อง สารแขวนลอยและคอลลอยด์ เช่น เมื่อให้นักเรียนพิจารณาชนิดของสารที่มีลักษณะขุ่น นักเรียนไม่สามารถจำแนกได้อย่างถูกต้องว่า เป็นสารแขวนลอยหรือคอลลอยด์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวารภรณ์ แยมจินดา (2547) พบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร ทั้งนี้สาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดคลาดเคลื่อนดังกล่าว เนื่องมาจากครูให้นักเรียนอ่านใบความรู้ประกอบควบคู่กับการทำกิจกรรม ซึ่งเป็นการสอนที่ไม่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะในการคิด ซึ่งอาจส่งผลให้ความรู้ที่ได้รับนั้นได้มาจากความจำไม่ใช่ความเข้าใจ และอาจทำให้ความรู้ที่เกิดขึ้นไม่ต่อเนื่องยาวนาน และเป็นผลให้นักเรียนขาดทักษะในการหาข้อสรุปในเรื่องต่าง ๆ ด้วยตนเอง อีกทั้งเนื้อหาทางเคมีอาจยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียน เนื่องจากเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นนามธรรม

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรสนับสนุนกระบวนการสร้างความรู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดแนวคิดหรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยสอดคล้องกับปรัชญาคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism) ที่เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นโดยตัวของผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2545: 43-44) และความรู้เดิมถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถสร้างความรู้โดยใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่เชื่อมโยงกับประสบการณ์ที่ได้พบเห็น โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง ส่วนผู้สอนเป็นผู้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กล่าวคือ ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง เน้นกระบวนการที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติด้วยตนเองมากกว่าที่อาศัยการจดจำหรือจากการบอกเล่าของผู้สอน โดยผู้สอนจะเป็นเพียงผู้ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการสร้างความรู้ ทำให้ความรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ในลักษณะนี้มี ความหมายและมีความคงทน (จิตตมาส สุขแสง, 2549: 37)

วิธีการจัดการเรียนการสอนวิธีหนึ่งที่สอดคล้องกับปรัชญาคอนสตรัคติวิซึม คือ การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Approach) ซึ่งครูจะเปลี่ยนบทบาทจากการสอนที่เน้นอธิบายจากในหนังสือมาเป็นการให้นักเรียนได้สำรวจปรากฏการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น โดยครูมีหน้าที่เพียงจัดสภาพการเรียนการสอนให้เอื้อต่อกระบวนการที่จะคิดแก้ปัญหา โดยใช้คำถาม จัดการเรียนการสอนแบบยี้ดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ให้ผู้เรียนได้มีการวางแผน ค้นคว้า

อย่างง่าย ๆ รวบรวมข้อมูล ทดลอง สรุปผล ขยายความรู้ให้กว้างมากขึ้น ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติ การปรึกษาหารือและแลกเปลี่ยนความรู้ (สุรจิตา เศรษฐภูมิศักดิ์, 2547; เฉลิมศรี กายสิทธิ์, 2550)

ทั้งนี้เนื่องจาก National Research Council ได้ให้แนวทางปฏิบัติในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งกล่าวโดยสรุปว่า ผู้สอนต้องมีกิจกรรมที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดและวิเคราะห์ในเรื่องที่ศึกษา ผู้เรียนสามารถตั้งคำถามที่ต้องการที่จะสืบเสาะหาคำตอบด้วยตนเอง มีสื่อที่หลากหลายทำให้ผู้เรียนสามารถใช้ประกอบการคิด วิเคราะห์ หรือศึกษาหาความรู้ โดยมีการใช้กระบวนการหาความรู้ที่เหมาะสม ส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และมีความรู้ในคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น มีทักษะในการคิดวิเคราะห์ มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ค้นเคยกับกระบวนการหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร และประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สู่ประเด็นทางสังคมและประเด็นเกี่ยวกับบุคคลได้ (National Research Council [NRC], 2000; Zion, Michalsky & Mevarech, 2005) ผลการวิจัยจำนวนมาก พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยพัฒนาแนวคิดของผู้เรียนได้ ตัวอย่างเช่น จันทรจิรา ภมรศิลป์ธรรม (2551) พบว่าหลังจากจากนักเรียนได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนเพิ่มขึ้นในเรื่อง แหล่งกำเนิดปิโตรเลียม เนื่องจากนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทดลอง มีการเปรียบเทียบกระบวนการและขั้นตอนต่าง ๆ อภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม การนำเสนอผลงาน มีการแสดงความคิดเห็น หรืออาจกล่าวได้ว่านักเรียนเป็นผู้กระทำและเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นเอง และผลการวิจัยของ ไตรรัตน์ รัตนเดช (2551) พบว่า นักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์อยู่ในกลุ่มแนวคิดถูกต้องและถูกต้องบางส่วนมากขึ้น และมีนักเรียนที่มีแนวคิดอยู่ในกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิดลดลง เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่มีการออกแบบการค้นคว้าและการลงมือปฏิบัติด้วยตัวเองช่วยให้นักเรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์ด้วยตนเอง และการถามคำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นก่อนการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ได้ อีกทั้งผลการวิจัยของอาทิตยา จิตรเชื้อเพื่อ (2551) พบว่ากิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนพัฒนาความรู้ความเข้าใจและการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด เรื่อง การตอบสนองของพืช โดยนักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

อย่างไรก็ตามจากการศึกษาลักษณะแบบเรียนรายวิชา วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า กิจกรรมหรือการทดลองในแต่ละแนวคิดหรือเนื้อหา พบว่า เป็นรูปแบบกิจกรรมสำเร็จรูป (guided discovery) โดยครูจะเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง เตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือไว้ให้นักเรียน ส่วนนักเรียนจะเป็นเพียงผู้ปฏิบัติการทดลองหรือทำกิจกรรมตามแนวทางที่กำหนดไว้ ทำให้นักเรียนไม่ได้ใช้กระบวนการคิดในการวางแผน ออกแบบกิจกรรมหรือเลือกวิธีทำกิจกรรมด้วยตนเอง เรียนโดยการทำตามรูปแบบที่กำหนด ส่งผลให้นักเรียนไม่ได้ใช้ความคิด ความสามารถในการกำหนดวิธีการสร้างความรู้หรือแนวคิดด้วยตนเอง ซึ่งเมื่อไม่ได้ใช้กระบวนการคิดของตน ก็อาจทำให้นักเรียนเรียนโดยจดจำตามรูปแบบที่กำหนด ไม่ได้เข้าใจจากการปฏิบัติจากกระบวนการคิดด้วยตนเอง โดยในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ก็มีหลายรูปแบบที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เน้นกระบวนการให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ผ่านกระบวนการคิด ซึ่งสามารถส่งผลให้นักเรียนสามารถพัฒนาแนวคิดในเรื่องที่ศึกษาได้ (จันทร์จิรา ภมรศิลป์ธรรม, 2551; ไตรรัตน์ รัตนเดช, 2551; อาทิตยา จิตรเอื้อเพื่อ, 2551)

จากความสำคัญที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสนใจที่จะนำวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง (Less Guided Inquiry) โดยครูลดบทบาทของตนเองลง และให้นักเรียนมีบทบาทมากขึ้น โดยครูอาจเป็นผู้ระบุปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการศึกษา แต่ให้นักเรียนหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง ตั้งแต่การตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง ทำการทดลอง สรุปผลการทดลอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร เพื่อส่งเสริมแนวคิดของผู้เรียนโดยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง

คำถามการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทางที่สามารถพัฒนาแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีลักษณะอย่างไร
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีแนวคิดอย่างไร เมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทางที่สามารถพัฒนาแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เพื่อพัฒนาแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง

ขอบเขตการวิจัย

1. ในการวิจัยครั้งนี้กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดราชบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาราชบุรี เขต 1 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 40 คน ที่ได้จากการเลือกอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) โดยเลือกจากห้องเรียนที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอน และเป็นห้องที่คละเทศและคละความสามารถ
2. เนื้อหาที่ศึกษาในเรื่อง สารและสมบัติของสาร ประกอบด้วยแนวคิด เรื่อง สมบัติทางกายภาพและเคมีของสาร สถานะและการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะต่าง ๆ การจำแนกสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ การจำแนกสารโดยใช้ขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์ อิมัลชัน ปรากรฏการณ์ ทินดอลล์ สารละลาย และความเข้มข้นของสารละลาย ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ครูได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทางที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดแนวคิดในเนื้อหา เรื่อง สารและสมบัติของสาร ที่เกี่ยวข้องหรือเนื้อหาอื่น ๆ
2. ครูได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทางเพื่อพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง วิธีการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้ นักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง มีการตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทาง ความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง แล้วสรุป เป็นหลักการ กฎเกณฑ์ หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการ ควบคุม ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงหรือสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ Less guided discovery หรือวิธีสอนแบบไม่ กำหนดแนวทาง มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยการสอนในลักษณะนี้ครูจะสร้างสถานการณ์ หรือปัญหาและชี้แนะแนวทางในการทำกิจกรรม ส่วนนักเรียนเป็นผู้วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการ แก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ และรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ดูแลร่วมการอภิปรายเพื่อให้ได้ความรู้ที่ถูกต้องสมบูรณ์

แนวคิด หมายถึง ความคิด ที่แสดงถึงความเข้าใจของแต่ละบุคคลที่มีต่อปรากฏการณ์นั้นๆ โดยทำการเปรียบเทียบความเหมือนและแตกต่าง และสรุปรวมลักษณะที่สำคัญ โดยดูจาก ความสัมพันธ์ของสิ่งนั้นๆ มาสร้างเป็นแนวคิด ซึ่งสามารถนำมาอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ โดยครอบคลุมในแนวคิด เรื่อง สมบัติทางกายภาพและเคมีของสาร สถานะและการจัดเรียงอนุภาค ของสารในสถานะต่าง ๆ การจำแนกสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ การจำแนกสารโดยใช้ขนาด อนุภาคเป็นเกณฑ์ อิมัลชัน ปรากฏการณ์ทินดอลล์ สารละลาย และความเข้มข้นของสารละลาย โดยการวัดแนวคิด จะใช้แบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบเป็นเครื่องมือในการวัดแนวคิดของนักเรียน ซึ่งจะมีการวิเคราะห์โดยการจัดกลุ่มแนวคิดเป็น 5 ระดับ คือ แนวคิดแบบวิทยาศาสตร์ แนวคิด วิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ แนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน แนวคิด คลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ และไม่ตอบคำถาม

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การพัฒนาแนวคิด เรื่องสารและสมบัติของสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าเอกสาร วารสาร และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำเสนอผลการค้นคว้านี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 1.1 ทฤษฎีที่สนับสนุนรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 1.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 1.3 ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2. การวัดแนวคิดทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 2.1 แนวคิด
 - 2.2 วิธีการตรวจสอบแนวคิด
 - 2.3 การจัดกลุ่มแนวคิด
 - 2.4 แนวคิดคลาดเคลื่อน
 - 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร

การจัดการเรียนรู้โดยวิธีการสืบเสาะหาความรู้

1. ทฤษฎีที่สนับสนุนรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีพื้นฐานมากจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (constructivism) โดยมีรากฐานสำคัญมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget's theory of cognitive development) ซึ่งอธิบายว่า พัฒนาการทางชีวปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวทางกระบวนการดูดซึม (assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่อยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาพให้อยู่ในสภาวะสมดุล (equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา เพียเจต์ เชื่อว่า คนทุกคนจะพัฒนาชีวปัญญาเป็นลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม วุฒิมานุษยวิทยา และกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น (ทิสนา แคมมณี, 2545 อ้างใน ธนพล กลิ่นเมือง, 2550: 50) มีนักการศึกษาหลายท่านที่กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม (constructivism) ดังนี้

สุจินต์ วิศวะธีรานนท์ (2544: 45-46) กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม (constructivism) ว่า ผู้เรียนสามารถสร้างความหมายโดยใช้กระบวนการทางปัญญาของตนเอง ความหมายเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งไม่สามารถถ่ายทอดจากครูไปสู่ผู้เรียนได้ แต่จะถูกสร้างในสมองของผู้เรียนจากความสัมพันธ์ระหว่างประสาทสัมผัสของผู้เรียนกับโลกภายนอก ซึ่งโครงสร้างทางปัญญา เป็นผลของความพยายามทางความคิด จัดเป็นกระบวนการทางปัญญาหากผู้เรียนใช้ความรู้เดิมทำนายเหตุการณ์ได้ถูกต้อง จะทำให้โครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนคงเดิมและมั่นคงมากยิ่งขึ้น แต่ถ้าการคาดคะเนไม่ถูกต้อง ผู้เรียนจะเกิดความสงสัยและคับข้องใจ การเรียนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม (constructivism) นั้นผู้สอนสามารถช่วยให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสำรวจตรวจสอบ อาจมีการทำซ้ำ เน้นการสืบเสาะที่เกี่ยวกับเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์นั้น ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นให้ต้องปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาให้สอดคล้องกับประสบการณ์มากขึ้น

ในขณะเดียวกันพิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545: 43 -44) กล่าวว่า ปรัชญาคอนสตรัคติวิซึ่ม (constructivism) เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นโดยตัวผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม แนวคอนสตรัคติวิซึ่ม (constructivism) เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง โดยผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ โดยจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือเกิดสภาวะไม่สมดุลขึ้น ซึ่งเป็นสภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ผู้เรียนต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์ที่มีอยู่เดิม แล้วสร้างเป็น ความรู้ใหม่

โดยสอดคล้องกับจิตตมาศ สุขแสง (2549: 37) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม (constructivism) ความรู้เดิมถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถสร้างความรู้โดยใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่เชื่อมโยงกับประสบการณ์ที่ได้พบเห็น โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง ส่วนผู้สอนเป็นผู้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

สรุปได้ว่า การเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม (constructivism) เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนลงมือกระทำ ผ่านกระบวนการคิด มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม มีการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ จนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งความรู้ที่สร้างขึ้นด้วยตนเองจะเป็นความรู้ที่มีความหมายและมีความคงทน

2. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry method) ได้มีนักการศึกษาให้นิยามของการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ไว้มากมาย ดังนี้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544: 56) ให้ความหมายว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้ นักเรียนบรรลุเป้าหมาย วิธีสืบเสาะหาความรู้จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน

สาโรช โศภีรักษ์ (2546: 33) ให้ความหมายว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การสอนที่ให้ผู้เรียนมีทักษะในการใช้คำถาม คิดพิจารณาอย่างมีระบบ เพื่อคิดค้นแสวงหาความจริง หาเหตุ วิเคราะห์ วิจัย ประเมินผล สรุปผล และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(2546) ได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนที่มุ่งให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม โดยอาศัยกระบวนการที่นักเรียนต้องสืบค้นเสาะหา สืบตรวจสอบ และค้นหาด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมายและสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง

สุรจิตา เศรษฐภักดี (2547) ได้แสดงทัศนะเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติ การปรึกษาหารือแลกเปลี่ยนความรู้

เฉลิมศรี กายสิทธิ์ (2550: 25) ได้สรุปว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการหนึ่งที่มีมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่เพียงจัดสภาพการเรียนการสอนให้เอื้อต่อกระบวนการที่จะคิดแก้ปัญหาโดยใช้คำถาม การทดลองเป็นสื่อการสอนในลักษณะนี้ สิ่งสำคัญประการหนึ่ง คือ ครูจะต้องสร้างแรงจูงใจและทำให้ห้องเรียนมีบรรยากาศอิสระเพื่อการซักถามและอภิปราย ดังนั้นกล่าวได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการสอนแบบส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามที่นักการศึกษา ได้แสดงทัศนะไว้นั้น สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ สามารถค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองจากวิธีการที่แตกต่างกัน ผู้เรียนจะได้ค้นคว้า รวบรวมข้อมูล คิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง โดยอาศัยหลักฐานหรือข้อมูลในการวิเคราะห์ มีอิสระในการซักถามและอภิปราย เมื่อผู้เรียนได้ทำการสืบเสาะหาความรู้แล้ว จะเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถปฏิบัติด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยครูมีส่วนสำคัญในการจัดบรรยากาศการเรียนการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้

3. ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยตัวนักเรียนเอง เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ โดยลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนแบบสืบเสาะตาม NRC ได้กำหนดลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียนต้องประกอบด้วย 5 องค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้ (NRC, 2000: 25)

1. นักเรียนถูกกระตุ้นความสนใจด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์
2. นักเรียนค้นหาหลักฐานต่าง ๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบายในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์
3. นักเรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่เป็นข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์
4. นักเรียนประเมินคำอธิบายต่าง ๆ ที่สามารถอธิบายความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้
5. นักเรียนสื่อสารคำอธิบายของตนและสามารถโต้แย้งด้วยเหตุผล

ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีรูปแบบหรือลักษณะการจัดกิจกรรมที่หลากหลายแตกต่างกันไป เช่น รูปแบบการสอนแบบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะแบบ 5E เป็นต้น โดยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะมีลักษณะที่แตกต่างกัน ดังนี้

Esler and Esler (1993: 53-56) แบ่งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 วิธี คือ

1. วิธีการหาเหตุผล (Rational approach) ซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้คำถามของครูที่เป็นคำถามปลายเปิด เวลาารอคำตอบ และการชมเชย

2. วิธีการค้นพบ (Discovery approach) เป็นการให้นักเรียนค้นคว้าเอง นักเรียนจัดวัสดุ อุปกรณ์ และตรวจสอบสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง ค้นหา ตั้งปัญหา และหาวิธีการตรวจสอบด้วยตนเอง เป็นการเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางอย่างสมบูรณ์ โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก

3. วิธีการทดลอง (Experimental approach) นักเรียนเป็นผู้สร้างและทดสอบสมมติฐาน และควบคุมตัวแปรในการทดลอง ทำให้นักเรียนเกิดการคิดและการปฏิบัติ (hands-on, mind-on) ส่งผลต่อการสร้างความรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

ส่วน Bonnstetter (1998) กล่าวถึง รูปแบบของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ แบ่งเป็น 5 แบบ คือ

1. การจัดประสบการณ์ปฏิบัติแบบเดิม (Traditional Hands-on Science Experience) หรือเรียกอีกอย่างว่า การสอนแบบใช้ตำรากับข้าว (Cook Book) ครูเป็นผู้ตัดสินใจทั้งหมด ตั้งแต่ การเลือกหัวข้อ ตั้งคำถาม จัดวัสดุอุปกรณ์ ออกแบบวิธีการทดลอง วิเคราะห์ สรุปผลและรายงาน ผลการทดลอง

2. การจัดประสบการณ์วิทยาศาสตร์แบบมีโครงสร้าง (Structured Science Experience) ครูเป็นผู้จัดให้เกือบทั้งหมด ตั้งแต่เลือกหัวข้อ ตั้งคำถาม จัดวัสดุอุปกรณ์ ออกแบบวิธีการทดลอง โดยนักเรียนและครูช่วยกันวิเคราะห์ผล และนักเรียนเป็นผู้สรุปผล

3. การสืบเสาะหาความรู้แบบแนะแนวทาง (Guided Inquiry) ครูเป็นผู้เลือกหัวข้อคำถาม และวัสดุอุปกรณ์ให้ นักเรียนและครูช่วยกันออกแบบการทดลอง และนักเรียนเป็นผู้วิเคราะห์ และสรุปผล

4. การสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการ (Student Directed Inquiry) โดยครู กำหนดหัวข้อ นักเรียนและครูช่วยกันตั้งคำถาม นักเรียนรับผิดชอบในการกำหนดวัสดุอุปกรณ์ ออกแบบการทดลอง วิเคราะห์ผลและสรุปผล

5. งานวิจัยของนักเรียน (Student Research) นักเรียนเป็นผู้ลงมือทำทั้งหมด โดยต้องการ การสนับสนุนและแนะนำเพียงเล็กน้อยจากครู อาทิ การทำโครงงานวิทยาศาสตร์

สำหรับ Carin and Sund (1980 อ้างใน พิมพ์พันธ์์ เดชะคุปต์, 2544) ได้แบ่งประเภทของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 ประเภท โดยใช้บทบาทของครูและนักเรียนเป็นเกณฑ์ ดังนี้

1. Guided discovery เป็นวิธีให้นักเรียนทำงานหรือปฏิบัติการทดลอง วิธีนี้ครูและนักเรียนมีบทบาทเท่าเทียมกัน วิธีนี้ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล เตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือไว้เรียบร้อย นักเรียนมีหน้าที่ปฏิบัติการทดลอง ทำกิจกรรมตามแนวทางที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจเรียกว่า เป็นวิธีสืบเสาะที่มีคำแนะนำปฏิบัติการหรือกิจกรรมสำเร็จรูป ลำดับขั้นตอนของวิธีนี้คือ 1) ชี้แนะเข้าสู่บทเรียน ครูเป็นผู้นำอภิปรายโดยตั้งปัญหาเป็นอันดับแรก 2) ชี้นำอภิปรายก่อนทำกิจกรรมการทดลอง 3) ชี้นำทำการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล และ 4) ชี้นำอภิปรายหลังการทดลอง เป็นขั้นที่นำเสนอข้อมูลและสรุปผลการทดลอง ครูต้องนำโดยใช้คำถามเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

2. Less guided discovery เป็นวิธีสืบเสาะที่ครูเป็นผู้วางแผน วิธีนี้ครูมีบทบาททดลองเมื่อเทียบกับวิธีที่ 1 นักเรียนมีบทบาทมากขึ้น ซึ่งเป็นวิธีที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา แต่ให้นักเรียนหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยเริ่มตั้งแต่การตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง ทำการทดลองจนถึงสรุปผลการทดลอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ซึ่งอาจเรียกวิธีนี้ว่าวิธีสอนแบบไม่กำหนดแนวทาง ซึ่งมีลำดับขั้นตอนของการสอนวิธีนี้ คือ 1) สร้างสถานการณ์หรือปัญหา ซึ่งอาจทำโดยการ ใช้คำถาม ใช้สถานการณ์จริง โดยการสาธิตเพื่อเสนอปัญหา ใช้ภาพปริศนา หรือภาพยนตร์เพื่อเสนอปัญหา 2) นักเรียนวางแผนแก้ปัญหา โดยครูเป็นผู้แนะแนวทาง ระบุแหล่งความรู้ 3) นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ และ 4) รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ดูแลร่วมการอภิปรายเพื่อให้ได้ความรู้ที่ถูกต้องสมบูรณ์

3. Free discovery เป็นวิธีสืบเสาะที่นักเรียนเป็นผู้วางแผนเอง วิธีนี้นักเรียนจะมีบทบาทมากที่สุด ครูมีบทบาทน้อยหรือไม่มีเลย ซึ่งเป็นวิธีที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาเอง วางแผนการทดลองเอง เก็บข้อมูล ดำเนินการทดลอง เก็บข้อมูล ตลอดจนสรุปผลด้วยตนเอง วิธีนี้ให้อิสระกับนักเรียน ครูเป็นเพียงผู้กระตุ้นเท่านั้น อาจเรียกว่า วิธีสืบเสาะแบบอิสระ

จากการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E นั้น Bybee และคณะ (2006) นักพัฒนาหลักสูตรจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและจัดทำหลักสูตรชีววิทยา (Biological Science

Curriculum Study) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งสอดคล้องกับ สสวท. (2545: 146-148) ของประเทศไทย โดยจะเสนอรูปแบบของวงจรการเรียนรู้แบบ 5E ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 รูปแบบของวงจรการเรียนรู้แบบ 5E

วงจรการเรียนรู้แบบ 5E	Bybee และคณะ	สสวท.
ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	เป็นขั้นตอนสร้างความสนใจให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา	เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรือจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรืออาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา
ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration)	เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบปัญหา ดำเนินการสำรวจตรวจสอบสืบค้นและรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เช่น การสังเกต การวัด ทดลอง และรวบรวมข้อมูล	เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ
ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์และจัดกระทำข้อมูลในรูปแบบตาราง กราฟ แผนภาพ เป็นต้น สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง	เป็นการนำข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง

ตารางที่ 1 (ต่อ)

วงจรกิจกรรมเรียนรู้	Bybee และคณะ	สสวท.
แบบ 5E		
ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	เป็นขั้นตอนในการประยุกต์ใช้ สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบาย และทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่	เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไป เชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำ แบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้ อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์ อื่น ๆ
ขั้นประเมินผล (Evaluation)	เป็นขั้นตอนในการประเมินผล การเรียนรู้ของนักเรียน โดยครู และนักเรียนมีส่วนร่วมในการ ประเมิน	เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วย กระบวนการต่าง ๆ ว่า นักเรียนมี ความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมาก น้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การ นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้ อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้ง หรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็น หรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้อง สำรวจตรวจสอบต่อไป

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้
นักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง มีการตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทาง
ความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง แล้วสรุป
เป็นหลักการ กฎเกณฑ์ หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการ
ควบคุม ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงหรือสร้างสรรค์สิ่งแวดลอมในสภาพการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง
ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ Less guided discovery หรือวิธีสอนแบบไม่
กำหนดแนวทาง มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยการสอนในลักษณะนี้ครูจะสร้างสถานการณ์
หรือปัญหาและชี้แนะแนวทางในการทำกิจกรรม ส่วนนักเรียนเป็นผู้วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการ

แก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ และรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ดูแลร่วมการอภิปรายเพื่อให้ได้ความรู้ที่ถูกต้องสมบูรณ์ การที่ไม่เจาะจงให้ผู้เรียนเป็นผู้ระบุปัญหาเอง เนื่องจากนักเรียนอาจจะระบุสิ่งที่ไม่สอดคล้องกับสิ่งที่กำลังต้องการศึกษา ดังนั้นจึงให้ครูเป็นผู้กำหนดแนวทางการศึกษาให้ เพื่อจะได้ทำการสืบเสาะไปในแนวทางที่ถูกต้อง ไม่คลาดเคลื่อนจากสิ่งที่ต้องการศึกษา ซึ่งสิ่งที่ดีของวิธีนี้อีกอย่าง คือ นักเรียนจะเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ หรือสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ดูแลร่วมการอภิปรายเพื่อให้ได้ความรู้ที่ถูกต้องสมบูรณ์ เนื่องจากถ้าให้นักเรียนทำการสรุปความรู้ด้วยตนเองโดยไม่มีครูเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือ อาจทำให้ความรู้ที่ได้มาขาดความสมบูรณ์และอาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้ อีกทั้งนักเรียนที่ได้รับการวิจัยเป็นนักเรียนที่มีระดับความสามารถปานกลาง อาจไม่สามารถสรุปได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

จากการศึกษางานวิจัยส่วนใหญ่ทั้งงานวิจัยในประเทศไทยและต่างประเทศ พบว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น ทกา คันนิงค์, 2547; สุรจิตา เศรษฐภูภักดี, 2547; ภาวนา เรียมริมมะตัน, 2549; สุพัตรา ประกอบพานิช, 2549; จิตราวดี ศรีโยธา, 2551) ช่วยพัฒนาแนวคิดของนักเรียนให้มีแนวคิดถูกต้องหรือมีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น (Kaartinen and Kumpulainen, 2002; อาทิตยา จิตรเอื้อเพื่อ, 2551; ไตรรัตน์ รัตนเดช, 2551; จันทร์จิรา ภมรศิลป์ธรรม, 2551) นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (นันทกา คันนิงค์, 2547; สุรจิตา เศรษฐภูภักดี, 2547; เฉลิมศรี กายสิทธิ์, 2550) มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ (จิตราวดี ศรีโยธา, 2551) และนักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น (สุรจิตา เศรษฐภูภักดี, 2547; ภาวนา เรียมริมมะตัน, 2549; สุพัตรา ประกอบพานิช, 2549; ไพรัช หลงมีวงศ์, 2550) นอกจากนี้ยังพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน (Chinn and Malhotra, 2002) ได้อีกด้วย

ตัวอย่างเช่น อาทิตยา จิตรเอื้อเพื่อ (2551) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการส่งเสริมแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณในเรื่องการตอบสนองของพืชของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัย พบว่า กิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนพัฒนาความรู้ความเข้าใจและการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้อง

กับแนวคิดเรื่อง การตอบสนองของพืช โดยนักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันมีจำนวนแนวคิดที่คลาดเคลื่อนลดลง แม้ว่าในบางข้อคำถาม นักเรียนจะไม่ได้ปรับเปลี่ยนแนวคิด แต่นักเรียนได้พัฒนาการให้เหตุผลที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น และไตรรัตน์ รัตนเดช (2551) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ โดยจำนวนนักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์อยู่ในกลุ่มแนวคิดถูกต้องและถูกต้องบางส่วนมากขึ้นแต่มีจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดในกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อนและไม่มีแนวคิดลดลง ส่วนเทคนิคของการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาแนวคิด คือ การร่วมกันออกแบบการค้นคว้าและการลงมือปฏิบัติ การได้ฝึกคิดวิเคราะห์และเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน การถามคำถามเพื่อให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นก่อนการจัด การเรียนการสอน

การวัดแนวคิดทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1. แนวคิด

จากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล (1963 อ้างใน จิตตมาศ สุขแสง, 2549; สุจินต์ วิศวรรานนท์, 2544) ที่กล่าวถึง การเรียนรู้แนวคิดว่า เกิดจากการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ที่มีความหมายระหว่างแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันอย่างมีลำดับขั้น ซึ่งแนวคิดที่สร้างขึ้นนั้นสามารถสร้างเพิ่มขึ้นได้ โดยเชื่อมโยงแนวคิดที่เป็นความรู้ใหม่เข้ากับแนวคิดเดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างของความรู้ และทำให้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง สามารถจดจำไปได้นาน ดังนั้น การเรียนรู้แนวคิดจึงเป็นสิ่งสำคัญต่อผู้เรียน คำว่า “แนวคิด” นั้น ราชบัณฑิตยสถาน ได้แปลมาจากภาษาอังกฤษว่า “concept” ซึ่งมาจากรากศัพท์ภาษาละตินว่า conceptus หรือ concipere (conceive) หมายถึง การคิดหรือจินตนาการถึงบางสิ่ง เมื่อนำมาใช้ในภาษาไทย มีคำใช้ที่แตกต่างกันไป เช่น ความคิดรวบยอด (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2550: 303) มโนทัศน์ (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2549: 2) ซึ่งเป็นคำที่มีความหมายเดียวกัน ในการวิจัยครั้งนี้ใช้คำว่า แนวคิด แทนคำอื่น ๆ ที่นักการศึกษาให้ไว้ โดยมีการให้ความหมายของแนวคิดไว้ต่าง ๆ ดังนี้

วราภรณ์ แยมจินดา (2547: 11) ได้ให้ความหมายของแนวคิดไว้ว่า เป็นความคิด ความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อวัตถุ เหตุการณ์ หรือกระบวนการ โดยเกิดจากการสังเกตหรือได้รับ ประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น และจำแนกคุณลักษณะที่เหมือนกันเข้าด้วยกันโดยถือคุณลักษณะที่สำคัญเป็นเกณฑ์ ให้เป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความของสิ่งนั้น

จิตตมาศ สุขแสง (2549: 11) ได้ให้ความหมายของแนวคิดว่าเป็นความเข้าใจของบุคคล เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งบุคคลนั้นสามารถสรุปรวมหรืออธิบายลักษณะที่ เหมือนกันหรือแยกแยะลักษณะที่แตกต่างของสิ่งนั้นได้

นอกจากนี้สุรางค์ โค้วตระกูล (2550: 303) ได้ให้ความหมายของแนวคิดว่าเป็นคำที่เป็น นามธรรมใช้แทนสัตว์ วัตถุ สิ่งของที่ได้จัดไว้ในจำพวกเดียวกัน โดยถือลักษณะ (Attribute) ที่สำคัญ เป็นเกณฑ์ ตัวอย่างเช่น คำว่า “นก” เป็นคำที่ใช้แทนสัตว์จำพวกหนึ่งที่มีลักษณะที่สำคัญ 3 อย่าง คือ สัตว์นั้นต้องมีปีก มีขน และบินได้

Eggen and Kauchak (1997: 288) ได้ให้ความหมายของแนวคิดว่าเป็นข้อสรุปในจิตใจ ซึ่งใช้ในการจัดแบ่งกลุ่มของวัตถุ เหตุการณ์ หรือความคิด

จากการให้ความหมายของคำว่า แนวคิด ตามที่นักการศึกษาทั้งของประเทศไทยและ ต่างประเทศนั้น พอจะสรุปได้ว่า แนวคิด หมายถึง ความคิดที่แสดงถึงความเข้าใจของแต่ละบุคคลที่มีต่อปรากฏการณ์นั้น ๆ โดยทำการเปรียบเทียบความเหมือนและแตกต่าง และสรุปรวมลักษณะที่สำคัญ โดยดูจากความสัมพันธ์ของสิ่งนั้น ๆ มาสร้างเป็นแนวคิด ซึ่งสามารถนำมาอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ โดยแต่ละคนอาจมีแนวคิดที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับภูมิหลังของแต่ละบุคคล

2. วิธีการตรวจสอบแนวคิด

การที่จะทราบว่าผู้เรียนมีแนวคิดหรือมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนอย่างไรบ้างนั้น สามารถทำได้โดยการวัดหรือการสำรวจแนวคิด ซึ่งการสำรวจแนวคิดของนักเรียนก่อนและหลัง การจัดการเรียนการสอนนั้น จะทำให้ครูทราบแนวคิดของนักเรียนว่าแนวคิดเดิมในเรื่องที่ครูจะสอน อย่างไรบ้าง และมีแนวคิดใดบ้างที่ยังไม่ถูกต้อง เพื่อจะได้นำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการวางแผนแก้ไข

และปรับเปลี่ยนแนวคิดของนักเรียน และเมื่อครูทำการสอนแล้ว นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้และมีแนวคิดในสิ่งที่สอนไปถูกต้องตามที่คาดหวังหรือไม่ อย่างไร

วิธีการวัดแนวคิดมีหลายวิธี เช่น การสัมภาษณ์ การใช้แบบทดสอบหรือแบบสำรวจ เป็นต้น

การสัมภาษณ์

การสัมภาษณ์ เป็นวิธีเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นด้วยภาษาและความคิดของตนเอง โดย Osbome and Gillbert (1980) และ Osbome (1980) (Osbome and Gillbert, 1980 อ้างใน รัตนา เล็งสุข, 2540: 17-19) ได้กล่าวถึงวิธีการสัมภาษณ์ว่ามีทั้งการสัมภาษณ์โดยใช้ตัวอย่างและการสัมภาษณ์โดยใช้เหตุการณ์

การสัมภาษณ์โดยใช้ตัวอย่าง เป็นการสำรวจความคิดของนักเรียนเป็นรายบุคคลโดยใช้ตัวอย่างภาพหลายเส้นที่แสดงแนวคิดและตัวอย่างภาพที่ไม่แสดงแนวคิดนั้น ๆ และในขณะที่สัมภาษณ์จะมีการบันทึกเทป ซึ่งการสัมภาษณ์แบบนี้สามารถสำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

การสัมภาษณ์โดยใช้เหตุการณ์ เป็นการสัมภาษณ์ที่ใช้สำรวจความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยให้นักเรียนอธิบายตามความคิดของตนเองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่มองเห็นว่ามีอะไรเกิดขึ้น การสัมภาษณ์โดยใช้เหตุการณ์ ทำให้ได้ความคิดของนักเรียนที่ชัดเจนและสามารถวิเคราะห์ได้ว่า ความรู้ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่

แบบทดสอบหรือแบบสำรวจ

แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ เป็นการให้นักเรียนเขียนหรือเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด (Odom, 1995 อ้างใน รัตนา เล็งสุข, 2540: 19-22) ซึ่งแบบวัดแนวคิดชนิดแบบทดสอบสามารถแบ่งได้หลายแบบ ได้แก่

1. แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ เป็นแบบทดสอบโดยให้อธิบายเหตุผล

ข้อดีของการใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ คือ

- 1) สามารถถามได้ครอบคลุมเนื้อหาเพราะออกได้หลายข้อ
- 2) สามารถใช้กับนักเรียนจำนวนมากได้ เพราะไม่เสียเวลาในการสอบ
- 3) สามารถนำข้อสอบไปวิเคราะห์ตรวจให้คะแนนง่าย
- 4) การเขียนอธิบายเหตุผลของนักเรียนทำให้ทราบว่านักเรียนมีความรู้ในระดับใด

ข้อจำกัด คือ แบบทดสอบสร้างยากและเสียเวลาโดยเฉพาะการคิดสร้างตัวลง
การวิเคราะห์คำตอบมีความยุ่งยาก

2. แบบทดสอบชนิดปลายเปิด เป็นแบบทดสอบที่ให้ตอบและแสดงเหตุผลประกอบ การ
ตอบอย่างอิสระ และผู้ให้แบบทดสอบสามารถวิเคราะห์คำตอบและเหตุผลของผู้ตอบ และจัด
กลุ่มคำตอบของผู้ตอบในแต่ละคำถามออกเป็นพวก ๆ ได้ว่ามีแนวคิดที่ถูกต้องหรือมีแนวคิดที่
คลาดเคลื่อน

ข้อดีของแบบทดสอบชนิดปลายเปิด มีดังนี้

- 1) ผู้ตอบมีโอกาสใช้ความคิดเห็นตอบได้อย่างอิสระ
- 2) ได้คำตอบที่เป็นภาษาเขียนของผู้ตอบเอง ซึ่งเป็นคำตอบที่ตรงกับความเป็นจริงของ
ผู้ตอบมากกว่าแบบปิด
- 3) สร้างคำถามได้ง่าย สะดวก และเสียเวลาน้อย
- 4) สามารถสร้างให้กำหนดคำตอบสั้นหรือยาวมากน้อยได้ โดยเว้นช่องว่างให้
- 5) สามารถสร้างให้วัดข้อมูลที่ละเอียดลึกซึ้งได้

ข้อจำกัด คือ การวิเคราะห์ผลหาข้อสรุปได้ยาก เพราะคำตอบที่ได้มักกระจัดกระจาย
แตกต่างกันมาก

3. แบบทดสอบชนิดถูกผิด เป็นแบบทดสอบที่มีข้อความมาให้ผู้ตอบเลือกตอบ โดยมี
ทางเลือก 2 ทางเลือก คือ ถูก-ผิด และไม่มีกรให้เหตุผลว่าทำไมถึงผิดในข้อที่ไม่เห็นด้วย ข้อสอบ
แบบนี้จะมีข้อดีตรงที่สามารถถามคำถามได้ครอบคลุมเนื้อหาได้มากในเวลาสั้น และสามารถออก

ได้หลายข้อ นักเรียนสามารถตอบได้ตรงประเด็นที่ต้องการ แต่จะมีข้อจำกัด คือ นักเรียนสามารถเดาได้มาก และครูก็ไม่ทราบได้ว่า การที่นักเรียนตอบถูกนั้นมาจากความรู้ของนักเรียนจริง ๆ หรือไม่

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่ามีวิธีการหลากหลายวิธีในการสำรวจแนวคิดของนักเรียน และในการศึกษาแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ ในการวัดแนวคิดของนักเรียน เนื่องจากเป็นวิธีการให้นักเรียนเขียนหรือเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายหรือเลือกสิ่งที่นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ ทำให้สามารถทราบว่า นักเรียนมีความรู้ในระดับใด มีความเข้าใจในเรื่องนี้ได้มากน้อยเพียงใด

3. การจัดกลุ่มแนวคิด

จากการศึกษาการจัดกลุ่มแนวคิด นักการศึกษาในต่างประเทศหลายท่าน ได้กำหนดแนวทางในการจัดกลุ่มแนวคิดของผู้เรียนไว้แตกต่างกัน ซึ่งการจัดกลุ่มแนวคิดมี 3 รูปแบบ คือ การจัดแนวกลุ่มแนวคิดแบบ 4 กลุ่ม การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 5 กลุ่ม และการจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 6 กลุ่ม โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 4 กลุ่ม

เกณฑ์ของ Marek *et al.*, 1990; Brickhouse, 2000 (Marek *et al.*, 1990; Brickhouse, 2000 อ้างใน วราภรณ์ แยมจินดา, 2547: 28) จัดแบ่งแนวคิดเป็น 4 กลุ่ม คือ

1) แนวคิดถูกต้อง (Sound understanding) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

2) แนวคิดถูกต้องบางส่วน (Partial understanding) หมายถึง คำตอบที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์

3) แนวคิดคลาดเคลื่อน (Limited understanding) หมายถึง คำตอบที่มีบางองค์ประกอบที่มีแนวคิดที่ถูกต้อง และบางองค์ประกอบที่มีแนวคิดที่ไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

4) แนวคิดไม่ถูกต้อง (Misunderstanding) หมายถึง คำตอบที่แสดงถึงความไม่เข้าใจในแนวคิดนั้น ๆ

เกณฑ์ของ Marek 1990; Haider and Abraham 1991; Brickhouse 2000 (Marek, 1990; Haider and Abraham, 1991; Brickhouse, 2000 อ้างใน ทศนียา รัตนฤทัย และนฤมล ยุตาคม, 2549) ซึ่งมีการใช้คำที่แสดงกลุ่มแนวคิดที่แตกต่างกัน คือ

1) แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific conception: S) หมายถึง คำตอบของนักเรียน แสดงแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง

2) แนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน (Partial understanding: P) หมายถึง คำตอบของนักเรียน แสดงแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วนและไม่มีส่วนใดผิด

3) แนวคิดคลาดเคลื่อน (Alternative conception: A) หมายถึง คำตอบของนักเรียนที่ แสดงแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ไม่ถูกต้อง หรือบางส่วนถูก บางส่วนผิด

4) ไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (No conception: N) หมายถึง คำตอบของนักเรียนที่ไม่ แสดงแนวคิดวิทยาศาสตร์ หรือไม่ตอบคำถาม

2. การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 5 กลุ่ม

เกณฑ์ของ Haider and Abraham, 1991; Westbrook and Marek, 1992; Muthukrishna *et al.*, 1993; Abraham *et al.*, 1994; Lumpe and Staver, 1995; Atwood and Atwood, 1996; Haider, 1997 (Haider and Abraham, 1991; Westbrook and Marek, 1992; Muthukrishna *et al.*, 1993; Abraham *et al.*, 1994; Lumpe and Staver, 1995; Atwood and Atwood, 1996; Haider, 1997 อ้างใน วราภรณ์ แยมจินดา, 2547) ได้จำแนกแนวคิดเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

1) แนวคิดถูกต้อง (Sound understanding หรือ Complete understanding หรือ Scientific conception) หมายถึง คำตอบที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

2) แนวคิดถูกต้องบางส่วน (Partial understanding หรือ Complete explanation) หมายถึง คำตอบที่อย่างน้อยหนึ่งองค์ประกอบที่เป็นไปตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ส่วนองค์ประกอบอื่น ๆ ไม่กล่าวถึง

3) แนวคิดคลาดเคลื่อน (Partial understanding with specific misconception) หมายถึง คำตอบที่บางองค์ประกอบมีแนวคิดถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และบางองค์ประกอบมีแนวคิดไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

4) แนวคิดไม่ถูกต้อง (Specific misconception หรือ Complete Misunderstanding) หมายถึง คำตอบที่อธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่ถาม แต่ไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

5) ไม่มีแนวคิด (No understanding หรือ No Conception หรือ No response) หมายถึง อธิบายไม่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่ถาม หรือตอบว่าไม่ทราบ

เกณฑ์ของ Haider (1997 อ้างใน ชาตรี ฝ่ายคำตา และคณะ, 2549) จำแนกกลุ่มแนวคิด ดังนี้

1) แนวคิดวิทยาศาสตร์ (Sound Understanding: SU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนมีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

2) แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วน (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนมีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ

3) แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน (Partial Understanding with Specific Misunderstanding: PU with SM) หมายถึง คำตอบของนักเรียนมีแนวคิดสอดคล้อง

กับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ และมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ด้วย

4) แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Specific Misunderstanding: SM) หมายถึง คำตอบของนักเรียนมีแนวคิดที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

5) ไม่เข้าใจ (No understanding: NU) หมายถึง นักเรียนไม่ตอบคำถามใด ๆ หรือไม่อธิบายคำตอบหรือตอบในลักษณะทวนคำถาม หรือตอบไม่ตรงประเด็น

เกณฑ์ของ Haidar (1997, อ้างใน จรรยา ดาสา และคณะ, 2549) จำแนกกลุ่มแนวคิดต่างกัน คือ

1) แนวคิดถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Sound Understanding: SU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนมีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

2) แนวคิดที่ถูกต้องเพียงบางส่วน (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนมีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ

3) แนวคิดที่ถูกต้องเพียงบางส่วนและแสดงแนวคิดทางเลือก (Partial Understanding with Alternative conception: PUA) หมายถึง คำตอบของนักเรียนมีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ และมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ด้วย

4) แนวคิดทางเลือก (Specific Alternative Conception: SA) หมายถึง คำตอบของนักเรียนมีแนวคิดที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

5) ไม่ตอบหรือไม่แสดงแนวคิด (No Respond: NR) หมายถึง นักเรียนไม่ตอบคำถามใด ๆ หรือไม่อธิบายคำตอบหรือตอบในลักษณะทวนคำถาม หรือตอบไม่ตรงประเด็น

เกณฑ์ของ Simpson and Marek (1988, อ้างใน พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ และคณะ, 2546; อุษา นาคทอง และคณะ, 2550) มีการจัดกลุ่มแนวคิด 5 กลุ่ม โดยมีรายละเอียด คือ

1) แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Sound Understanding: SU) หมายถึง คำตอบนักเรียนมีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ทุกองค์ประกอบ

2) แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนมีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ

3) แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding and Misunderstanding: PU & MU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนมีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ และแสดงข้อความที่บ่งชี้ถึงแนวคิดที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

4) แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Complete Misunderstanding: CM) หมายถึง คำตอบของนักเรียนมีแนวคิดที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

5) ไม่ตอบคำถาม (Without Answer: WA) หมายถึง นักเรียนไม่ตอบคำถามใด ๆ หรือไม่อธิบายคำตอบหรือตอบในลักษณะทวนคำถาม หรือตอบไม่ตรงประเด็น

3. การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 6 กลุ่ม

เกณฑ์ของ Westbrook and Marek, 1991; Lawson *et al.*, 1993 (Westbrook and Marek, 1991; Lawson *et al.*, 1993 อ้างใน วราภรณ์ แยมจินดา, 2547: 31) ได้จัดกลุ่มแนวคิดแบบ 6 กลุ่ม คือ

1) แนวคิดถูกต้องและเป็นไปตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (Complete understanding หรือ Complete theoretical conception) หมายถึง คำตอบที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้งถึงเรื่องของโมเลกุล

2) แนวคิดถูกต้องแต่ไม่กล่าวถึงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (Sound understanding หรือ Partial theoretical conception) หมายถึง คำตอบที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจที่ถูกต้อง แต่ไม่

กล่าวถึงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ เช่น อธิบายการแพร่ในรูปของการเปลี่ยนแปลงของสารโดยไม่กล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงของโมเลกุล

3) แนวคิดถูกต้องบางส่วน (Partial understanding หรือ Descriptive conception) หมายถึง คำตอบที่อย่างน้อยหนึ่งองค์ประกอบที่เป็นไปตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ส่วนองค์ประกอบอื่น ๆ ไม่กล่าวถึง

4) แนวคิดคลาดเคลื่อน (Partial understanding with specific misconception หรือ Partially correct conception plus misconception) หมายถึง คำตอบที่มีบางองค์ประกอบที่แนวคิดถูกต้องและบางองค์ประกอบที่มีแนวคิดไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

5) แนวคิดไม่ถูกต้อง (Specific misconception) คำตอบที่อธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่ถามแต่ไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

6) ไม่มีแนวคิด (No understanding) ไม่อธิบายเกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่ถามหรือตอบว่าไม่ทราบ

เกณฑ์ของ Renner (1990 อ้างใน ขจรศักดิ์ บั้วระพันธ์ และคณะ, 2548) แบ่งกลุ่มแนวคิดเป็น 6 กลุ่ม ดังนี้

1) แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Sound Understanding: SU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนมีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ทุกองค์ประกอบ

2) แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Partially Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนมีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ

3) แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Specific Misconception: SM) หมายถึง คำตอบของนักเรียนมีแนวคิดไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในข้อคำถามนั้น ๆ

4) แนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partially Understanding with Specific Misconception: PU/SM) หมายถึง คำตอบของนักเรียนมีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ อย่างไรก็ตามนักเรียนได้แสดงข้อความที่บ่งชี้ถึงแนวคิดที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

5) แนวคิดที่ไม่ถูกต้อง (No Understanding: NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ใช่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับข้อคำถามในการตอบข้อคำถามนั้น ๆ

6) ไม่ตอบคำถาม (No Response: NR) หมายถึง นักเรียนไม่ตอบคำถามใด ๆ หรือไม่อธิบายคำตอบหรือตอบในลักษณะทวนคำถาม หรือตอบไม่ตรงประเด็น

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์จัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียน 5 กลุ่ม เนื่องจากงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ ผู้วิจัยหลายท่านจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนจำนวน 5 กลุ่ม และผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์การจัดกลุ่มแนวคิดของ Simpson and Marek (1988) โดยมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และไม่ตอบคำถาม

4. แนวคิดคลาดเคลื่อน

นักการศึกษาในต่างประเทศหลายท่านใช้คำที่แสดงความหมายถึงแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนไว้แตกต่างกัน คือ Misconceptions (Brown, 1992; Griffiths and Preston, 1992; Huddle and Pillay, 1996; Sanger and Greenbowe, 1997 อ้างใน วราภรณ์ แยมจินดา, 2547: 14-15) และ Alternative Conceptions (Weller, 1995; Atwood and Atwood, 1996 อ้างใน วราภรณ์ แยมจินดา, 2547: 14-15) โดยมีผู้ให้ความหมายของแนวคิดที่คลาดเคลื่อนไว้ในทำนองเดียวกัน สรุปได้ดังต่อไปนี้

แนวคิดที่คลาดเคลื่อน เป็นคำตอบหรือคำอธิบายแนวคิดที่แสดงถึงความเชื่อหรือความรู้ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง คลุมเครือ สับสน ไม่มีเหตุผลเพียงพอ ปราศจากพื้นฐานหรือไม่มีแนวคิดอันเป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์ (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2544: 61) ขณะเดียวกัน Griffiths and Preston (1992: 611) ได้อธิบายความหมายแนวคิดที่คลาดเคลื่อนว่า เป็นแนวคิดใด ๆ ก็ตามที่

นอกเหนือไปจากแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับโดยกลุ่มของนักวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับการให้ความหมายของ Atwood and Atwood (1996: 533) ซึ่งได้อธิบายความหมายแนวคิดที่คลาดเคลื่อนว่า หมายถึง แนวคิดที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปของนักวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับ Huddle and Pillay (1996: 66) ได้ให้ความหมายของแนวคิดที่คลาดเคลื่อนว่า หมายถึง แนวคิดที่นักเรียนอธิบายถึงปรากฏการณ์ธรรมชาติที่แตกต่างจากแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์

จากความหมายของแนวคิดที่คลาดเคลื่อนที่สรุปได้ว่า แนวคิดที่คลาดเคลื่อน คือ คำอธิบายแนวคิดที่แสดงถึงสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่สามารถบ่งบอกถึงความรู้ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง หรือไม่สอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปในกลุ่มของนักวิทยาศาสตร์

ดังนั้น แนวคิด หมายถึง ความคิดที่แสดงถึงความเข้าใจของแต่ละบุคคลที่มีต่อปรากฏการณ์นั้น ๆ โดยทำการเปรียบเทียบความเหมือนและแตกต่าง และสรุปรวมลักษณะที่สำคัญ โดยดูจากความสัมพันธ์ของสิ่งนั้น ๆ มาสร้างเป็นแนวคิด ซึ่งสามารถนำมาอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ โดยครอบคลุมในแนวคิด เรื่อง สมบัติทางกายภาพและเคมีของสาร สถานะและการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะต่าง ๆ การจำแนกสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ การจำแนกสารโดยใช้ขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์ อิมัลชัน ปรากฏการณ์ทินดอลล์ สารละลาย และความเข้มข้นของสารละลาย โดยการวัดแนวคิด จะใช้แบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบเป็นเครื่องมือในการวัดแนวคิดของนักเรียน ซึ่งจะมีการวิเคราะห์โดยการจัดกลุ่มแนวคิดเป็น 5 ระดับ คือ แนวคิดแบบวิทยาศาสตร์ แนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ แนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ และไม่ตอบคำถาม

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า มีผู้ทำวิจัยที่เกี่ยวข้องกับศึกษาแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร เช่น การศึกษาแนวคิดของนักเรียนและพฤติกรรมการสอนของครู เรื่อง กรด-เบส ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (จิตตมาศ สุขแสง, 2549) แนวคิดเกี่ยวกับสถานะและการเปลี่ยนสถานะของสารของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (กฤษดา สงวนสิน, 2548) และแนวคิด เรื่อง การเปลี่ยนสถานะของสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 (วราภรณ์ แยมจินดา, 2547)

ตัวอย่างเช่น จิตตมาส สุขแสวง (2549) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การศึกษาแนวคิดของนักเรียน และพฤติกรรมการสอนของครู เรื่อง กรด-เบส ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องในเรื่อง กรด-เบส ทุกด้าน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยหลังเรียน นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องมากที่สุด ในเรื่อง สารละลายกรดและสารละลายเบส และมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด ในเรื่อง สารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งเมื่อศึกษาผลการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกลุ่มสารละลายตัวอย่าง พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดที่ถูกต้องสามารถจัดกลุ่มสารละลายตัวอย่างได้ 2 กลุ่ม คือสารละลายกรดและสารละลายเบส นักเรียนที่มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนบางส่วน จัดกลุ่มสารละลายตัวอย่างได้ 3 กลุ่ม คือ สารละลายกรด สารละลายเบส และสารละลายที่เป็นกลาง และนักเรียนที่มีแนวคิดที่ไม่ถูกต้องหรือไม่ได้ตอบคำถามเกี่ยวกับการจัดกลุ่มสารละลายตัวอย่าง ส่วนกฤษดา สงวนสิน (2548) ได้ทำการวิจัย เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับสถานะและการเปลี่ยนสถานะของสารของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเกี่ยวกับสถานะของสาร คิดเป็นร้อยละ 80 โดยสามารถระบุสถานะของสารและบอกเหตุผลในการระบุสถานะของสารได้ทั้งในเรื่องรูปร่างและปริมาตร แนวคิดที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ร้อยละ 16 นักเรียนสามารถระบุสถานะของสารได้ถูกต้อง แต่บอกเหตุผลในการระบุสถานะของสารไม่ครบถ้วน โดยอธิบายเรื่องรูปร่างหรือปริมาตรเพียงเรื่องใดเรื่องหนึ่งเท่านั้น และแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเป็นร้อยละ 4 โดยไม่สามารถระบุสถานะของสาร และไม่สามารถบอกเหตุผลในการระบุสถานะของสารได้ทั้งในเรื่องรูปร่างและปริมาตร ส่วนวราภรณ์ แยมจินดา (2547) ได้ทำการวิจัย เรื่อง แนวคิด เรื่อง การเปลี่ยนสถานะของสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ผลการวิจัย พบว่า มีนักเรียนเพียง 1 ใน 3 ของนักเรียนทั้งหมดมีแนวคิดที่ถูกต้องเรื่องสถานะของสาร และนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิด เรื่อง การเปลี่ยนสถานะของสารไม่ถูกต้องโดยเฉพาะเรื่องการเดือด เช่น นักเรียนตอบว่า ฟองที่เห็นคืออากาศ และฟองที่เห็นขณะที่น้ำเดือดเกิดขึ้นโดยการที่น้ำได้รับความร้อนทำให้อากาศที่อยู่ในน้ำแทรกตัวออกมาเป็นฟองอากาศ หรือตอบว่าฟองคือแก๊สออกซิเจนหรือแก๊สไฮโดรเจนหรือทั้งสองอย่าง โดยเกิดขึ้นจากการที่น้ำได้รับความร้อนและเกิดการแตกตัวของน้ำออกเป็นแก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สออกซิเจน เป็นต้น

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีจุดประสงค์ เพื่อศึกษาลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทางและการพัฒนาแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง ผู้วิจัยเสนอวิธีการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดราชบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจังหวัดราชบุรี เขต 1 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 40 คน ที่ได้จากการเลือกอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) โดยเลือกจากห้องเรียนที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอน และเป็นห้องที่คละเทศและคละความสามารถ

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) เพื่อพัฒนาแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง เนื่องจากการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนมีกระบวนการทำงานที่เป็นวงจรต่อเนื่องและทำเป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงาน มีการสะท้อนข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างเรียน ปรับปรุง แก้ไข และพัฒนาผู้เรียนควบคู่กันไป ซึ่งถือเป็นเครื่องมือที่สำคัญ เนื่องจากให้ข้อค้นพบที่ได้มาจากการบวนการสืบค้นที่เป็นระบบและเชื่อถือได้ (สุวิมล ว่องวานิช, 2550) ซึ่งการวิจัยเชิงปฏิบัติในชั้นเรียนมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยเป็นวงจร 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ^{ขั้น}วางแผนการปฏิบัติ (Plan) ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1) ^{ศึกษา}สภาพและปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่^{มี}เกิดขึ้นใน ^{ชั้น}เรียน

1.1) ^{ศึกษา}เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมแบบ สืบเสาะหาความรู้แบบ ไม่กำหนดแนวทางมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งมีแผนการจัดการเรียนรู้รวม 8 แผน ได้แก่ สมบัติทางกายภาพและเคมีของสาร การจำแนกสารโดยใช้สถานะและเนื้อสารเป็นเกณฑ์ องค์ประกอบของสารเนื้อเดียว การจำแนกสารโดยใช้ขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์ สมบัติบางประการของคอลลอยด์ สารละลายและการละลายของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย และสารละลายอิ่มตัว

1.2) ^{ศึกษา}ข้อมูลและสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดแนวคิดแบบเลือกตอบ แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู ใบบงาน/ใบกิจกรรมของนักเรียน และการสัมภาษณ์นักเรียน

2) ^{ขั้น}ปฏิบัติการ (Act)

นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน

3) ^{ขั้น}สังเกตการณ์ (Observe)

เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการสังเกตและการบันทึกหลังสอนของครู การให้นักเรียนทำใบบงาน/ใบกิจกรรม แบบวัดแนวคิดแบบเลือกตอบ เรื่องสารและสมบัติของสาร และการสัมภาษณ์นักเรียน

4) ^{ขั้น}สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

นำข้อมูลที่ได้จากขั้นสังเกตการณ์มาทำการวิเคราะห์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทางในครั้งต่อไป

นวัตกรรมการเรียนรู้

นวัตกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แบบไม่กำหนดแนวทาง เรื่อง สารและสมบัติของสาร เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพ มีดังนี้

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คำอธิบายรายวิชา และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ และวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แบบไม่กำหนดแนวทางจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. ศึกษารายละเอียดเนื้อหาที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารและสมบัติของสาร ประกอบด้วยแนวคิดต่อไปนี้ สมบัติทางกายภาพและเคมีของสาร สถานะและการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะต่าง ๆ การจำแนกสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ การจำแนกสารโดยใช้ขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์ อิมัลชัน ปรากรฏการณีนีตินดอลล์ สารละลาย และความเข้มข้นของสารละลาย
4. สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร
5. ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน รวมทั้งสิ้น 15 คาบ โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ใช้เวลา คาบละ 50 นาที ดังนี้

ตารางที่ 2 เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน

แผนการจัด การเรียนรู้ที่	เรื่อง	เวลา (คาบ)
1	สมบัติทางกายภาพและเคมีของสาร	2
2	การจำแนกสารโดยใช้สถานะและเนื้อสารเป็นเกณฑ์	2

ตารางที่ 2 (ต่อ)

แผนการจัด การเรียนรู้ที่	เรื่อง	เวลา (คาบ)
3	องค์ประกอบของสารเนื้อเดียว	2
4	การจำแนกสารโดยใช้ขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์	2
5	สมบัติบางประการของคอลลอยด์	2
6	สารละลายและการละลายของสาร	2
7	ความเข้มข้นของสารละลาย	2
8	สารละลายอิ่มตัว	1
	รวม	15

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง แนวคิดหลัก กิจกรรมการเรียนรู้ การวัด และการประเมินผลการเรียนรู้ ตลอดจนความเหมาะสมของภาษา ระยะเวลา และข้อบกพร่องอื่น ๆ

1.7 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ปฏิบัติการสอน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย เครื่องมือที่หลากหลาย โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอน เรื่อง สารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง และเพื่อศึกษาแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง โดยมีรายละเอียดของเครื่องมือ ดังต่อไปนี้

1. แบบวัดแนวคิดแบบเลือกตอบ เรื่อง สารและสมบัติของสาร มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง ลักษณะของเป็นแบบวัดแนวคิดแบบเลือกตอบ มีขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพตามลำดับ ดังนี้

1) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ และวิธีการเกี่ยวกับการสร้างแบบวัดแนวคิดจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2) ศึกษารายละเอียดเนื้อหา เรื่อง สารและสมบัติของสาร จากแบบเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3) สร้างแบบวัดแนวคิดที่เป็นแบบคำถามปลายเปิด ซึ่งเป็นแบบเติมคำตอบ พร้อมทั้งบอกเหตุผลประกอบตามความคิดความเข้าใจของนักเรียน โดยผู้วิจัยได้กำหนดคำถามและคำตอบที่สอดคล้องกับแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร ตามหลักสูตรของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งได้คำถามและคำตอบทั้งหมดจำนวน 15 ข้อ

4) นำแบบวัดแนวคิดแบบคำถามปลายเปิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร ที่สร้างขึ้นจำนวน 15 ข้อ ที่มีทั้งคำถามและแนวคำตอบที่ถูกต้องสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณา และตรวจสอบ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 1

5) นำแบบวัดแนวคิดแบบคำถามปลายเปิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร ที่ผ่านการตรวจแก้ไขทั้งคำถามและคำตอบแล้ว ไปเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 2

6) นำแบบวัดแนวคิดแบบคำถามปลายเปิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผ่านการเรียนรู้เรื่องสารและสมบัติของสารมาแล้ว ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดราชบุรี จำนวน 35 คน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงคำถามในด้านภาษาว่าสื่อความหมายให้นักเรียนเข้าใจหรือไม่

7) นำคำตอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มาจำแนก แล้วแบ่งกลุ่มคำตอบตามแนวคิดของ Simpson and Marek (Simpson and Marek, 1988: 361-374 อ้างใน พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ และคณะ, 2546; อุษา นาคทอง และคณะ, 2550) ที่จำแนกแนวคิดของนักเรียนออกเป็น 5 แนวคิด ตามระดับความสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยตั้งเกณฑ์วิเคราะห์คำตอบเป็นรายข้อ โดยยึดคำตอบและเหตุผลประกอบ การพิจารณาในการแบ่งกลุ่มคำตอบและเหตุผลประกอบการพิจารณา ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

7.1) แนวคิดวิทยาศาสตร์ (Sound Understanding: SU) หมายถึง คำตอบถูกต้องและให้เหตุผลถูกต้อง

7.2) แนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบถูกต้อง แต่ให้เหตุผลไม่สมบูรณ์

7.3) แนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding and Misunderstanding: PU & MU) หมายถึง คำตอบถูกต้องแต่ให้เหตุผลผิดหรือผิดพลาดบางส่วน

7.4) แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ (Complete Misunderstanding: CM) หมายถึง คำตอบผิดและให้เหตุผลผิด

7.5) ไม่ตอบคำถาม (Without Answer: WA) หมายถึง นักเรียนไม่ตอบคำถามใดๆ

ซึ่งคำตอบและเหตุผลประกอบการพิจารณาในการแบ่งกลุ่มคำตอบและเหตุผลของนักเรียนนั้นมีขอบเขตตามแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร ที่บรรจุอยู่ในหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

8) นำคำตอบของนักเรียนมาจำแนกแล้วแบ่งกลุ่มคำตอบตามแนวคิดของ Simpson and Marek (Simpson and Marek, 1988: 361-374 อ้างใน พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ และคณะ, 2546; อุษา นาคทอง และคณะ, 2550) ที่จำแนกแนวคิดของนักเรียนออกเป็น 5 แนวคิด ตามระดับความสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยตั้งเกณฑ์วิเคราะห์คำตอบเป็นรายข้อ จากนั้นนำ

คำตอบของนักเรียนที่มีความถี่มากที่สุดในแต่ละกลุ่มมาเป็นตัวแทนกลุ่ม เพื่อใช้เป็นตัวลงในแบบทดสอบแบบเลือกตอบจำนวน 5 ตัวเลือก ดังนั้นข้อสอบแต่ละข้อจะประกอบด้วยตัวเลือก 5 ตัวเลือก โดยแต่ละตัวเลือกจะเป็นตัวแทนแนวคิดแต่ละระดับทั้ง 5 แนวคิด ได้แก่ แนวคิดวิทยาศาสตร์ แนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณณ์ แนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ และไม่ตอบคำถาม

9) สร้างแบบวัดแนวคิดที่เป็นแบบคำถามแบบเลือกตอบ ซึ่งเป็นการให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด โดยผู้วิจัยได้กำหนดคำถามและคำตอบที่สอดคล้องกับแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร ตามหลักสูตรของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งได้คำถามและคำตอบทั้งหมดจำนวน 15 ข้อ

10) นำแบบวัดแนวคิดแบบเลือกตอบ เรื่อง สารและสมบัติของสาร ที่สร้างขึ้นจำนวน 15 ข้อ ที่มีทั้งคำถามและแนวคำตอบที่ถูกต้องสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณา และตรวจสอบ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 1

11) นำแบบวัดแนวคิดแบบเลือกตอบ เรื่อง สารและสมบัติของสาร ที่ผ่านการตรวจแก้ไขทั้งคำถามและคำตอบแล้ว ไปเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 2

12) นำแบบวัดแนวคิดแบบเลือกตอบ เรื่อง สารและสมบัติของสาร ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดราชบุรี จำนวน 35 คน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงคำถามในด้านภาษาว่าสื่อความหมายให้นักเรียนเข้าใจหรือไม่

13) หลังจากปรับปรุงแล้ว นำแบบวัดแนวคิดแบบเลือกตอบ เรื่อง สารและสมบัติของสาร ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 คน ของโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดราชบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาราชบุรี เขต 1

2. แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู

แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ครูบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ทุกคาบ โดยเป็นเครื่องมือที่ครูผู้วิจัยใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นขณะครูผู้วิจัยดำเนินกิจกรรมการเรียนการจัดการเรียนรู้ โดยเครื่องมือนี้มีจุดประสงค์ เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอน เรื่อง สารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง เพื่อจะได้นำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในครั้งต่อไป โดยกำหนดประเด็นที่บันทึก โดยมีขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพดังต่อไปนี้

- 1) กำหนดประเด็นที่ต้องการบันทึก ได้แก่
 - 1.1) กิจกรรมการเรียนรู้ที่ประสบผลสำเร็จ
 - 1.2) อุปสรรคในการจัดการเรียนรู้
 - 1.3) สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้
 - 1.4) พฤติกรรมของผู้เรียน
- 2) สร้างแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ตามประเด็นที่กำหนดไว้
- 3) นำแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบพิจารณาความเหมาะสมและครอบคลุมของข้อคำถาม การสื่อความหมายของข้อคำถามและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้
- 4) ปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้มีความเหมาะสมที่จะนำไปในการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 5) นำแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ไปเก็บข้อมูลหลังการจัดการเรียนรู้ทุกคาบ

3. ใบบงาน/ใบกิจกรรมของนักเรียน

ใบบงานของนักเรียน เป็นการทดสอบความเข้าใจของนักเรียนจากการเรียน มีลักษณะเป็นข้อคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนหรือเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด จากนั้นผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์คำตอบและเหตุผลของผู้ตอบ และจัดกลุ่มคำตอบของผู้ตอบในแต่ละคำถามออกเป็นพวก ๆ ได้ว่ามีแนวคิดที่ถูกต้องหรือมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน โดยเครื่องมือนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาแนวคิด เรื่อง

สารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทางในแต่ละเรื่อง ซึ่งระบุลงในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน

4. การสัมภาษณ์นักเรียน

เมื่อผู้วิจัยตรวจใบงาน/ใบกิจกรรม เรื่อง สารและสมบัติของสาร แล้วพบว่านักเรียนที่เขียนอธิบายในคำถามบางข้อไม่ชัดเจน คลุมเครือ ซึ่งอาจทำให้ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ ผู้วิจัยจึงสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับคำอธิบายของนักเรียนในข้อนั้นอีกครั้งหนึ่ง จนกว่าผู้วิจัยจะแน่ใจว่านักเรียนต้องการสื่อความหมายเกี่ยวกับเรื่องอะไร และสัมภาษณ์นักเรียนถึงลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทางว่าเป็นอย่างไร ซึ่งในระหว่างการสัมภาษณ์นั้นมีการบันทึกเทปและถอดเทปทันทีหลังจากการสัมภาษณ์เสร็จสิ้น เพื่อนำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการตอบคำถามข้อที่ 1 คือ กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทางที่สามารถพัฒนาแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีลักษณะอย่างไร ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล คือ แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครูและการสัมภาษณ์นักเรียน ซึ่งการรวบรวมข้อมูลนั้น เริ่มจากการนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง เรื่อง สารและสมบัติของสาร ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเมื่อจบการเรียนรู้แต่ละคาบ ผู้วิจัยทำการบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งได้กำหนดหัวข้อในการบันทึก ได้แก่ ลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้จัดเป็นอย่างไร แนวคิดของนักเรียนหลังจากได้รับการเรียนการสอนแล้วเป็นอย่างไร ส่วนการสัมภาษณ์นักเรียน ทำการเลือกตัวแทนนักเรียนในแต่ละกลุ่มมาสัมภาษณ์ โดยจะสอบถามนักเรียนในเรื่องกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูจัดขึ้นว่ามีลักษณะอย่างไร เรียนแล้วเข้าใจหรือไม่ ชอบหรือไม่ชอบ พร้อมให้เหตุผลประกอบ การตอบ

ในการตอบคำถามข้อที่ 2 คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีแนวคิดอย่างไร เมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดแนวคิดแบบเลือกตอบ เรื่อง สารและสมบัติของสาร ใบงาน/ใบกิจกรรมของ

นักเรียน เรื่อง สารและสมบัติของสาร และการสัมภาษณ์นักเรียน ซึ่งการรวบรวมข้อมูลนั้น เริ่มจากการนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง เรื่อง สารและสมบัติของสาร ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเมื่อหลังจบการเรียนรู้แต่ละแผนหรือหลังจบการเรียนรู้ในแต่ละคาบ ผู้วิจัยจะให้นักเรียนทำใบงาน/ใบกิจกรรม เรื่อง สารและสมบัติของสาร ส่วนแบบวัดแนวคิดแบบเลือกตอบ เรื่อง สารและสมบัติของสาร จะนำมาใช้หลังจบการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เมื่อผู้วิจัยตรวจแบบวัดแนวคิดแบบเลือกตอบ เรื่อง สารและสมบัติของสาร แล้วพบว่านักเรียนที่เขียนอธิบายในคำถามบางข้อไม่ชัดเจน คลุมเครือ ผู้วิจัยจึงสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับคำอธิบายของนักเรียนในข้อนั้นอีกครั้งหนึ่ง จนกว่าผู้วิจัยจะแน่ใจว่านักเรียนต้องการสื่อความหมายเกี่ยวกับเรื่องอะไร แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์คำตอบต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ แบบทดสอบวัดแนวคิดแบบเลือกตอบ เรื่อง สารและสมบัติของสาร มาทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา โดยนำข้อมูลที่ได้จากการตอบคำถามของนักเรียนแต่ละตัวเลือกมาจัดกลุ่มแนวคิด 5 แนวคิด ได้แก่ 1) แนวคิดวิทยาศาสตร์ 2) แนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ 3) แนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน 4) แนวคิดที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ 5) ไม่ตอบคำถาม แล้วนำค่านวนหาความถี่ และร้อยละ จากนั้น เรียบเรียงนำเสนอในรูปแบบความเรียง
2. ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ ข้อมูลจากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ การสัมภาษณ์นักเรียน และใบงาน/ใบกิจกรรมของนักเรียน มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการเชื่อมโยงข้อมูลย่อยมาสรุปเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร และเชื่อมโยงข้อมูลย่อยมาสรุปว่าแนวคิดของนักเรียนในแต่ละเนื้อหาเป็นอย่างไร จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลมาเรียบเรียงนำเสนอในรูปแบบความเรียง

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ในการวิจัยเพื่อศึกษาการพัฒนาแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทางนั้น ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและวิจารณ์เป็น 2 ตอน คือ การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทางเพื่อพัฒนาแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร และการพัฒนาแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทางเพื่อพัฒนาแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทางเพื่อพัฒนาแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครูและการสัมภาษณ์นักเรียน ผู้วิจัยนำเสนอผลการศึกษาดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตารางที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กายภาพ VS เคมี

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
<u>ชี้แนะ</u>			
1. ทบทวนความรู้เดิม โดยนำสารมาให้ นักเรียนพิจารณา	นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุได้ว่าสิ่งใดเป็นหรือไม่เป็นสสารได้	นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถตอบได้ จากการถามคำถาม	ครูใช้คำถามมากขึ้น โดยให้นักเรียนอธิบาย
พร้อมกับการถาม-ตอบ ว่าสิ่งใดเป็นหรือไม่เป็นสสาร	ถูกต้องทุกอย่าง	เพียงแต่ให้ระบุว่า สารตัวอย่างเป็น สสารหรือไม่	ลักษณะของสาร ตัวอย่าง แล้วให้นักเรียนนำแนวคิด
พร้อมอธิบายประกอบ			ย่อย ๆ มาสรุปเป็นแนวคิด เรื่อง สสาร

ตารางที่ 3 (ต่อ)

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
2. ครูสร้างสถานการณ์ โดยการนำน้ำตาลทรายมาละลายน้ำ แล้วถามถึงสิ่งที่เกิดขึ้นว่ามีการเปลี่ยนแปลงสมบัติใดของสาร แล้วถามคำถามเชื่อมโยงถึงสมบัติอย่างอื่นของสารที่นักเรียนรู้จัก	นักเรียนส่วนใหญ่สนใจ และสามารถอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงหรือสมบัติของสารที่เกิดขึ้น และนักเรียนมีส่วนร่วมในการบอกและอธิบายสมบัติอื่นของสาร จากความรู้เดิม	-	-
<u>ขั้นกิจกรรม</u>			
3. ให้นักเรียนทดสอบสมบัติของสาร โดยให้ออกแบบกิจกรรมว่าจะทดสอบสมบัติของสารด้วยวิธีใด จากตัวอย่างสารที่กำหนด จากนั้นครูใช้การถาม-ตอบเพื่ออภิปรายผลการทำงาน	นักเรียนทุกกลุ่มเลือกวิธีการทดสอบสมบัติสารได้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้ช่วยสรุปว่า แต่ละกลุ่มเลือกวิธีการใดบ้าง เพื่อไม่ให้เกิดความซ้ำซ้อน ซึ่งนักเรียนตื่นเต้นกับวิธีการทดสอบของกลุ่มตนเองและสนใจวิธีการทดสอบของกลุ่มเพื่อนว่า ผลการทดสอบจะเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร	นักเรียนจำนวนครึ่งหนึ่งบันทึกผลการทำกิจกรรมไม่ละเอียด ทำให้ได้ข้อมูลไม่เพียงพอในการวิเคราะห์ข้อมูล	ครูแนะนำนักเรียนว่า ควรบันทึกทุกลักษณะที่สังเกตได้ เพื่อเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์
<u>ขั้นสรุป</u>			
5. ครูทำการถาม-ตอบ เพื่อให้นักเรียนสรุปแนวคิด เรื่อง สมบัติ	- นักเรียนจำนวนสองในสามส่วนสามารถจำแนกประเภทของสมบัติทาง	-	-

ตารางที่ 3 (ต่อ)

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
ทางกายภาพและเคมีของสาร	กายภาพและเคมีของสาร พร้อมยกตัวอย่างประกอบได้ - นักเรียนเปรียบเทียบความแตกต่างของสมบัติทางกายภาพและเคมีของสารได้		

ตารางที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง มาจำแนกสารกันเถอะ

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
ขั้นนำ			
1. ครูทบทวนความรู้เดิม เรื่อง สมบัติของสาร โดยแสดงตัวอย่างของสารแล้วให้นักเรียนบอกสมบัติต่าง ๆ ของสารแต่ละชนิด จากนั้นให้นักเรียนจำแนกตามเกณฑ์ที่นักเรียนสนใจ แล้วนำคำตอบมาอภิปรายร่วมกัน จากนั้นถามคำถามนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ	- นักเรียนส่วนใหญ่บอกสมบัติต่าง ๆ ของสารแต่ละชนิดได้ถูกต้อง - นักเรียนส่วนใหญ่กำหนดเกณฑ์และจำแนกสารได้และสามารถวิเคราะห์ได้ว่าเมื่อใช้เกณฑ์ในการจำแนกสารแตกต่างกัน สารบางชนิดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ส่วนสารบางชนิดจากเดิมที่เคยอยู่กลุ่มเดียวกัน เมื่อเปลี่ยนเกณฑ์ในการจำแนกอาจอยู่ต่างกลุ่มกัน	-	-

ตารางที่ 4 (ต่อ)

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
	- นักเรียนส่วนใหญ่บอก ได้ว่า การจำแนกสารโดย ใช้สถานะเป็นเกณฑ์แบ่ง ได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ของแข็ง ของเหลว และ แก๊ส		
	- นักเรียนจำนวนสองใน สามส่วน สามารถบอก ได้ว่า เนื้อสารลักษณะใด มีความกลมกลืน ซึ่งอาจ มีสถานะเดียวกันหรือ ต่างสถานะกันก็ได้		
ขั้นกิจกรรม			
2. ให้นักเรียนทำ กิจกรรม เรื่อง สถานะ และการจัดเรียง อนุภาคของสาร โดย ให้นักเรียนสร้าง แบบจำลองการ จัดเรียงอนุภาคของ สาร	- นักเรียนทุกคนในกลุ่ม สนใจ โดยนักเรียนที่ เข้าใจจะอธิบายให้ นักเรียนที่ไม่เข้าใจฟัง จน สามารถช่วยกันสร้าง แบบจำลองการจัดเรียง อนุภาคของสารได้	- ช่วงแรกนักเรียน ส่วนใหญ่ไม่เข้าใจ ว่า อนุภาคของสาร มีลักษณะอย่างไร - นักเรียนจำนวน ครึ่งหนึ่งไม่เข้าใจ เรื่อง แรงยึดเหนี่ยว ระหว่างอนุภาคของ สารว่ามีผลต่อ สถานะของสาร อย่างไร จึงสร้าง แบบจำลองการ จัดเรียงอนุภาคของ สารในแต่ละสถานะ	- ครูอธิบายเพิ่มเติม โดยใช้รูปภาพแสดงถึง อนุภาคของสาร ประกอบการอธิบาย พร้อมเปรียบเทียบ ลักษณะอนุภาคของ สารกับสิ่งที่เป็น นามธรรม - ให้นักเรียนภายใน กลุ่มจำลองตัวเองเป็น อนุภาคของสารแต่ละ สถานะ พร้อมกับใช้ รูปภาพประกอบการ อธิบาย

ตารางที่ 4 (ต่อ)

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
	- นักเรียนส่วนใหญ่ ยกตัวอย่างสารในแต่ละสถานะได้ถูกต้องและมี ความหลากหลาย	- นักเรียนจำนวน หนึ่งไม่สามารถ อธิบายและให้ เหตุผล เรื่อง แรงยึดเหนี่ยวและ ระยะห่างระหว่างอนุภาคของสาร	
3. ให้นักเรียนทำ กิจกรรม เรื่อง เนื้อสาร โดยให้นักเรียนสังเกต ความกลมกลืนของ เนื้อสาร โดยครูเน้นย้ำว่าให้ทำการสังเกต เท่านั้น ไม่ต้อง คำนึงถึงองค์ประกอบ จริง แล้วให้วิเคราะห์ ว่า องค์ประกอบของ สารแต่ละชนิด พร้อม ให้เหตุผลประกอบการ อธิบาย	นักเรียนจำนวนสองใน สามส่วน อธิบายและให้ เหตุผลได้ว่า จากการ สังเกต สารที่มีเนื้อสารไม่ กลมกลืนกันมี องค์ประกอบมากกว่า 1 ชนิด ส่วนสารที่มีเนื้อสาร กลมกลืนกัน ไม่สามารถ บอกได้ชัดเจนว่าสารนั้น มีองค์ประกอบกี่ชนิด เนื่องจากเนื้อสารเป็นเนื้อ เดียวกันทั้งหมด อีกทั้ง นักเรียนสามารถระบุค่าที่เป็นแนวคิด คือ สารเนื้อ เดียวและสารเนื้อผสมได้	-	-
<u>ขั้นสรุป</u>			
4. ครูใช้การถาม-ตอบ เพื่อให้นักเรียนสรุป	- นักเรียนจำนวนสองใน สามส่วน สามารถ	นักเรียนไม่เข้าใจ คำถามของครูจาก	ครูนำรูปภาพการ จำลองการจัดเรียงตัว

ตารางที่ 4 (ต่อ)

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
แนวคิด เรื่อง สถานะ และความกลมกลืน ของเนื้อสาร	จำแนกโดยใช้สถานะเป็น เกณฑ์และเปรียบเทียบ ความเหมือนหรือความแตกต่างของสารใน สถานะต่าง ๆ ได้ - นักเรียนจำนวนหนึ่งใน สามส่วน อธิบายการ จัดเรียงตัวและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค ของสารได้ถูกต้อง บางส่วน - นักเรียนจำนวนสองใน สามส่วนสามารถจำแนก สารโดยใช้เนื้อสารเป็น เกณฑ์ อธิบายลักษณะ ของสารเนื้อเดียวและ สารเนื้อผสมได้	การพูดถาม-ตอบ	ของอนุภาคมาเป็น ตัวแทนคำพูดในการ ถาม-ตอบนักเรียน

ตารางที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง องค์ประกอบของสารเนื้อเดียว

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
<u>ขั้นนำ</u> 1. ครูทบทวนความรู้ เดิม เรื่อง สารเนื้อ เดียว โดยการ ยกตัวอย่างสาร แล้ว ให้นักเรียนระบุว่าสาร	- นักเรียนส่วนใหญ่ สามารถระบุตัวอย่าง และอธิบายลักษณะของ สารเนื้อเดียวได้		

ตารางที่ 5 (ต่อ)

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
ใดเป็นสารเนื้อเดียว พร้อมบอกเหตุผล จากนั้นนำสารเนื้อ เดียวมาให้นักเรียน ศึกษา โดยไม่บอกชื่อ สาร แล้วถามถึง องค์ประกอบของสาร แต่ละชนิด จากนั้นครู เปิดป้ายชื่อสาร แล้ว ให้นักเรียนระบุ องค์ประกอบของสาร แต่ละชนิด จากนั้นใช้ คำถามกระตุ้นให้ นักเรียนหาวิธี ตรวจสอบประเภทของ สารเนื้อเดียว	- นักเรียนเกิดความลังเล สงสัย ไม่สามารถระบุ องค์ประกอบของสารแต่ ละชนิดได้อย่างชัดเจน แต่หลังจากที่ครูเปิดป้าย ชื่อของสาร นักเรียน สามารถระบุได้ โดย สรุปว่า สารเนื้อเดียวมี องค์ประกอบเพียง 1 ชนิด หรือมากกว่า 1 ชนิด ก็ได้	เมื่อถึงขั้นตอนที่ต้อง เริ่มคิดหาวิธีการใน การสำรวจ ตรวจสอบ ขึ้นมา เป็นวิธีใหม่ นักเรียน ส่วนใหญ่ไม่ สามารถหาวิธีใน การตรวจสอบ ประเภทของสารเนื้อ เดียวได้	ครูใช้คำถามเพิ่มโดย เชื่อมโยงว่า นักเรียนมี วิธีการใดที่รู้จักในการ ตรวจสอบสารได้บ้าง
ขั้นกิจกรรม			
2. ให้นักเรียน ออกแบบกิจกรรม เรื่อง การตรวจสอบ สารเนื้อเดียว โดยให้ นักเรียนเลือกตัวอย่าง สารและนำเสนอผล การทำกิจกรรมด้วย ตนเอง จากนั้นครูใช้ คำถาม-ตอบเพื่อ อภิปรายผลการทำ	- นักเรียนส่วนใหญ่ อธิบายว่าสารบางชนิด จะมีคุณสมบัติขดเค็ด คกที่ ส่วนสารบางชนิดจะ มีคุณสมบัติขดเค็ดไม่ คกที่ พร้อมกับ ยกตัวอย่างสารแต่ละ กลุ่มได้ถูกต้อง	- นักเรียนบางกลุ่ม วัดอุณหภูมิได้ไม่ ถูกต้อง เนื่องจาก การใช้เทอร์โม มิเตอร์ที่ไม่ถูกต้อง เช่น นำปลายเทอร์ โมมิเตอร์แตะกับ ก้นภาชนะ เป็นต้น	- ให้นักเรียนช่วยกัน วิเคราะห์ถึงกลุ่มที่วัด อุณหภูมิไม่ถูกต้องว่า เป็นเพราะสาเหตุใด แล้วให้กลุ่มที่วัด อุณหภูมิไม่ถูกต้องนั้น มาสังเกตผลการ ทดสอบของนักเรียน กลุ่มอื่น - ครูช่วยระบุค่าที่เป็น

ตารางที่ 5 (ต่อ)

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
กิจกรรม	ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา ในการทดสอบได้ - นักเรียนจำนวนครึ่งหนึ่ง ไม่สามารถอธิบายได้ว่า เพราะเหตุใดสารถึงมีจุด เดือดคงที่หรือไม่คงที่	เป็นแนวคิด สารละลายได้ แต่ไม่ สามารถระบุค่าที่ เป็นแนวคิดสาร บริสุทธิ์ได้	แนวคิดสารบริสุทธิ์
ขั้นสรุป	นักเรียนสามารถสรุปได้ ว่า สารเนื้อเดียว แบ่ง ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ สารบริสุทธิ์และ สารละลาย พร้อมกับ อธิบายองค์ประกอบ ความแตกต่าง และ ยกตัวอย่างของสารแต่ ละประเภท	-	-

ตารางที่ 6 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ขนาดอนุภาคของสาร

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
ขั้นนำ			
1. ครูสร้าง สถานการณ์โดยการ นำตัวอย่างสารใส่ใน ปีกเกอร์ แล้วให้ นักเรียนมองด้าน ปากกาผ่านสารที่	- นักเรียนส่วนใหญ่สนใจ และอธิบายได้ว่า สารที่มี ลักษณะใส เมื่อมองผ่าน จะเห็นด้ามปากกา แต่ สารที่มีลักษณะขุ่น เมื่อ มองผ่านจึงไม่เห็นด้าม	-	-

ตารางที่ 6 (ต่อ)

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
บรรจุในปึกเกอร์แต่ละใบ แล้วใช้การถาม-ตอบเกี่ยวกับลักษณะอนุภาคของสารว่าแตกต่างกันหรือไม่ แล้วให้นักเรียนหาวิธีตรวจสอบขนาดอนุภาคของสาร	ปากกา และอธิบายว่า การที่สารมีลักษณะใสหรือขุ่นนั้น เกิดจากขนาดอนุภาคของสารที่ต่างกัน - นักเรียนส่วนใหญ่บอก ว่า อาจหาวัสดุที่มีรูพรุนมากกรองสาร เช่น ผ้าขาวบาง กระดาษกรอง	นักเรียนไม่รู้จัก กระดาษเซลโลเฟน ว่าสามารถนำมาตรวจสอบขนาดอนุภาคของสารได้	ครูชี้แจงว่า กระดาษเซลโลเฟน ก็เป็นวัสดุชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาตรวจสอบขนาดอนุภาคของสารได้
ขั้นกิจกรรม			
3. ให้นักเรียน ออกแบบกิจกรรม เรื่อง การจำแนกสาร โดยใช้ขนาดอนุภาค เป็นเกณฑ์ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม เลือกสารที่สนใจมา ทดสอบ พร้อมกับระบุอุปกรณ์และวิธีการ ตรวจสอบด้วยตนเอง จากนั้นครูและนักเรียน ร่วมกันอภิปรายผล การทำกิจกรรม	- นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม เนื่องจากมีหลายขั้นตอน ซึ่งนักเรียน อธิบายได้ว่าสารใด สามารถผ่านหรือไม่ผ่าน กระดาษกรองหรือ กระดาษเซลโลเฟน และสามารถจัดกลุ่มสารได้ เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ไม่สามารถผ่านกระดาษ กรอง กลุ่มที่สามารถผ่าน กระดาษกรอง แต่ไม่ สามารถผ่านกระดาษ เซลโลเฟน และกลุ่มที่สามารถผ่านได้ทั้ง กระดาษกรองและ	นักเรียนไม่สามารถ ระบุค่าที่เป็น แนวคิดคอลลอยด์	ครูช่วยระบุค่าที่เป็น แนวคิดคอลลอยด์

ตารางที่ 6 (ต่อ)

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
	<p>กระดาษเซลโลเฟน</p> <p>- นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายได้ว่าการที่สารไม่สามารถผ่านกระดาษกรองได้ เนื่องจากสารมีขนาดอนุภาคมากกว่ารูพรุนของกระดาษกรองและการที่สารสามารถผ่านกระดาษกรองได้ เนื่องจากสารมีขนาดอนุภาคเล็กกว่ารูพรุน ซึ่งสามารถอธิบายได้เช่นเดียวกันในกรณีของกระดาษเซลโลเฟน</p> <p>- นักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุค่าที่เป็นแนวคิดสารแขวนลอยและสารละลายได้</p>		
ขั้นสรุป	นักเรียนส่วนใหญ่อธิบาย		
4. ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเรื่อง การจำแนกสารโดยใช้ขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์ จากการถาม-ตอบ	<p>ได้ว่า เมื่อแบ่งสารตามขนาดอนุภาคสามารถจำแนกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ สารแขวนลอย คอลลอยด์ และสารละลาย และสามารถยกตัวอย่างสารได้</p>	-	-

ตารางที่ 7 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สมบัติบางประการของคอลลอยด์ (อิมัลชัน)

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
<u>ขั้นนำ</u>			
1. ครูจัดสถานการณ์ แล้วใช้การถาม-ตอบ ก่อนให้นักเรียนได้ลอง ทำกิจกรรมที่ครูจัด ขึ้นมาให้ จากนั้นเมื่อ นักเรียนทำกิจกรรมแล้ว ครูใช้การถาม-ตอบเพื่อ กระตุ้นให้นักเรียนหาวิธี ในการหาคำตอบใน สถานการณ์ที่ครูจัดขึ้น	นักเรียนส่วนใหญ่ อธิบายได้ว่า การที่น้ำ กับน้ำมันพืช ไม่รวมเป็น เนื้อเดียวกัน เนื่องจาก ไม่สามารถละลาย ด้วยกันได้ แต่ถ้า ต้องการให้รวมตัวกัน ต้องทำการเติมสารบาง ชนิดลงไป	-	-
<u>ขั้นกิจกรรม</u>			
2. ให้นักเรียนออกแบบ กิจกรรม เพื่อทดสอบ ชุดกิจกรรมน้ำกลั่นรวม กับน้ำมันพืชและชุด กิจกรรมน้ำมันพืชกับ น้ำส้มสายชู โดยให้ นักเรียนเลือกสารที่ นำมาเติมด้วยตนเอง จากนั้นครูและนักเรียน ร่วมกันอภิปรายผลการ ทำกิจกรรม	นักเรียนส่วนใหญ่เลือก สารในการเป็นตัว ประสานได้ถูกต้อง สามารถบอกได้ว่าสารที่ เกิดการรวมตัวเป็น ของเหลวขุ่น เนื้อสาร เป็นเนื้อเดียวกัน ไม่แยก ชั้น และบอกได้ว่าสารที่ เกิดนั้นมีลักษณะคล้าย กับคอลลอยด์	นักเรียนไม่สามารถ ระบุค่าที่เป็นแนวคิด อิมัลชันและอิมัลซี ฟายเออร์ได้	ครูช่วยระบุค่าที่เป็น แนวคิดอิมัลชันและ อิมัลซีฟายเออร์
	นักเรียนส่วนใหญ่ อธิบายได้ว่า การที่สาร รวมตัวเนื้อเดียวกันได้ เกิดการจากเติมสาร บางอย่างที่ทำหน้าที่		

ตารางที่ 7 (ต่อ)

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
เป็นตัวประสานลงไป			
<u>ขั้นสรุป</u>			
3. ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเรื่อง อิมัลชันและอิมัลซิฟายเออร์จากการถาม-ตอบ	นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายได้ว่า อิมัลชันเป็นสารประเภทคอลลอยด์ เกิดจากการนำสาร 2 ชนิด ที่ไม่สามารถรวมเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเติมสารอีกชนิดลงไปแล้วเขย่า จะทำให้สารรวมเป็นเนื้อเดียวกันได้ และอิมัลซิฟายเออร์ คือ สารที่ทำหน้าที่เป็นตัวประสานนักเรียนจำนวนครึ่งหนึ่งยกตัวอย่างอิมัลชันได้		

ตารางที่ 8 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สมบัติบางประการของคอลลอยด์ (ปรากฏการณ์ทินดอลล์)

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
<u>ขั้นนำ</u>			
1. ครูนำตัวอย่างสารมาให้นักเรียนศึกษาปรากฏการณ์ทินดอลล์ โดยใช้การถาม-ตอบเพื่อกระตุ้น	นักเรียนส่วนใหญ่เสนอวิธีการตรวจสอบสารที่เป็นคอลลอยด์จากการใช้ความรู้เดิม คือ ตรวจสอบด้วยกระดาษ	นักเรียนไม่สามารถนำเสนอวิธีการตรวจสอบสารด้วยวิธีอื่นได้	ครูสร้างสถานการณ์ใหม่ โดยการนำวิธีการมาหลายๆ วิธีการมาสาธิตให้นักเรียนสังเกตการ

ตารางที่ 8 (ต่อ)

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
ให้นักเรียนเสนอวิธีการอื่นในการตรวจสอบคอลลอยด์	กรองและกระดาษเช็ดโลเฟน		เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างสารอื่นกับคอลลอยด์ แล้วให้นักเรียนเลือกวิธีการการสาธิตที่เหมาะสมมาเป็นแนวทางในการออกแบบกิจกรรม
<u>ขั้นกิจกรรม</u>			
2. ให้นักเรียนออกแบบกิจกรรมเรื่อง ปฏิกิริยาการทินดอลล์ โดยให้เลือกลายที่สนใจและวิธีการที่เหมาะสมมาตรวจสอบคอลลอยด์ จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำงานกิจกรรม	นักเรียนจำนวนสองในสามส่วน อธิบายได้ว่าการทดสอบ สามารถจัดกลุ่มสารตามการมองเห็นลำแสงได้เป็น 3 กลุ่ม คือ สารกลุ่มที่มองเห็นลำแสง ได้แก่ คอลลอยด์ สารกลุ่มที่ทึบแสง ได้แก่ สารแขวนลอย ส่วนสารกลุ่มที่โปร่งแสง ได้แก่ สารละลาย	- นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ว่าทำไมสารที่เป็นคอลลอยด์จึงสามารถมองเห็นเป็นลำแสงได้เมื่อนำแสงไฟส่องผ่าน	- ครูใช้การถาม-ตอบโดยชี้แนะให้นักเรียนวิเคราะห์ เรื่อง ขนาดอนุภาคของสาร - ครูช่วยระบุคำที่เป็นแนวคิดปฏิกิริยาการทินดอลล์
<u>ขั้นสรุป</u>			
3. ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาการทินดอลล์ จากการถาม-ตอบ	- นักเรียนจำนวนสองในสามส่วนสามารถอธิบายได้ว่า ปฏิกิริยาการทินดอลล์ จะเกิดขึ้นเมื่อฉายลำแสงผ่านเข้าไปใน	-	-

ตารางที่ 8 (ต่อ)

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
	<p>เนื้อสารที่เป็นคอลลอยด์ จะมองเห็นเป็นลำแสง หรือเกิดการกระเจิงของ แสง - นักเรียนส่วนใหญ่ ยกตัวอย่างปรากฏการณ์ ทินดอลล์ที่เกิดขึ้นใน ชีวิตประจำวันได้ พร้อม กับระบุสารที่เป็น คอลลอยด์ในเหตุการณ์ นั้น ๆ ได้ถูกต้องบางส่วน และคลาดเคลื่อน บางส่วน</p>		

ตารางที่ 9 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง สารละลายและการละลายของสาร
(องค์ประกอบของสารละลาย)

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
<p>ขั้นนำ</p> <p>1. ครูจัดสถานการณ์ โดยการนำน้ำใส่ใน ปีกเกอร์ แล้วให้ นักเรียนนำสาร ตัวอย่าง ได้แก่ น้ำตาลทรายและ แอลกอฮอล์ ใส่ลงไป</p>	<p>- นักเรียนช่วยกันระดม ความคิด จนสามารถ อธิบายได้ว่า สารที่เกิด การละลาย เรียกว่า ตัว ละลาย ส่วนสารที่ทำให้ สารอื่นเกิดการละลาย เรียกว่า ตัวทำละลาย</p>	<p>นักเรียนเสนอวิธีใน การศึกษา เรื่อง องค์ประกอบของ สารละลายไม่ได้</p>	<p>ครูใช้การถาม-ตอบ เพิ่มเติม จนนักเรียน เสนอวิธีที่เหมาะสม ในการหาคำตอบได้</p>

ตารางที่ 9 (ต่อ)

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
ในปีเกอร์แต่ละใบ จากนั้นใช้การถาม- ตอบถึงวิธีการระบุตัว ละลายและตัวทำ ละลาย	จากกรณีที่น่าน้ำตาล ทรายใสในปีเกอร์ที่ใส น้ำ แต่กรณีที่น่า แอลกอฮอล์ใสในน้ำ ไม่ สามารถบอกได้		
<u>ขั้นกิจกรรม</u>			
2. ให้นักเรียน ออกแบบกิจกรรม เรื่อง องค์ประกอบ ของสารละลาย โดย ให้เลือกสารด้วย ตนเอง จากนั้นครูและ นักเรียนร่วมกัน อภิปรายผลการทำ กิจกรรม	- นักเรียนสนใจผลการทำ กิจกรรมที่หลากหลาย ทั้ง กลุ่มของตนและกลุ่ม เพื่อน โดยมีทั้งการรวมตัว ของสารที่เกิดการละลาย และไม่ละลาย - นักเรียนจำนวนสองใน สามส่วนอธิบาย สารละลายที่เกิดจากการ รวมตัวของสารที่มีสถานะ ต่างกันได้ว่า การระบุตัว ทำละลายและตัวละลาย จะดูจากสถานะของ สารละลายว่า ถ้าสารมี สถานะเดียวกับ สารละลายแสดงว่าสาร นั้นเป็นตัวทำละลาย ส่วน สารอื่นเป็นตัวละลาย - นักเรียนจำนวนครึ่งหนึ่ง	นักเรียนไม่เข้าใจใน กรณีการรวมตัวของ สารที่มีสถานะ เหมือนกันโดยการทำ เหมือนกันว่าจะ ทราบได้อย่างไรว่า สารที่มีปริมาณ มากกว่าเป็นตัวทำ ละลายในกรณีที่สาร แต่ละชนิดที่นำมา รวมกันมีสีเดียวกัน	ครูสาธิตการรวมตัวของ สารที่มีสถานะ เหมือนกันโดยการทำ สารที่มีสีแตกต่างกัน อย่างชัดเจนมารวมกัน แล้วดูผลของสีที่รวมตัว กันว่ามีสีใกล้เคียงกับสี ที่มีปริมาณมากกว่า พร้อมกับแสดง แผนภาพประกอบการ อธิบาย

ตารางที่ 9 (ต่อ)

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
	อธิบายสารละลายที่เกิดขึ้นจากการรวมตัวของสารที่มีสถานะเหมือนกันได้ว่าการระบุตัวทำละลายและตัวละลายจะดูจากปริมาณของสารว่า ถ้าสารใดมีปริมาณมากกว่าเป็นตัวทำละลาย ส่วนสารที่มีปริมาณน้อยกว่าเป็นตัวละลาย		
<u>ขั้นสรุป</u>			
3. ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน เรื่อง องค์ประกอบของสารละลาย จากการถาม-ตอบ	นักเรียนจำนวนสองในสามส่วนสามารถอธิบายได้ว่า ถ้าตัวทำละลายมีสถานะต่างกันหรือสถานะเหมือนกัน สารใดเป็นตัวทำละลายหรือตัวละลาย	-	-

ตารางที่ 10 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง สารละลายและการละลายของสาร (การละลายของสารในตัวทำละลายที่ต่างกัน)

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
<u>ขั้นนำ</u>			
1. ครูทบทวนความรู้เดิม เรื่อง ตัวทำ	นักเรียนส่วนใหญ่ ยกตัวอย่างตัวทำละลาย	-	-

ตารางที่ 10 (ต่อ)

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
ละลาย ว่ามีสารใดบ้างเป็นตัวทำละลาย	ได้หลากหลาย - นักเรียนเข้าใจและสามารถอธิบายได้	-	-
2. ครูสร้างสถานการณ์ โดยการนำน้ำตาลทรายมาใส่ในปึกเกอร์ที่บรรจุน้ำ และปึกเกอร์ที่บรรจุแอลกอฮอล์ แล้วใช้การถาม-ตอบเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนหาวิธีการในการศึกษาเรื่อง การละลายของสารในตัวทำละลายที่ต่างกัน	เนื่องจากเห็นผลจากการสาธิตว่า น้ำตาลทรายละลายในน้ำและในแอลกอฮอล์ได้ไม่เหมือนกัน		
ขั้นกิจกรรม			
3. ให้นักเรียนออกแบบกิจกรรมเรื่อง การละลายของสารในตัวทำละลายที่ต่างกัน โดยให้เลือกสารด้วยตนเอง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม	นักเรียนจำนวนสองในสามส่วนสามารถอธิบายได้ว่า การละลายของสารแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับชนิดของตัวละลายและตัวละลาย โดยสารชนิดเดียวกันอาจละลายได้ในตัวทำละลายชนิดหนึ่ง แต่ไม่ละลายในตัวทำละลายอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งอาจ	นักเรียนบางกลุ่ม ออกแบบกิจกรรมไม่หลากหลายมากพอ	ครูให้นักเรียนกลุ่มที่ ออกแบบกิจกรรมไม่หลากหลายมากพอไปศึกษา แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนกลุ่มอื่น

ตารางที่ 10 (ต่อ)

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
	ละลายได้มากหรือน้อย แตกต่างกันออกไป - นักเรียนส่วนใหญ่ สามารถอธิบายได้ว่า ถ้า ต้องการให้สารเกิดการ ละลายได้เพิ่มขึ้นนั้น อาจ ทำได้โดยการเพิ่มหรือลด อุณหภูมิ		
<u>ขั้นสรุป</u>			
4. ครูตรวจสอบความ เข้าใจของนักเรียน เรื่อง การละลายของ สารในตัวทำละลายที่ ต่างกัน จากการถาม- ตอบ	นักเรียนจำนวนสองใน สามส่วนสามารถอธิบาย ได้ว่า ความสามารถใน การละลายของสาร ขึ้นกับชนิดของตัวทำ ละลายและตัวละลาย อุณหภูมิมีผลต่อการ ละลายของสาร และ นักเรียนสามารถ ยกตัวอย่างสารชนิด เดียวกันละลายในตัวทำ ละลายต่างชนิดกันได้ และยกตัวอย่างสารต่าง ชนิดกันละลายในตัวทำ ละลายชนิดเดียวกันได้ - นักเรียนจำนวนครึ่งหนึ่ง สามารถอธิบายถึงวิธีการ	-	-

ตารางที่ 10 (ต่อ)

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
	แก้ปัญหาสิ่งที่เกิดใน ชีวิตประจำวันจาก สถานการณ์เกี่ยวกับการ ละลายของสารในตัวทำ ละลายที่ต่างกันได้		

ตารางที่ 11 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
<p>ขั้นนำ</p> <p>1. ครูจัดสถานการณ์ ให้นักเรียนศึกษา โดย นำน้ำใส่ในบีกเกอร์ 2 บีกเกอร์ บีกเกอร์ที่ 1 ใส่สีผสมอาหาร ปริมาณน้อยกว่าบีก เกอร์ที่ 2 โดยนักเรียน ไม่ทราบว่าบีกเกอร์ใด มีปริมาณของสีผสม อาหารมากกว่า จากนั้นใช้การถาม- ตอบ</p>	<p>- นักเรียนเข้าใจและ สามารถอธิบายได้ว่า น้ำ เป็นตัวทำละลายและสี ผสมอาหารเป็นตัว ละลาย ซึ่งบีกเกอร์ทั้ง 2 ใบ มีปริมาณสีผสม อาหารไม่เท่ากัน โดยบีก เกอร์ใบที่ 2 มีปริมาณสี ผสมอาหารมากกว่า โดย สังเกตความเข้มข้นของสี</p> <p>- นักเรียนจำนวนสองใน สามส่วน สามารถระบุค่า ที่เป็นแนวคิดสารละลาย เข้มข้นและสารละลาย เจือจางได้</p>	<p>เมื่อครูถามเรื่อง หน่วยของความ เข้มข้นในแต่ละ ตัวอย่างพร้อมกับ ระบุตัวเลขลงไป นักเรียนไม่สามารถ ตอบหรืออธิบายได้</p>	<p>ครูทบทวนความรู้ เรื่อง หน่วยของความ เข้มข้นที่ใช้บ่อย ๆ เช่น กรัม ลูกบาศก์ เซนติเมตร และในการ ระบุตัวเลขจะระบุ ตัวเลขไม่เกินตัวเลข โดด เพื่อให้นักเรียน ค่อย ๆ ทำความเข้าใจ ในเนื้อหาที่เป็น คำนวณ</p>

ตารางที่ 11 (ต่อ)

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
<u>ขั้นกิจกรรม</u>			
2. ให้นักเรียน ออกแบบกิจกรรม เรื่อง ความเข้มข้น ของสารละลาย โดย ให้เตรียม สารละลายเองใน สัดส่วนเท่าใดก็ได้ โดยครูชี้แนะว่า นักเรียนควรบันทึก ผลให้ครบทุกหัวข้อ ซึ่งได้อภิปราย ร่วมกับนักเรียน ก่อนการทำ กิจกรรม จากนั้นครู และนักเรียน ร่วมกันอภิปรายผล การทำกิจกรรม	นักเรียนจำนวน ครึ่งหนึ่งสามารถ อธิบายได้ว่า สารละลายแต่ละชุด มีปริมาณตัวละลาย และตัวทำละลายที่ กรัมหรือก็ลูกบาศก์ เซนติเมตร และตัว ละลายและตัวทำ ละลายมีสถานะ ใดบ้าง	เมื่อครูเชื่อมโยง กับการคำนวณ ความเข้มข้นของ สารเป็นร้อยละ นักเรียนไม่เข้าใจ และไม่สามารถ เชื่อมโยงได้	ครูทบทวนความรู้ เรื่อง การ เทียบบัญญัติไตรยางศ์ แล้ว คำนวณตัวอย่างแรกๆ ไปพร้อม ๆ กับนักเรียน จากนั้นเมื่อ นักเรียนเข้าใจแล้ว จึงให้นักเรียน คำนวณเอง แต่ตัวเลขที่กำหนด จะเป็นตัวเลขที่มีค่าน้อย ๆ
<u>ขั้นสรุป</u>			
3. ครูตรวจสอบ ความเข้าใจของ นักเรียน เรื่อง ความ เข้มข้นของ สารละลาย จากการ ถาม-ตอบ	- นักเรียนจำนวน ครึ่งหนึ่งสามารถ อธิบายได้ว่า ความ เข้มข้นของ สารละลาย คือ ค่าที่ แสดงให้ทราบถึง ปริมาณของตัว ละลายที่มีอยู่ใน	-	-

ตารางที่ 11 (ต่อ)

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
	สาระละลาย - นักเรียนส่วนใหญ่ สามารถอธิบายคำว่า สาระละลายเข้มข้นและ สาระละลายเจือจางได้ - นักเรียนจำนวน ครึ่งหนึ่งสามารถ อธิบายการคำนวณ ความเข้มข้นของ สาระละลายได้ถูกต้อง บางส่วนและ คลาดเคลื่อนบางส่วน		

ตารางที่ 12 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง สาระละลายอิมิตัว

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
<u>ขั้นนำ</u>			
1. ครูจัดสถานการณ์ โดยให้นักเรียนนำ น้ำตาลทรายใส่ลงใน ปีกเกอร์ที่บรรจุน้ำ แล้วใช้การถาม-ตอบ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียน หาวิธีการทำกิจกรรม เรื่อง สาระละลายอิมิตัว	- นักเรียนส่วนใหญ่ สามารถอธิบายการ เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ และสามารถบอกได้ว่า ถ้านำสารชนิดอื่นใส่น้ำ แล้วคน อาจเกิดการ ละลายได้เหมือนหรือไม่ เหมือนกันก็ได้	-	-

ตารางที่ 12 (ต่อ)

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
<u>ขั้นกิจกรรม</u>			
2. ให้นักเรียน ออกแบบกิจกรรม เรื่อง สารละลายอิมิตัว โดยให้เลือกสารที่ สนใจ จากนั้นครูและ นักเรียนร่วมกัน อภิปรายผลการทำ กิจกรรม	- นักเรียนจำนวนสองใน สามส่วนอธิบายได้ว่า สารแต่ละชนิดเกิดการ ละลายได้ไม่เท่ากัน และ ถ้าต้องการให้สารที่ไม่ สามารถละลายได้ ให้ ละลายได้เพิ่มขึ้นทำโดย การนำไปให้ความร้อน แต่ถ้าปล่อยให้ สารละลายเย็นตัวลง สารละลายแต่ละชนิด เกิดการละลายได้น้อยลง และเกิดผลึกขึ้น และ อธิบายลักษณะของผลึก ได้ถูกต้องบางส่วน - นักเรียนจำนวนครึ่งหนึ่ง ระบุค่าที่เป็นแนวคิด สารละลายอิมิตัวได้	นักเรียนบันทึกผล การทำกิจกรรมเร็ว เกินไป จึงไม่เห็นผล การทำกิจกรรมที่ เกิดขึ้นจริง	ครูชี้แนะว่า การทำ กิจกรรมนี้ นักเรียน ต้องทิ้งระยะเวลาไว้ ก่อน จึงสามารถ บันทึกผลที่เกิดขึ้นได้
<u>ขั้นสรุป</u>			
3. ครูตรวจสอบความ เข้าใจของนักเรียน เรื่อง สารละลายอิมิตัว จากการถาม-ตอบ	- นักเรียนจำนวนครึ่งหนึ่ง สามารถอธิบาย สารละลายอิมิตัวว่า จะ เกิดเมื่อสารละลายที่มีตัว ละลายอยู่เต็มที่ จนไม่ สามารถละลายได้อีกที่ อุณหภูมิขณะนั้น และ	-	-

ตารางที่ 12 (ต่อ)

กิจกรรม	ผลการจัดกิจกรรม	ปัญหา	การปรับปรุง
	อธิบายลักษณะของผลึก ได้ - นักเรียนจำนวนครึ่งหนึ่ง อธิบายการตกผลึกได้ ถูกต้องบางส่วนและ คลาดเคลื่อนบางส่วน		

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบไม่กำหนดแนวทางของผู้วิจัย

ข้อมูลที่ได้จากบันทึกหลังสอน แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครูและการสัมภาษณ์นักเรียนสามารถนำมาวิเคราะห์ และสรุปเป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง ได้ดังนี้

1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาด้วยการสาธิต หรือใช้สถานการณ์จริงแล้วถามคำถาม เพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาที่จะสอนกับความรู้เดิม สามารถจูงใจให้นักเรียนเกิดความสนใจและเกิดความสงสัย และสามารถตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนได้

ตัวอย่างในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง “กายภาพ VS เคมี” โดยยกตัวอย่างสถานการณ์เกี่ยวกับสมบัติของสาร โดยการนำน้ำตาลทรายมาละลายในน้ำ แล้วให้นักเรียนสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น และใช้คำถามว่า สารเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลง พบว่า น้ำตาลละลายน้ำ และอธิบายได้ว่า สารเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว จากนั้นมีการใช้การถาม-ตอบเชื่อมโยงไปสู่สมบัติสารอื่นที่นักเรียนรู้จัก โดยให้นักเรียนได้ระดมความคิดและบอกสมบัติของสารเพิ่มเติม เช่น สี รสชาติ จุดเดือด จุดหลอมเหลว ความหนาแน่น การนำไฟฟ้า เป็นต้น หลังจากนั้นนักเรียนช่วยกันระดมความคิดเพื่อเสนอวิธีในการทดสอบการเปลี่ยนแปลงของสาร

ตัวอย่างในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องขนาดอนุภาคของสาร” ครูนำตัวอย่างสารมาให้ นักเรียนสังเกต แล้วใช้คำถามเชื่อมโยงกับความรู้เดิมโดยให้นักเรียนกำหนดเกณฑ์ในการจำแนกสาร จากนั้นให้นักเรียนนำสารใส่ในปิเกตอร์ แล้วให้มองด้ามปากกาโดยมองผ่านสารที่บรรจุในปิเกตอร์ แล้วถามและให้นักเรียนอธิบายว่า นักเรียนสามารถมองเห็นด้ามปากกาได้ชัดเจนหรือไม่ แล้วลักษณะของอนุภาคของสารมีผลอย่างไร โดยนักเรียนได้อธิบายลักษณะของสารที่นักเรียนมองผ่านแล้วเห็นและไม่เห็นด้ามปากกา ซึ่งส่งผลให้นักเรียนเห็นความแตกต่างของลักษณะอนุภาคของสารแล้วระดมความคิดในการหาวิธีตรวจสอบขนาดอนุภาคของสารแต่ละชนิด

ตัวอย่างในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง “สมบัติบางประการของคอลลอยด์” ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน โดยครูนำน้ำกลั่น น้ำมันพืช และน้ำส้มสายชู บรรจุลงในหลอดทดลอง แล้วใช้การถาม-ตอบเพื่อทบทวนความรู้ของนักเรียนว่า จากสารตัวอย่าง นักเรียนทราบหรือไม่ว่า สารแต่ละชนิดจัดอยู่ในสารประเภทใด จากนั้นครูนำหลอดทดลองที่บรรจุน้ำมันและน้ำอยู่มาแสดงให้นักเรียนสังเกต จากนั้นถามว่าจะเกิดอะไรขึ้น ถ้านำน้ำกลั่นมารวมกับน้ำมันพืช โดยครูสุ่มเลือกนักเรียนออกมาเทน้ำใส่ลงในหลอดที่บรรจุน้ำมันอยู่ แล้วเขย่า จากนั้นให้นักเรียนสังเกตผล แล้วถามนักเรียนว่า เพราะเหตุใดน้ำกับน้ำมันจึงไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกัน และจะอย่างไร เพื่อให้ น้ำกลั่นและน้ำมันพืชรวมตัวกัน นักเรียนจะระดมความคิดและได้ออกแบบกิจกรรม เพื่อหาวิธีในการทำให้สารรวมเป็นเนื้อเดียวกัน

ตัวอย่างในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง “ปรากฏการณ์ทินดอลล์” ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน โดยนำสารตัวอย่างจากการทำกิจกรรมในครั้งที่ผ่านมา อีกทั้งมีการเพิ่มเติมสารอื่นมาให้ นักเรียนศึกษาปรากฏการณ์ทินดอลล์ โดยสารที่นำมาให้ศึกษา ได้แก่ น้ำสลัด น้ำนม น้ำมันพืช น้ำส้มสายชู น้ำคลอง ไข่แดง น้ำสบู่ เป็นต้น แล้วใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมว่า จากตัวอย่างสารข้างต้น สารใดเป็นสารประเภทคอลลอยด์ และถ้าต้องการตรวจสอบว่าเป็นสารประเภทคอลลอยด์หรือไม่ นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบอย่างไร โดยครูใช้คำถามเพิ่มเติมเพื่อให้ นักเรียนหาวิธีในการตรวจสอบสารประเภทคอลลอยด์

ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนที่พบว่า การนำเข้าสู่บทเรียนโดยการถามคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ช่วยทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น สนใจ และอยากมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

“ชอบ เพราะว่าครูมีกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน แล้วได้คิดตาม” (นักเรียนจำนวน 8 คน)

“กิจกรรมมีความน่าสนใจ ทำให้อยากรู้ว่าจะสื่อความหมายถึงอะไร แล้วได้ออกมาทำกิจกรรมหรือมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม มีความสนุกและตื่นเต้น” (นักเรียนจำนวน 2 คน)

“กิจกรรมช่วงแรกมีความเชื่อมโยงต่อการเรียนหรือการทดลอง” (นักเรียนจำนวน 2 คน)

2. ให้นักเรียนออกแบบกิจกรรมด้วยตนเอง ในระยะแรกควรให้นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์หรือสารที่จะทำทดสอบด้วยตนเองในการทำชุดกิจกรรมที่ครูกำหนด แต่ครูอาจมีการชี้แนะในการบันทึกผลกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ตรงกับสิ่งที่ต้องการศึกษาและได้ข้อมูลครบทุกประเด็น จากนั้นจึงให้นักเรียนออกแบบการทดลองด้วยตนเอง

ตัวอย่างในแผนการจัดการเรียนรู้เรื่ององค์ประกอบของสารเนื้อเดียว หลังจากที่ครูนำตัวอย่างสารเนื้อเดียวบางชนิดมาให้นักเรียนสังเกตแล้วให้บอกองค์ประกอบของสารแต่ละชนิด จากนั้นให้นักเรียนออกแบบวิธีตรวจสอบว่าสารเนื้อเดียวแต่ละชนิดมีองค์ประกอบอะไรบ้าง โดยนักเรียนบางกลุ่มได้ออกแบบกิจกรรมโดยการนำสารตัวอย่างมาให้ความร้อนเป็นเวลา 10 นาที แล้วทำการบันทึกผลในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในรูปของกราฟ แล้วพิจารณาว่าสารแต่ละชนิดมีอุณหภูมิขณะเดือดคงที่หรือไม่คงที่ อย่างไร โดยนักเรียนสามารถแบ่งประเภทสารเนื้อเดียวจากสารที่มีจุดเดือดคงที่และจุดเดือดไม่คงที่

ตัวอย่างในแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องสารละลายอิมิตัว” โดยครูนำปึกเกอร์ใส่น้ำและน้ำตาลทรายจากนั้นสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาหน้าชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนนำน้ำตาลทรายใส่ลงในปึกเกอร์แล้วคน จากนั้นถามว่าสารจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าน้ำตาลทรายละลายน้ำ จากนั้นครูใช้การถาม-ตอบเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยว่าถ้านำสารชนิดอื่นใส่ในน้ำ แล้วคน สารจะเกิดการละลายเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร สารชนิดใดน่าจะละลายได้ดีที่สุด จากนั้นนักเรียนได้เลือกสารที่สนใจอย่างหลากหลาย แล้วได้ระดมความคิดเพื่อออกแบบการทำกิจกรรมเพื่อตรวจสอบการละลายของสารชนิดต่าง ๆ

ตัวอย่างในแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง“สมบัติบางประการของคอลลอยด์” โดยครูนำ น้ำกลั่น น้ำมันพืช และน้ำส้มสายชู บรรจุลงในหลอดทดลอง แล้วถามนักเรียนว่า จะเกิดอะไรขึ้น ถ้า นำน้ำกลั่นมารวมกับน้ำมันพืช แล้วให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยการเทน้ำใส่ลงในหลอด ที่บรรจุน้ำมันอยู่ แล้วเขย่า นักเรียนทำการสังเกต แล้วคิดต่อว่า เพราะเหตุใดน้ำกับน้ำมันจึงไม่รวม เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วจะทำอย่างไร เพื่อให้ น้ำกลั่นและน้ำมันพืชรวมตัวกัน จากนั้นก็ได้ทดสอบการ รวมตัวของสารชนิดอื่น ๆ ที่สนใจ ทำให้ทราบว่าสารใดทำหน้าที่เป็นตัวประสานและสามารถเรียก สารที่เกิดการรวมตัวนี้ว่าอะไร ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับสารประเภทใด

ตัวอย่างในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง “ปรากฏการณ์ทินดอลล์” ครูจัดกิจกรรมการเรียน การสอน โดยนำสารมาให้ศึกษา ได้แก่ น้ำสลัด น้ำมัน น้ำ น้ำมันพืช น้ำส้มสายชู น้ำคอลลอยด์ใส น้ำสบู่ เป็นต้น แล้วใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมว่า จากตัวอย่างสารข้างต้น สารใดเป็นสาร ประเภทคอลลอยด์ และถ้าต้องการตรวจสอบว่าเป็นสารประเภทคอลลอยด์หรือไม่ นักเรียนมีวิธีการ ตรวจสอบอย่างไร จากนั้นในขั้นกิจกรรมให้นักเรียนทำกิจกรรมตรวจสอบสารที่เป็นคอลลอยด์จาก วิธีการที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการสาธิตของครู แล้วได้เลือกออกแบบกิจกรรมเพิ่มเติมแล้วลงมือ ปฏิบัติ และมีการอภิปรายผลการทำกิจกรรมร่วมกัน

กิจกรรมในลักษณะนี้ส่งผลให้นักเรียนได้ฝึกการวางแผน การลงมือปฏิบัติ การสังเกต การวัด การรวบรวมข้อมูล คิดวิเคราะห์ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลที่นักเรียนรวบรวมมาได้นั้น เกิดจาก นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยถ้าข้อมูลที่ได้มานั้นไม่เหมือนกับเพื่อนในกลุ่มอื่น นักเรียน จะมีการอภิปราย ถกเถียง แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม เปรียบเทียบผลการทำกิจกรรมระหว่างกลุ่มของนักเรียนกับกลุ่มเพื่อน ทำให้เห็นถึงความผิดพลาด หรือผลการทำกิจกรรมที่อาจไม่ตรงกัน เมื่อได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน จะทำให้นักเรียนเห็นถึงสิ่งที่เกิดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น ส่งผลให้มีการปรับเปลี่ยนให้เกิดความถูกต้อง และเหมาะสม ซึ่งถ้าหาข้อสรุปได้ก็จะทำการปรับเปลี่ยนความคิดที่คลาดเคลื่อนจากหลักฐานและ เหตุผลที่เกิดจากการอภิปรายร่วมกันนั่นเอง ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจจากการลงมือปฏิบัติ มากกว่าการท่องจำ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่ว่า นักเรียนควรร่วมกันออกแบบการค้นคว้าและการ ลงมือปฏิบัติเพื่อตอบคำถามที่สงสัยด้วยตัวเอง การฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ด้วยตนเอง ซึ่งเป็น เทคนิคหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ที่ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนา แนวคิดได้ เนื่องจากเป็นการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงของตัวนักเรียนเองและเชื่อมโยงไป ยังการ แสวงหาคำตอบเพื่ออธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นอย่างมีเหตุผล(ไตรรัตน์ รัตนเดช 2551; ชื่นจิต แสนสุข 2553)

ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนที่พบว่า การให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ มีการคิด วิเคราะห์ การตัดสินใจ การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ทำให้นักเรียนเกิดการ เรียนรู้ได้ดีขึ้น ดังตัวอย่างต่อไปนี้

“มีการอภิปรายผลร่วมกัน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นที่ตอบไม่ตรงกัน แต่เมื่อเพื่อน อธิบายให้ฟัง ก็เข้าใจมากขึ้น” (นักเรียนจำนวน 9 คน)

“ได้ออกแบบการทำกิจกรรมด้วยตนเอง ทำให้ต้องใช้ความคิดและการตัดสินใจมาก” (นักเรียนจำนวน 3 คน)

“การระดมความคิดในการคิดหาวิธีการนั้น สมาชิกภายในกลุ่มร่วมมือกัน ปรึกษา เพื่อ หาวิธีการในการสำรวจตรวจสอบ” (นักเรียนจำนวน 5 คน)

“ช่วงแรก ครูจะจัดกิจกรรมที่น่าสนใจและสนุก ทำให้ได้คิดตามและพยายามหาวิธีการ ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งการหาวิธีการได้นั้น ครูจะเป็นผู้ช่วยในการถามคำถามเพื่อให้เห็น แนวทางในการแก้ปัญหา” (นักเรียนจำนวน 12 คน)

3. ครูใช้การถาม-ตอบ เพื่อให้นักเรียนสรุปแนวคิดเรื่องที่ศึกษา ซึ่ง ครูควรเปิดโอกาสให้ นักเรียนสร้างคำอธิบายด้วยตนเอง โดยการที่ครูถามคำถามกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันนั้น ส่งผลให้ได้รับความรู้ที่ถูกต้องสมบูรณ์ ส่วนประเด็นที่มีเนื้อหาเป็นนามธรรม ในการสรุปถาม-ตอบอาจ ต้องใช้สื่ออย่างอื่น เช่น รูปภาพการจำลองการจัดเรียงตัวของอนุภาค มาเป็นตัวแทนคำพูดในการ ถาม-ตอบนักเรียน

ตัวอย่างในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง “กายภาพ VS เคมี” ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียน สรุปแนวคิด ดังนี้ ครูถามว่า “สมบัติที่สังเกตได้จากลักษณะภายนอกหรือใช้เครื่องมือง่าย ๆ ในการ สังเกต ซึ่งเป็นสมบัติที่ไม่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี มีอะไรบ้าง แล้วเรียกสมบัตินี้ว่าอะไร” นักเรียน ตอบว่า “สี กลิ่น รสชาติ สถานะ การละลาย จุดเดือด จุดหลอมเหลว ซึ่งเราเรียกสมบัตินี้ว่า สมบัติ ทางกายภาพ” ครูถามว่า “สมบัติที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างภายในของสาร เป็นสมบัติที่สังเกตได้เมื่อ มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น มีอะไรบ้าง แล้วเรียกสมบัตินี้ว่าอะไร” นักเรียนตอบว่า “การทำปฏิกิริยากับ สารอื่น เช่น ความเป็นกรด-เบส การเกิดสนิม การให้ความร้อน เป็นต้น ซึ่งเราเรียกสมบัตินี้ว่า สมบัติ

ทางเคมี” ครูถามว่า “ความแตกต่างของสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีว่ามีอะไรบ้าง” นักเรียนตอบว่า “สมบัติทางกายภาพจะไม่มีสารใหม่เกิดขึ้น องค์ประกอบและสมบัติทางเคมีเหมือนเดิม ทำให้กลับมาเป็นสารเดิมได้ง่าย ส่วนสมบัติทางเคมีจะมีสารใหม่เกิดขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของโครงสร้างของสาร และทำให้กลับมาเป็นสารเดิมได้ยาก” ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนที่พบว่า หลังการทำกิจกรรม สามารถสรุปผลการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยครูช่วยอภิปรายผลการทำกิจกรรม ครูใช้คำถามถาม เมื่อตอบแล้ว สามารถสรุปเป็นแนวคิดได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

“หลังการทำกิจกรรม สามารถอธิบายได้ว่าผลเป็นอย่างไร เช่น สามารถแบ่งสารตามขนาดอนุภาคได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ สารแขวนลอย คอลลอยด์ และสารละลาย” (นักเรียนจำนวน 10 คน)

ลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว สอดคล้องกับแนวคิดที่ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง เป็นกระบวนการที่นักเรียนถูกกระตุ้นความสนใจด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์ สถานการณ์จริง หรือการสาธิตเพื่อเสนอปัญหา จากนั้นนักเรียนค้นหาหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบายในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ มีการวางแผนแก้ปัญหา โดยครูเป็นผู้แนะแนวทาง ระบุแหล่งความรู้ จากนั้นดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ จากนั้นรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ดูแลร่วมการอภิปรายเพื่อให้ได้ความรู้ที่ถูกต้องสมบูรณ์ โดยนักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่เป็นข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ และสามารถอธิบายความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้ (Carin and Sund, 1980 อ้างในพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2544; NRC, 2000) ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนที่พบว่า การที่ครูเป็นผู้ดูแลร่วมการอภิปรายทำให้ได้ความรู้ที่ถูกต้องสมบูรณ์ เนื่องจากถ้านักเรียนทำการสรุปความรู้ด้วยตนเองโดยไม่มีครูเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือ อาจทำให้ความรู้ที่ได้มาขาดความสมบูรณ์และอาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

“การสรุปผลการทำกิจกรรมต้องให้ครูเป็นผู้ถามคำถามเพื่อชี้แนะแนวทางในการสรุปผลการทำกิจกรรม” (นักเรียนจำนวน 10 คน)

“ตอนแรกไม่รู้ว่าจะต้องทำการสรุปผลการทำกิจกรรมอย่างไร แต่พอครูแนะนำก็สามารถสรุปผลได้” (นักเรียนจำนวน 2 คน)

ตอนที่ 2 การพัฒนาแนวคิด เรื่องสารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสารของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง จากแบบวัดแนวคิดแบบเลือกตอบ เรื่อง สารและสมบัติของสาร ใบงาน/ใบกิจกรรม เรื่อง สารและสมบัติของสาร และการสัมภาษณ์นักเรียน ผู้วิจัยนำเสนอผลการศึกษาดังรายละเอียดต่อไปนี้

ผลจากการวิเคราะห์แนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร ซึ่งประกอบด้วยแนวคิดเรื่อง สมบัติของสารทางกายภาพและเคมีของสาร สถานะและการจัดเรียงอนุภาคของสาร การจำแนก สารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ การจำแนกสารโดยใช้ขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์ อิมัลชัน ปრაกฏการณ์ ทินดอลล์ สารละลาย และความเข้มข้นของสารละลาย พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 58.25 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (SU) รองลงมา มีแนวคิด วิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU&MU) ร้อยละ 30.00 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน จากแนวคิดวิทยาศาสตร์ (CM) ร้อยละ 6.00 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) ร้อยละ 4.25 และไม่ตอบคำถาม (WA) ร้อยละ 1.50 ตามลำดับ แนวคิดที่นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ ถูกต้องมากที่สุด คือ อิมัลชัน รองลงมา คือ การจำแนกโดยใช้ขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์ ปრაกฏการณ์ทินดอลล์ สารละลาย สมบัติทางกายภาพและเคมีของสาร การจำแนกสารโดยใช้เนื้อ สารเป็นเกณฑ์ ความเข้มข้นของสารละลาย และสถานะและการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะ ต่าง ๆ ตามลำดับ และแนวคิดที่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์มากที่สุด คือ สถานะและการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะต่าง ๆ ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 จำนวนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร ในระดับต่าง ๆ

ชื่อแนวคิด	ระดับแนวคิด									
	SU		PU		PU&MU		CM		WA	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
สมบัติทางกายภาพและเคมีของสาร	45	56.25			25	31.25	10	12.50		
สถานะและการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะต่างๆ	13	32.50	17	42.50	6	15.00			4	10.00
การจำแนกสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์	21	52.50			19	47.50				
การจำแนกสารโดยใช้ขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์	28	70.00			12	30.00				
อิมัลชัน	29	72.50			2	5.00	9	22.50		
ปรากฏการณ์ทินดอลล์	27	67.50			9	22.50	4	10.00		
สารละลาย	53	66.25			25	31.25			2	2.50
ความเข้มข้นของสารละลาย	17	42.50			22	55.00	1	2.50		
รวม	233	58.25	17	4.25	120	30.00	24	6.00	6	1.50

หมายเหตุ: แนวคิดวิทยาศาสตร์ (SU) แนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) แนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU&MU) แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ (CM) และไม่ตอบคำถาม (WA)

เมื่อแยกพิจารณาในแต่ละแนวคิด พบว่ามีรายละเอียดแตกต่างกัน ดังนี้

1. แนวคิด เรื่อง สมบัติทางกายภาพและเคมีของสาร

จากการจัดการเรียนการสอนโดยการยกตัวอย่างสถานการณ์ เรื่อง สมบัติของสาร โดยการนำน้ำตาลมาละลายในน้ำ แล้วให้นักเรียนสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นและอธิบาย จากนั้นใช้คำถามกระตุ้นความคิดว่าสารเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง โดยเชื่อมโยงกับเรื่องสมบัติของสาร จากนั้นให้นักเรียนทดสอบสมบัติของสาร โดยระบุลักษณะของสารอย่างละเอียด และอภิปรายผลร่วมกัน ผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 56.25 มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SU) โดยสามารถอธิบายได้ว่าสมบัติทางกายภาพ เป็นสมบัติที่เมื่อสารเกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของสาร ยังคงเหมือนเดิม และนักเรียนสามารถยกตัวอย่างสมบัติทางกายภาพได้ เช่น ดินมีลักษณะเป็นสารเนื้อผสม แอลกอฮอล์มีจุดเดือดที่ 78.5°C ส่วนสมบัติทางเคมี เป็นสมบัติที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสาร เมื่อสารเกิดการเปลี่ยนแปลงจะกลับเป็นสารเดิมได้ยาก มีสารใหม่เกิดขึ้น และนักเรียนสามารถยกตัวอย่างสมบัติทางเคมีได้ เช่น การเกิดสนิมของตะปู เศษอาหาร บูดเน่า

ผลการวิจัยที่ได้จากแบบวัดแนวคิดสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ใบงาน/ใบกิจกรรม และการสัมภาษณ์แนวคิด พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

จากใบกิจกรรมที่ถามเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพว่า หลังจากนำสารไปละลายน้ำ สารจะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร นักเรียนจำนวนครึ่งหนึ่ง สามารถตอบได้ถูกต้องว่า “สารบางชนิดยังคงลักษณะเดิมแต่บางชนิดอาจเปลี่ยนรูปร่างหรือสถานะไป เช่น น้ำตาลละลายน้ำ แต่ยังมีรสหวานอยู่เหมือนเดิม หินปูนไม่ละลายน้ำและมีรูปร่างเหมือนเดิม และเมื่อเติมกรดน้ำส้มลงไป พบว่า หินปูนทำปฏิกิริยากับกรดน้ำส้ม เกิดฟองแก๊สและเมื่อให้ความร้อนกับสารชนิดต่างๆ พบว่า น้ำตาลหลอมเหลวและติดไฟ ส่วนน้ำมันพืชและเอทานอล ติดไฟ”

จากใบงานที่ถามเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพและเคมีว่า ข้อความใดเป็นสมบัติทางกายภาพและเคมี นักเรียนจำนวนสามในสี่ส่วน สามารถตอบได้ถูกต้องว่า “ดอกไม้มีกลิ่นหอม

ถ่านมีสีดำ น้ำเป็นของเหลวใส ไม่มีสี สีผสมอาหารละลายน้ำ เป็นสมบัติทางกายภาพ ส่วนสังกะสี เกิดการฟุ้งร่อน การจุดไฟเผาขยะ เป็นสมบัติทางเคมี”

จากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพและเคมี นักเรียนจำนวน หนึ่งคน สามารถตอบได้ถูกต้องว่า “สมบัติของสารจำแนกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมี โดยสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น รส สถานะ เนื้อสาร สมบัติทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด-เบส จุดหลอมเหลว จุดเดือด โดยสมบัติทางกายภาพจะไม่มีสารใหม่เกิดขึ้น องค์ประกอบและสมบัติทางเคมีเหมือนเดิม ทำให้กลับมาเป็นสารเดิมได้ง่าย ส่วนสมบัติทางเคมีจะมีสารใหม่เกิดขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของโครงสร้างของสาร ทำให้กลับมาเป็นสารเดิมได้ยาก”

อย่างไรก็ตามยังพบว่า นักเรียนร้อยละ 31.25 มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน(PU&MU) โดยนักเรียนมีแนวคิด เรื่อง ตัวอย่างสมบัติทางกายภาพและเคมีได้ ถูกต้องว่า ตัวอย่างสมบัติทางกายภาพ เช่น ดินมีลักษณะเป็นสารเนื้อผสม ดอกไม้มีกลิ่นหอม ตัวอย่างสมบัติทางเคมี เช่น การเกิดสนิมของตะปู หินปูนเกิดฟองแก๊สเมื่อใส่ลงในสารละลายกรด ส่วนแนวคิด เรื่อง ความหมายของสมบัติทางกายภาพและเคมี และตัวอย่างสมบัติทางกายภาพและเคมีบางตัวอย่าง นักเรียนยังมีความคลาดเคลื่อน ดังนี้ สมบัติทางกายภาพ เป็นสมบัติที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสาร ตัวอย่างสมบัติทางกายภาพ เช่น เศษอาหารบดเน่า การเผาไหม้ของขยะ ส่วนสมบัติทางเคมี เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของสารยังคงเหมือนเดิม เช่น แอลกอฮอล์มีจุดเดือดที่ 78.5°C น้ำมีความหนาแน่นเท่ากับ 1 g/cm^3 ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากใบงาน/ใบกิจกรรม และการสัมภาษณ์ ดังนี้

จากใบกิจกรรมที่ถามเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพว่า หลังจากนำสารไปละลายน้ำ สาร จะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร นักเรียนจำนวนหนึ่งในสามส่วน สามารถตอบได้ถูกต้อง บางส่วนว่า “หลังจากนำสารไปละลายน้ำ สารมีลักษณะเปลี่ยนไป เช่น น้ำตาลละลายน้ำ แต่บางชนิดไม่ละลายน้ำหรือไม่เปลี่ยนแปลง เช่น หินปูนไม่ละลายน้ำ แต่นักเรียนไม่ได้อธิบายถึงตัวอย่างอื่น”

จากใบงานที่ถามเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพและเคมีว่า ข้อความใดเป็นสมบัติทางกายภาพและเคมี นักเรียนจำนวนหนึ่งในสามส่วน สามารถตอบได้ถูกต้องว่า “ดอกไม้มีกลิ่นหอม

ถ่านมีสีดำ น้ำเป็นของเหลวใส ไม่มีสี เป็นสมบัติทางกายภาพ ส่วนสังกะสีเกิดการผุกร่อน การจุดไฟเผาขยะ เป็นสมบัติทางเคมี” ส่วนแนวคิดที่นักเรียนตอบแล้วมีความคลาดเคลื่อน นักเรียนตอบว่า “สีผสมอาหารละลายน้ำ ได้เป็นสมบัติทางเคมี”

จากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพและเคมี พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบได้ถูกต้องว่า “ตัวอย่างสมบัติทางกายภาพ เช่น การเปลี่ยนสถานะ สี กลิ่น รส เป็นต้น ส่วนสมบัติทางเคมี สารจะเกิดการเปลี่ยนแปลง มีสารใหม่เกิดขึ้น เช่น การติดไฟ การเกิดสนิม การเปลี่ยนแปลงทางเคมี เป็นต้น” แต่มีนักเรียนจำนวนหนึ่งในสามส่วน มีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดยนักเรียนตอบว่า “สมบัติทางกายภาพ เป็นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสาร”

2. แนวคิด เรื่อง สถานะและการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะต่าง ๆ

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยให้นักเรียนจำแนกสารตัวอย่างที่กำหนดให้โดยใช้เกณฑ์ที่นักเรียนกำหนด จากนั้นให้นักเรียนสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายการจัดเรียงอนุภาคของสารในแต่ละสถานะ ผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 42.50 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าสมบัติของสารในสถานะของแข็งมีรูปร่างแน่นอนอนปริมาตรคงที่ มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมากที่สุด สมบัติของสารในสถานะของเหลวมีรูปร่างเปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ ปริมาตรคงที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคค่อนข้างมาถละไหลได้ สมบัติของสารในสถานะแก๊ส อนุภาคเคลื่อนที่ได้ แต่มีปริมาตรไม่คงที่ ฟูกระจายได้ แต่นักเรียนไม่ได้อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของสารในสถานะของแข็งว่ามีอนุภาคชิดกันมากที่สุด และสมบัติของสารในสถานะแก๊สว่า อนุภาคของสารอยู่ห่างกันมากและไหลได้

ผลการวิจัยที่ได้จากแบบวัดแนวคิดสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ใบงาน/ใบกิจกรรม และการสัมภาษณ์แนวคิด พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

จากใบกิจกรรมที่ถามเกี่ยวกับสถานะของสารว่า แบบจำลองการจัดเรียงตัวระหว่างอนุภาคของสารในแต่ละสถานะเป็นอย่างไร นักเรียนจำนวนครึ่งหนึ่ง สามารถตอบได้ถูกต้องแบบไม่สมบูรณ์ว่า “แบบจำลองการจัดเรียงตัวระหว่างอนุภาคของสารในสถานะของแข็งจะเป็นระเบียบ ใน

สถานะของเหลวและแก๊ส จะจัดเรียงไม่เป็นระเบียบ แต่นักเรียนไม่ได้กล่าวถึงลักษณะการจัดเรียงตัวของอนุภาค”

จากใบงานที่ถามเกี่ยวกับลักษณะของสารแต่ละสถานะว่า แบบจำลองการจัดเรียงตัวระหว่างอนุภาคของสารในแต่ละสถานะเป็นอย่างไร นักเรียนจำนวนครึ่งหนึ่ง สามารถตอบได้ถูกต้องแบบไม่สมบูรณ์ว่า “ลักษณะของสารในสถานะของแข็ง ได้แก่ รูปร่างคงที่ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารมีค่ามาก ปริมาตรของสารคงที่ แต่ไม่ได้ตอบว่า มีอนุภาคชิดกันมากที่สุด ลักษณะของสารในสถานะแก๊ส ได้แก่ ฟุ้งกระจายได้ อนุภาคของสารอยู่ห่างกัน รูปร่างไม่คงที่ ปริมาตรของสารไม่คงที่ อนุภาคของสารเคลื่อนที่ได้ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารน้อยมาก แต่ไม่ได้ตอบว่า อนุภาคของสารอยู่ห่างกันมากและไหลได้”

จากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับสถานะของสาร นักเรียนจำนวนครึ่งหนึ่ง สามารถตอบได้ถูกต้องแบบไม่สมบูรณ์ว่า “สารในสถานะของแข็ง มีช่องว่างระหว่างอนุภาคน้อย จึงเคลื่อนไหวได้ยาก สารในสถานะของเหลว มีช่องว่างระหว่างอนุภาคมากกว่าของแข็ง จึงอยู่กันอย่างหลวมๆ ส่วนสารในสถานะแก๊ส มีช่องว่างระหว่างอนุภาคน้อยมาก จึงเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระและฟุ้งกระจาย”

อย่างไรก็ตามยังพบว่า นักเรียนร้อยละ 32.50 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (SU) โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้เพิ่มเติมจากกลุ่ม PU ได้ว่าสมบัติของสารในสถานะของแข็ง มีอนุภาคชิดกันมากที่สุด และสมบัติของสารในสถานะแก๊ส อนุภาคของสารอยู่ห่างกันมากและไหลได้ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากใบงาน/ใบกิจกรรม และการสัมภาษณ์ ดังนี้

จากใบกิจกรรมที่ถามเกี่ยวกับแบบจำลองการจัดเรียงตัวระหว่างอนุภาคของสารว่า เมื่อเปรียบเทียบแบบจำลองการจัดเรียงตัวระหว่างอนุภาคของสารในแต่ละสถานะจะมีลักษณะเป็นอย่างไร นักเรียนจำนวนครึ่งหนึ่ง สามารถตอบได้ถูกต้องว่า “แบบจำลองการจัดเรียงตัวระหว่างอนุภาคของสารในสถานะของแข็งจะจัดเรียงชิดกันมากที่สุด รองลงมาเป็นสถานะของเหลว และสารในสถานะแก๊ส ตามลำดับ”

จากใบงานที่ถามเกี่ยวกับลักษณะของสารแต่ละสถานะว่า แบบจำลองการจัดเรียงตัวระหว่างอนุภาคของสารในสถานะของแข็งเป็นอย่างไร นักเรียนจำนวนหนึ่งในสี่ สามารถตอบได้

ถูกต้องว่า “ลักษณะของสารในสถานะของแข็ง ได้แก่ รูปร่างคงที่ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารมีค่ามาก อนุภาคของสารอยู่ชิดกันมากที่สุด ปริมาตรของสารคงที่ ส่วน แบบจำลองการจัดเรียงตัวของอนุภาคของสารในสถานะแก๊สเป็นอย่างไร นักเรียนสามารถตอบได้ถูกต้องว่า “ลักษณะของสารในสถานะแก๊ส ได้แก่ ฟู่งกระจายได้ อนุภาคของสารอยู่ห่างกัน รูปร่างไม่คงที่ ปริมาตรของสารไม่คงที่ อนุภาคของสารเคลื่อนที่ได้ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารน้อยมาก มีสมบัติการไหล”

จากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับสถานะของสาร นักเรียนจำนวนหนึ่งในสี่ สามารถตอบได้ถูกต้องว่า “เมื่อเปรียบเทียบช่องว่างระหว่างอนุภาคของสาร ได้แก่ ของแข็ง < ของเหลว < แก๊ส” และเมื่อเปรียบเทียบแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสาร นักเรียนตอบได้ถูกต้องว่า “เมื่อเปรียบเทียบแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสาร ได้แก่ ของแข็ง > ของเหลว > แก๊ส”

3. แนวคิด เรื่อง การจำแนกสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยให้นักเรียนจำแนกสารโดยใช้เกณฑ์ที่นักเรียนกำหนด จากนั้นให้นักเรียนสังเกตลักษณะเนื้อสารว่ามีความกลมกลืนกันหรือไม่ และให้วิเคราะห์องค์ประกอบของสารตัวอย่างแต่ละชนิด จากนั้นร่วมกันอภิปรายลักษณะของเนื้อสาร ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 52.50 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (SU) โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่า สารเนื้อเดียว จะมองเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน เช่น น้ำนม น้ำตาลทราย อากาศ ส่วนสารเนื้อผสม จะมองเห็นเนื้อสารคละกัน เช่น น้ำคลอง น้ำมะขามเปียก น้ำอบไทย

ผลการวิจัยที่ได้จากแบบวัดแนวคิดสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ใบงาน/ใบกิจกรรม และการสัมภาษณ์แนวคิด พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

จากใบกิจกรรมที่ถามเกี่ยวกับเนื้อสารว่า ลักษณะของสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสมเป็นอย่างไร นักเรียนจำนวนครึ่งหนึ่ง สามารถตอบได้ถูกต้องว่า “สารเนื้อเดียว คือ สารที่มีเนื้อสารกลมกลืนกัน เมื่อสังเกตด้วยตาเปล่าไม่สามารถบอกได้ชัดเจน เนื่องจากเมื่อสังเกตด้วยตาเปล่าจะเห็นสารเป็นเนื้อเดียวกันทั้งหมด แต่อาจจะบุงจำนวนหรือชนิดของสารที่องค์ประกอบได้บ้าง และ

สารเนื้อผสม คือ สารที่มีเนื้อสารไม่กลมกลืนกัน มีองค์ประกอบมากกว่า 1 ชนิด ซึ่งจากการสังเกตเนื้อสาร พบว่า มีสารมากกว่า 1 ชนิด ปนกันอยู่”

จากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับเนื้อสาร นักเรียนจำนวนครึ่งหนึ่ง สามารถตอบได้ถูกต้องว่า “สารเนื้อเดียว อาจประกอบด้วยสารเพียงชนิดเดียวหรือมากกว่า 1 ชนิดก็ได้ ส่วนสารเนื้อผสม ประกอบด้วยสารมากกว่า 1 ชนิด”

อย่างไรก็ตามยังพบว่า นักเรียนร้อยละ 47.50 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU&MU) โดยนักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่า สารเนื้อผสมเป็นสารที่มีองค์ประกอบ 2 ชนิดเท่านั้น น้ำอบไทยเป็นสารเนื้อเดียว และอากาศ น้ำปลา น้ำมัน น้ำยาปรับผ้านุ่ม เป็นสารเนื้อผสม ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากใบงาน/ใบกิจกรรม และการสัมภาษณ์ ดังนี้

จากใบกิจกรรมที่ถามเกี่ยวกับเนื้อสารว่า ลักษณะของสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสมเป็นอย่างไร นักเรียนจำนวนครึ่งหนึ่ง สามารถตอบได้ถูกต้องว่า “สารเนื้อเดียว คือ สารที่มีเนื้อสารกลมกลืนกัน และสารเนื้อผสม คือ สารที่มีเนื้อสารไม่กลมกลืนกัน มีองค์ประกอบมากกว่า 1 ชนิด ซึ่งจากการสังเกตเนื้อสาร พบว่ามีสารมากกว่า 1 ชนิด ปนกันอยู่” ส่วนแนวคิดที่นักเรียนตอบแล้วมีความคลาดเคลื่อน นักเรียนตอบว่า “สารเนื้อเดียว มีองค์ประกอบเพียง 1 ชนิด เท่านั้น”

จากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับเนื้อสาร นักเรียนจำนวนครึ่งหนึ่ง สามารถตอบได้ถูกต้องว่า “ตัวอย่างของสารเนื้อเดียว เช่น น้ำตาลทราย เกลือ ส่วนสารเนื้อผสม ประกอบด้วยสาร 2 ชนิด ขึ้นไป เช่น น้ำคลอง” ส่วนแนวคิดที่นักเรียนตอบแล้วมีความคลาดเคลื่อน นักเรียนตอบว่า “สารเนื้อเดียว ประกอบด้วยสารเพียง 1 ชนิด ตัวอย่างของสารเนื้อผสม เช่น อากาศ”

4. แนวคิด เรื่อง การจำแนกสารโดยใช้ขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยนำตัวอย่างสารมาให้ให้นักเรียนสังเกต เช่น น้ำสี น้ำเต้าหู้ น้ำกลั่น น้ำแป้งสุก น้ำแป้งดิบ แล้วให้นักเรียนสังเกต อธิบาย และใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะของสารแต่ละชนิดที่มองผ่านวัตถุว่าสารแต่ละชนิดมีขนาดอนุภาคแตกต่างกัน จากนั้นให้นักเรียนทำกิจกรรมจำแนกสารโดยใช้กระดาษกรองและกระดาษ

เซลโลเฟน และอภิปรายผลร่วมกัน ผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 70.00 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (SU) โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่า สารแขวนลอยจะมีตะกอนตกค้างอยู่ด้านบน กระดาษกรองและกระดาษเซลโลเฟน และเมื่อตั้งทิ้งไว้จะตกตะกอน คอลลอยด์จะไม่มีสารตกค้างอยู่ด้านบนกระดาษกรอง แต่มีสารตกค้างบนด้านบนกระดาษเซลโลเฟน และเมื่อตั้งทิ้งไว้จะไม่ตกตะกอน สารละลายจะไม่มีสารตกค้างอยู่ด้านบนกระดาษกรองและกระดาษเซลโลเฟน และเมื่อตั้งทิ้งไว้จะไม่ตกตะกอน

ผลการวิจัยที่ได้จากแบบวัดแนวคิดสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ใบงาน/ใบกิจกรรม และการสัมภาษณ์แนวคิด พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

จากใบงานที่ถามเกี่ยวกับประเภทของสารแขวนลอย คอลลอยด์ และสารละลายว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นสารประเภทใด นักเรียนจำนวนสามในสี่ส่วน สามารถตอบได้ถูกต้องว่า “สารแขวนลอย เมื่อตั้งทิ้งไว้จะตกตะกอน อนุภาคมีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 10^{-4} เซนติเมตร ไม่สามารถผ่านทั้งกระดาษกรองและเซลโลเฟน ได้แก่ น้ำคลอง น้ำแป้งดิบ น้ำอบไทย คอลลอยด์สามารถผ่านกระดาษกรอง แต่ไม่ผ่านกระดาษเซลโลเฟน อนุภาคมีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง $10^{-7} - 10^{-4}$ เซนติเมตร ได้แก่ น้ำเต้าหู้ น้ำสลัด เกล็ด และสารละลาย สามารถผ่านได้ทั้งกระดาษกรองและกระดาษเซลโลเฟน สามารถผ่านเซลโลเฟนได้ ได้แก่ น้ำอัดลม น้ำหวาน น้ำเกลือ”

จากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับสถานะของสาร นักเรียนจำนวนสามในสี่ส่วน สามารถตอบได้ถูกต้องว่า “เมื่อจำแนกสารตามขนาดอนุภาคสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ สารแขวนลอย คอลลอยด์และสารละลาย ตัวอย่างสารแขวนลอย เช่น น้ำคลองน้ำขี้เถ้า น้ำอบไทย ยกตัวอย่างคอลลอยด์ เช่น นํ้านม นํ้าสบู่ นํ้าผงซักฟอก ยกตัวอย่างสารละลาย เช่น นํ้าเกลือ นํ้าเชื่อม นํ้าสีผสมอาหาร”

อย่างไรก็ตามยังพบว่า นักเรียนร้อยละ 30.00 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU&MU) โดยนักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน คือ นักเรียนไม่สามารถอธิบายลักษณะสารที่เป็นคอลลอยด์ได้ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากใบงาน/ใบกิจกรรม และการสัมภาษณ์ ดังนี้

จากใบงานที่ถามเกี่ยวกับประเภทของสารแขวนลอย คอลลอยด์ และสารละลายว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นสารประเภทใด นักเรียนจำนวนหนึ่งในสี่ส่วน สามารถตอบได้ถูกต้อง บางส่วนว่า “สารแขวนลอย เมื่อทิ้งไว้จะตกตะกอน ไม่สามารถผ่านทั้งกระดาษกรองและเซลโลเฟน ได้แก่ น้ำคลอง น้ำแป้งดิบ น้ำอบไทย” ส่วนแนวคิดที่นักเรียนตอบแล้วมีความคลาดเคลื่อน นักเรียนตอบว่า “ตัวอย่างของสารแขวนลอย ได้แก่ น้ำเต้าหู้ น้ำสลัด เยลลี่ และสารที่เป็นคอลลอยด์ สามารถผ่านกระดาษกรองและผ่านกระดาษเซลโลเฟนได้และไม่สามารถบอขนาดอนุภาคของ คอลลอยด์ได้ว่า มีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง $10^{-7} - 10^{-4}$ เซนติเมตร”

จากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับประเภทของสารแขวนลอย คอลลอยด์ และ สารละลาย นักเรียนจำนวนหนึ่งในสี่ส่วน สามารถตอบได้ถูกต้องบางส่วนว่า “สารแขวนลอยที่รู้จัก ได้แก่ น้ำคลอง น้ำโคลน น้ำขี้เถ้า น้ำแกงส้ม สารละลายที่รู้จัก ได้แก่ น้ำเกลือ น้ำเชื่อม น้ำสี น้ำต่างทับทิม” ส่วนแนวคิดที่นักเรียนตอบแล้วมีความคลาดเคลื่อน นักเรียนตอบว่า “คอลลอยด์ที่รู้จัก ได้แก่ น้ำแป้งดิบ น้ำอบไทย”

5. แนวคิด เรื่อง อิมัลชัน

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยให้นักเรียนสังเกตและอธิบายสารตัวอย่างที่ครูนำมา ได้แก่ น้ำและน้ำมันพืช แล้วให้ออกมาทำกิจกรรมเกี่ยวกับการนำสาร 2 ชนิด มาผสมกัน แต่ไม่สามารถรวมกันได้ จากนั้นใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียนว่า จะทำอย่างไรเพื่อให้สารมารวมกันได้ นักเรียนจะได้ระดมความคิด ออกแบบกิจกรรม จากนั้นทำกิจกรรมและอภิปรายผลการทำกิจกรรมร่วมกัน ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 72.50 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์(SU) โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่า อิมัลชัน เป็นการรวมตัวของสารที่ไม่สามารถรวมตัวกันได้ แต่เมื่อเติมสารที่เป็นตัวประสานสามารถรวมตัวกันได้ และอิมัลซิฟายเออร์ ทำหน้าที่เป็นตัวประสาน พร้อมกับระบุตัวอย่างสารที่เป็นอิมัลชันและอิมัลซิฟายเออร์ได้ถูกต้อง เช่น อิมัลชัน คือ น้ำสลัด เกิดจากการรวมตัวของน้ำส้มสายชูกับน้ำมันพืช โดยมีไข่แดง เป็นอิมัลซิฟายเออร์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวประสาน

ผลการวิจัยที่ได้จากแบบวัดแนวคิดสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ใบงาน/ ใบกิจกรรม และการสัมภาษณ์แนวคิด พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

จากใบงานที่ถามเกี่ยวกับอิมัลชัน ส่วนประกอบของอิมัลชัน และอิมัลซิฟายเออร์ที่สัมพันธ์กัน โดยให้นักเรียนโยงเส้นเชื่อมระหว่างอิมัลชัน ส่วนประกอบของอิมัลชัน และอิมัลซิฟายเออร์ นักเรียนจำนวนสามในสี่ส่วน สามารถตอบได้ถูกต้องว่า “อิมัลชัน คือ น้ำมัน ซึ่งเกิดจากการรวมตัวของไขมันสัตว์กับน้ำ โดยมีโปรตีนเคซีน เป็นอิมัลซิฟายเออร์ อิมัลชัน ได้แก่ น้ำสลัด ซึ่งเกิดจากการรวมตัวของน้ำมันพืชกับน้ำส้มสายชู โดยมีไข่แดง เป็นอิมัลซิฟายเออร์ เป็นต้น”

จากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับอิมัลชัน ส่วนประกอบของอิมัลชัน และอิมัลซิฟายเออร์ นักเรียนจำนวนสามในสี่ส่วนสามารถตอบได้ถูกต้องว่า “อิมัลชัน เป็นสารที่มีลักษณะเป็นของเหลวขุ่น เนื้อสารเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่แยกชั้น ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับสารประเภทคอลลอยด์ สารที่เติมลงไปทำหน้าที่เป็นตัวประสาน เรียกว่า อิมัลซิฟายเออร์”

อย่างไรก็ตามยังพบว่า นักเรียนร้อยละ 22.50 มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ (CM) โดยนักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน คือ นักเรียนไม่สามารถระบุตัวอย่างสารที่เป็นอิมัลชันและอิมัลซิฟายเออร์ได้ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากใบงาน/ใบกิจกรรม และการสัมภาษณ์ ดังนี้

จากใบกิจกรรมที่ถามเกี่ยวกับอิมัลชันและอิมัลซิฟายเออร์ นักเรียนจำนวนหนึ่งในสี่ส่วน มีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่า “ไข่แดง น้ำมันพืช และน้ำส้มสายชู เป็นตัวประสานร่วมกันจนรวมตัวกลายเป็นน้ำสลัด”

จากใบงานที่ถามเกี่ยวกับอิมัลชัน ส่วนประกอบของอิมัลชัน และอิมัลซิฟายเออร์ที่สัมพันธ์กัน นักเรียนจำนวนหนึ่งในสี่ส่วน มีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่า “อิมัลซิฟายเออร์ ได้แก่ น้ำมัน ซึ่งเกิดจากการรวมตัวของไขมันกับน้ำย่อย โดยมีโปรตีนเคซีน เป็นอิมัลชัน”

จากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับอิมัลชันและอิมัลซิฟายเออร์ นักเรียนจำนวนหนึ่งในสี่ส่วน มีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่า “ถ้าอิมัลซิฟายเออร์ คือ การนำน้ำมาผสมน้ำมันพืช อิมัลชัน คือ น้ำยาล้างจาน ซึ่งสารทั้งหมดจะทำหน้าที่เป็นตัวประสานร่วมกัน”

6. แนวคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทินดอลล์

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยนำสารตัวอย่างจากการทำกิจกรรมในครั้งที่ผ่านมา เช่น น้ำมัน น้ำมันพืช น้ำโคลง น้ำสบู่ เป็นต้น อีกทั้งมีการเพิ่มเติมสารอื่นมาให้นักเรียนศึกษาปรากฏการณ์ทินดอลล์ จากนั้นให้นักเรียนทำกิจกรรมตรวจสอบสารที่เป็นคอลลอยด์ด้วยการนำแสงไฟส่องผ่านสาร เพื่อสังเกตลักษณะของสาร และอภิปรายผลการทำกิจกรรมร่วมกัน ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 67.50 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (SU) โดยสามารถอธิบายได้ว่า สารที่เป็นคอลลอยด์ เมื่อฉายแสงผ่านเข้าไปในเนื้อสาร จะมองเห็นเป็นลำแสง พร้อมกับระบุตัวอย่างได้ถูกต้อง เช่น น้ำมัน น้ำยาปรับผ้านุ่ม น้ำสบู่ เป็นต้น

ผลการวิจัยที่ได้จากแบบวัดแนวคิดสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ใบงาน/ใบกิจกรรม และการสัมภาษณ์แนวคิด พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

จากใบกิจกรรมที่ถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทินดอลล์ โดยให้นักเรียนบอกผลที่เกิดขึ้นเมื่อฉายแสงผ่านสารตัวอย่างแต่ละชนิด นักเรียนจำนวนสามในสี่ส่วน สามารถตอบได้ถูกต้องว่า “สารกลุ่มที่มองเห็นลำแสง ได้แก่ นมสด น้ำกะทิ และน้ำสบู่ และสารดังกล่าวจัดเป็นสารประเภทคอลลอยด์ สารกลุ่มที่ทึบแสง ได้แก่ น้ำโคลน และสารดังกล่าวจัดเป็นสารประเภทสารแขวนลอย สารกลุ่มที่มองไม่เห็นลำแสงหรือโปร่งแสง ได้แก่ น้ำเกลือ น้ำด่างทับทิม น้ำหวานสีแดง น้ำมันพืช และน้ำเชื่อม และสารดังกล่าวจัดเป็นสารประเภทสารละลาย”

จากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทินดอลล์ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบได้ถูกต้องว่า “ตัวอย่างการกระเจิงของแสง ได้แก่ แสงอาทิตย์ผ่านตรงก้อนเมฆเป็นลำแสง”

อย่างไรก็ตามยังพบว่า นักเรียนร้อยละ 22.50 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU&MU) โดยไม่สามารถยกตัวอย่างคอลลอยด์ได้ โดยนักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนว่า น้ำแป้งดิบ น้ำโคลง เป็นคอลลอยด์และไม่สามารถอธิบายลักษณะสารที่เป็นคอลลอยด์เมื่อฉายแสงผ่านเข้าไปในเนื้อสารได้ ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากใบงาน/ใบกิจกรรมและการสัมภาษณ์ ดังนี้

จากใบกิจกรรมที่ถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทินดอลล์ โดยให้นักเรียนบอกผลที่เกิดขึ้นเมื่อฉายแสงผ่านสารตัวอย่างแต่ละชนิด นักเรียนจำนวนหนึ่งในสี่ส่วน สามารถตอบได้ถูกต้อง บางส่วนว่า “สารกลุ่มที่มองเห็นลำแสง ได้แก่ นมสด น้ำโคลน และน้ำกะทิ และสารดังกล่าวจัดเป็นสารประเภทคอลลอยด์” ส่วนแนวคิดที่นักเรียนมีแนวคิดความคลาดเคลื่อน นักเรียนตอบว่า “สารกลุ่มที่มองเห็นลำแสง ได้แก่ น้ำโคลน และสารดังกล่าวจัดเป็นสารประเภทคอลลอยด์”

จากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทินดอลล์ นักเรียนจำนวนหนึ่งในสี่ส่วน สามารถตอบได้ถูกต้องบางส่วนว่า “ตัวอย่างสารที่เกิดการกระเจิงของแสง ได้แก่ นมสด น้ำสบู่ ซึ่งเป็นสารประเภทคอลลอยด์” ส่วนแนวคิดที่นักเรียนตอบแล้วมีความคลาดเคลื่อน นักเรียนตอบว่า “ตัวอย่างสารที่เกิดการกระเจิงของแสง ได้แก่ น้ำแป้งดิบ น้ำคลอง ซึ่งเป็นสารแขวนลอย”

7. แนวคิด เรื่อง สารละลาย

ผู้วิจัยมีกิจกรรมการเรียนการสอนโดยนำน้ำบรรจุในปีกเกอร์ แล้วนำสารใส่ในปีกเกอร์แต่ละใบ แล้วให้นักเรียนสังเกตและใช้คำถามว่า สารในปีกเกอร์เป็นสารละลายละลายหรือไม่ สารใดเกิดการละลายและสารใดทำให้สารอื่นเกิดการละลาย จากนั้นถามคำถามกระตุ้นความคิดว่า ทราบได้อย่างไรว่าสารใดเป็นตัวทำละลายหรือตัวละลายมีเกณฑ์ใดในการพิจารณา เป็นต้น จากนั้นให้ทำกิจกรรม เรื่อง องค์ประกอบของสารละลาย สังเกตและบันทึกจำนวนและสถานะขององค์ประกอบของสารแต่ละชนิด และทำการอภิปรายผลร่วมกัน ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 66.25 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (SU) โดยนักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของสารละลายได้ว่าเป็นสารเนื้อเดียว อาจเป็นสถานะแก๊ส ประกอบด้วยตัวทำละลายและตัวละลาย และยกตัวอย่างตัวทำละลายและตัวละลายได้ถูกต้อง เช่น เมื่อนำเงินผสมกับปรอท ได้สารที่มีสถานะเป็นของแข็ง ประกอบด้วยเงิน เป็นตัวทำละลาย และปรอท เป็นตัวละลาย เป็นต้น

ผลการวิจัยที่ได้จากแบบวัดแนวคิดสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ใบงาน/ ใบกิจกรรม และการสัมภาษณ์แนวคิด พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

จากใบกิจกรรมที่ถามเกี่ยวกับองค์ประกอบของสารละลาย โดยถามว่า สารละลายที่เกิดจากการรวมตัวของสารที่มีสถานะต่างกันจะทราบได้อย่างไรว่า สารใดเป็นตัวละลายหรือตัวทำ

ละลาย นักเรียนส่วนใหญ่ สามารถตอบได้ถูกต้องว่า “ดูจากสถานะของสารละลาย โดยถ้า สารละลายมีสถานะเดียวกับสารใดแสดงว่าสารนั้นเป็นตัวทำละลาย ส่วนสารอื่นเป็นตัวละลาย” และถามว่าสารละลายที่เกิดจากการรวมตัวของสารที่มีสถานะเหมือนกันจะทราบได้อย่างไรว่า สารใดเป็นตัวละลายหรือตัวทำละลาย นักเรียนส่วนใหญ่ สามารถตอบได้ถูกต้องว่า “ดูจากปริมาณของ สารแต่ละชนิด โดยถ้าสารใดมีปริมาณมากกว่าจัดว่าเป็นตัวทำละลายและสารใดมีปริมาณน้อยกว่า จัดว่าเป็นตัวละลาย” จากนั้นถามเกี่ยวกับปัจจัยในการละลายของสารว่า ปัจจัยในการละลายของ สารขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง นักเรียนส่วนใหญ่ สามารถตอบได้ถูกต้องว่า “การละลายของสารแต่ละชนิด ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวละลายและตัวทำละลาย โดยสารชนิดเดียวกันละลายในตัวทำละลายได้ แตกต่างกัน โดยสารอาจละลายได้ในตัวทำละลายชนิดหนึ่ง แต่ไม่ละลายในตัวทำละลายอีกชนิด หนึ่ง ส่วนสารต่างชนิดกัน จะละลายในตัวทำละลายชนิดเดียวกันได้มากน้อยแตกต่างกัน โดยบาง ชนิดละลายในตัวทำละลายชนิดนั้นได้มาก แต่บางชนิดละลายในตัวทำละลายชนิดนั้นได้น้อย”

จากใบงานที่ถามเกี่ยวกับตัวทำละลายและตัวละลาย โดยให้นักเรียนระบุว่า สารใด เป็นตัวละลายหรือตัวทำละลาย นักเรียนจำนวนสามในสี่ส่วน สามารถตอบได้ถูกต้องว่า “น้ำ 35% ประกอบด้วย ทองคำ 35% ทองแดง 60% เงิน 5% ซึ่งมีทองแดงเป็นตัวทำละลาย และมีน้ำ ทองคำ กับเงินเป็นตัวละลาย น้ำโซดา ประกอบด้วย น้ำกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งมีน้ำเป็น ตัวทำละลาย และมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวละลาย เป็นต้น”

จากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับองค์ประกอบของสารละลาย นักเรียนจำนวนสาม ในสี่ส่วน สามารถตอบได้ถูกต้องว่า “สารละลายประกอบด้วย ตัวละลายและตัวทำละลาย ถ้า ตัวทำละลายและตัวละลายมีสถานะต่างกัน สารที่มีสถานะเหมือนกับสารละลายจัดว่าเป็น ตัวทำละลาย ถ้าตัวทำละลายและตัวละลายมีสถานะต่างกัน สารที่มีสถานะต่างกับสารละลายจัด ว่าเป็นตัวละลาย ถ้าตัวทำละลายและตัวละลายมีสถานะเดียวกัน สารที่มีปริมาณน้อยกว่าจัดว่า เป็นตัวละลาย ถ้าตัวทำละลายและตัวละลายมีสถานะเดียวกัน สารที่มีปริมาณมากกว่าจัดว่าเป็น ตัวทำละลาย”

อย่างไรก็ตามยังพบว่า นักเรียนร้อยละ 31.25 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและ คลาดเคลื่อนบางส่วน (PU&MU) โดยนักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่าสารละลายมีลักษณะขุ่น และเมื่อนำเงินผสมกับปรอทได้สารที่มีสถานะเป็นของแข็ง ซึ่งมีปรอท เป็นตัวทำละลาย และเงิน เป็นตัวละลาย ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากใบงาน/ใบกิจกรรม ดังนี้

จากใบกิจกรรมที่ถามเกี่ยวกับองค์ประกอบของสารละลาย โดยถามว่า สารละลายที่เกิดจากการรวมตัวของสารที่มีสถานะต่างกันจะทราบได้อย่างไรว่า สารใดเป็นตัวละลายหรือตัวทำละลาย นักเรียนจำนวนหนึ่งในสี่ส่วน สามารถตอบได้ถูกต้องว่า “ถ้าสารละลายมีสถานะเดียวกับสารใด แสดงว่าสารนั้นเป็นตัวทำละลาย” ส่วนแนวคิดที่นักเรียนตอบแล้วมีความคลาดเคลื่อน นักเรียนตอบว่า “สารที่มีสถานะต่างจากสารละลายอาจเป็นตัวละลายหรือตัวทำละลายก็ได้” และถามว่าสารละลายที่เกิดจากการรวมตัวของสารที่มีสถานะเหมือนกันจะทราบได้อย่างไรว่า สารใดเป็นตัวละลายหรือตัวทำละลาย นักเรียนสามารถตอบได้ถูกต้องว่า “สารใดมีปริมาณน้อยที่สุดจัดว่าเป็นตัวละลาย” ส่วนแนวคิดที่นักเรียนตอบแล้วมีความคลาดเคลื่อน นักเรียนตอบว่า “ถ้าสารใดมีปริมาณมากกว่าจัดเป็นตัวทำละลายหรือตัวละลายก็ได้”

จากใบงานที่ถามเกี่ยวกับตัวทำละลายและตัวละลาย โดยให้นักเรียนระบุว่า สารใดเป็นตัวละลายหรือตัวทำละลาย นักเรียนจำนวนหนึ่งในสี่ส่วน มีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่า “น้ำ 35% ประกอบด้วย ทองคำ 35% ทองแดง 60% เงิน 5% ซึ่งมีน้ำ ทองคำ กับเงิน เป็นตัวทำละลาย และทองแดงเป็นตัวละลาย น้ำโซดา ประกอบด้วย น้ำกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวทำละลายและมีน้ำเป็นตัวละลาย เป็นต้น”

8. แนวคิด เรื่อง ความเข้มข้นสารละลาย

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยนำน้ำใส่ในบีกเกอร์แล้วใส่สีผสมอาหารในปริมาณไม่เท่ากันมาให้นักเรียนสังเกตและอธิบายว่า บีกเกอร์ใดมีปริมาณของสีผสมอาหารมากกว่ากัน และใช้คำถามกระตุ้นความคิดว่า ทราบได้อย่างไรว่าบีกเกอร์ใดมีสีผสมอาหารมากกว่า และให้ระบุว่าบีกเกอร์ใดเป็นสารละลายเข้มข้นหรือสารละลายเจือจาง จากนั้นให้นักเรียนทำกิจกรรมโดยให้ออกแบบการเตรียมสารละลายในสัดส่วนใดก็ได้ แล้วให้บันทึกผลในหัวข้อต่างๆ ได้แก่ ชนิดสถานะ และจำนวนตัวทำละลาย ชนิด สถานะ และจำนวนตัวละลาย สถานะของสารละลาย แล้วทำการอภิปรายผลร่วมกัน ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 55.00 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU&MU) โดยนักเรียนสามารถอธิบายว่าสารละลายเข้มข้นมีตัวละลายในปริมาณมาก สารละลายเจือจางมีตัวละลายในปริมาณน้อย และสารละลายอิมตัวเป็นสารละลายที่ไม่สามารถละลายได้อีก ส่วนแนวคิดที่ยังมีความคลาดเคลื่อนนั้นนักเรียนจะอธิบายว่าสารละลายเข้มข้นจะไม่สามารถละลายได้อีก สารละลายเจือจางและสารละลายอิมตัวจะมีตัวละลายในปริมาณมาก

ผลการวิจัยที่ได้จากแบบวัดแนวคิดสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ใบงาน/ใบกิจกรรม และการสัมภาษณ์แนวคิด พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

จากใบกิจกรรมที่ถามเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารละลาย โดยถามว่า นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าปึกเกอร์ใดเป็นสารละลายเข้มข้นหรือเจือจาง นักเรียนจำนวนครึ่งหนึ่ง สามารถตอบได้ถูกต้องบางส่วนว่า “ดูจากปริมาณของตัวละลายที่มีอยู่ในสารละลาย ถ้าสารละลายเข้มข้นจะมีตัวละลายในปริมาณมาก ส่วนสารละลายเจือจางจะมีตัวละลายในปริมาณน้อย” ส่วนแนวคิดที่นักเรียนตอบแล้วมีความคลาดเคลื่อน นักเรียนตอบว่า “สารละลายเข้มข้น อาจสังเกตจากสีที่มีความเข้มข้น ส่วนสารละลายเจือจาง อาจสังเกตจากสีที่มีความอ่อน” และถามว่าสารละลายอิ่มตัว มีลักษณะอย่างไรนักเรียนสามารถตอบได้ถูกต้องบางส่วนว่า “สารละลายที่มีตัวละลายอยู่เต็มที่ จนไม่สามารถละลายได้อีก” ส่วนแนวคิดที่นักเรียนตอบแล้วมีความคลาดเคลื่อน นักเรียนตอบว่า “สารละลายอิ่มตัว จะมีตัวละลายในปริมาณมากจนไม่สามารถละลายได้อีกต่อไป”

จากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารละลาย นักเรียนจำนวนครึ่งหนึ่ง สามารถตอบได้ถูกต้องบางส่วนว่า “ความเข้มข้นของสารละลาย เป็นค่าที่แสดงให้ทราบถึงปริมาณของตัวละลายที่มีอยู่ในสารละลาย” ส่วนแนวคิดที่นักเรียนตอบแล้วมีความคลาดเคลื่อน นักเรียนตอบว่า “สารละลายเข้มข้นจะไม่สามารถละลายได้อีก สารละลายเจือจางและสารละลายอิ่มตัวมีตัวละลายในปริมาณมาก”

อย่างไรก็ตามยังพบว่านักเรียนร้อยละ 42.50 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (SU) โดยนักเรียนสามารถอธิบายและระบุตัวอย่างของสารละลายเข้มข้น สารละลายเจือจาง และสารละลายอิ่มตัวได้ถูกต้อง โดยนักเรียนจำนวนครึ่งหนึ่ง สามารถอธิบายได้เพิ่มเติมจากกลุ่ม PU&MU ว่า สารละลายเข้มข้น จะมีตัวละลายในปริมาณมากและตัวละลายละลายได้หมด สารละลายเจือจางมีตัวละลายในปริมาณน้อยและตัวละลายละลายได้หมด และสารละลายอิ่มตัวนั้น สารละลายจะไม่สามารถละลายได้หมดและมีตะกอนเหลืออยู่ ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ ดังนี้

จากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารละลาย นักเรียนจำนวนครึ่งหนึ่ง สามารถตอบได้ถูกต้องว่า “เราเรียกสารละลายที่มีตัวละลายอยู่ในปริมาณมากในสารละลายว่า สารละลายเข้มข้น เราเรียกสารละลายที่มีตัวละลายอยู่ในปริมาณน้อยในสารละลาย

ว่า สารละลายเจือจาง และเราเรียกสารละลายที่มีตัวละลายอยู่เต็มที่จนไม่สามารถละลายได้อีกว่า สารละลายอิ่มตัว”

จากผลการวิจัย พบว่า แนวคิดที่นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องมากที่สุด คือ อิมัลชัน ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยนำสารตัวอย่างมาแสดงให้นักเรียนสังเกต แล้วใช้คำถามถึงผลที่เกิดขึ้น จากนั้นให้นักเรียนได้ออกมาทำกิจกรรม แล้วถามคำถามเพื่อให้นักเรียนคิดหาเหตุผลว่าทำไมผลการทำกิจกรรมจึงเป็นเช่นนั้น และให้นักเรียนหาวิธีการหรือออกแบบกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น จากนั้นนักเรียนได้ทำกิจกรรมตามที่ได้วางแผน นักเรียนลงมือปฏิบัติ สามารถค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองจากวิธีการที่แตกต่างกัน นักเรียนจะได้ค้นคว้า รวบรวมข้อมูล คิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง โดยอาศัยหลักฐานหรือข้อมูลในการวิเคราะห์ มีอภิปรายผลร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนกับนักเรียน โดยมีครูเป็นผู้ดูแลร่วมการอภิปรายเพื่อให้ได้ความรู้ที่ถูกต้องสมบูรณ์ โดยนักเรียนเป็นผู้สร้างคำอธิบายจากหลักฐานหรือข้อมูลที่มีอยู่ สามารถอธิบายให้เกิดความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้ อีกทั้งมีการทดสอบความเข้าใจของนักเรียนจากการทำกิจกรรมด้วยการทำใบงาน แบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบ จะทำให้ทราบถึงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ แนวคิดที่ว่า หากมีการซักถามระหว่างและหลังจากทำกิจกรรม การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายก่อนและหลังการทดลอง และนักเรียนสามารถสรุปแนวคิดที่ได้จากการทดลอง มีการทดสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนโดยการให้ทำโจทย์หรือแบบฝึกหัด จะส่งผลให้นักเรียนสามารถเข้าใจและพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ (จิตตมาศ สุขแสง, 2549)

อย่างไรก็ตาม หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง พบว่า นักเรียนยังคงมีแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ในเรื่อง สถานะและการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะต่าง ๆ อาจเป็นเพราะแนวคิด เรื่อง อนุภาค เป็นเรื่องที่เป็นนามธรรม นักเรียนไม่สามารถมองเห็นอนุภาคของสารได้ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องนี้ยาก นักเรียนต้องใช้จินตนาการในการทำความเข้าใจ โดยในการวิจัยครั้งนี้ของผู้วิจัยได้ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายการจัดเรียงอนุภาคของสารในแต่ละสถานะเพื่อให้เข้าใจเรื่องระยะห่างของอนุภาค แต่นักเรียนก็ยังมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนอยู่มาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วราภรณ์ แยมจินดา (2547: 67-77) ซึ่งได้ศึกษาแนวคิด เรื่อง การเปลี่ยนสถานะของสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 โดยเป็นนักเรียนระดับชั้นละ 6 คน รวม 36 คน ผลการวิจัยบ่งชี้ว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องในเรื่องสถานะของสาร เพียงประมาณ 1 ใน 3 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด อาจเป็น

เพราะแนวคิด เรื่อง อนุภาคเป็นเรื่องที่เข้าใจยาก และต้องใช้จินตนาการ สำหรับการที่นักเรียนยังคงมีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนในเรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย อาจเนื่องมาจากนักเรียนอาจมีความรู้พื้นฐานในเรื่องเหล่านั้นคลาดเคลื่อน เนื่องจากแนวคิดนี้เป็นแนวคิดที่ต้องอาศัยการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจำนวนมาก นักเรียนต้องใช้ทักษะในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ และต้องทำความเข้าใจอย่างเป็นลำดับ ดังนั้นเมื่อนักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเหล่านี้คลาดเคลื่อน ก็อาจทำให้นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนไปได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของไตรรัตน์ รัตนเดช (2544: 110) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจึงอาจไม่เหมาะสมกับนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานคลาดเคลื่อน ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนควรมีการปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนหรือให้เหมาะสมกับแนวคิดนั้นๆ ดังเช่นสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ ได้กล่าวว่า ในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนไม่มีวิธีการสอนใดที่ดีที่สุด ครูควรปรับการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหา และความสามารถของผู้เรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2544)

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทางที่สามารถพัฒนาแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เพื่อพัฒนาแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง

ขอบเขตการวิจัย

1. ในการวิจัยครั้งนี้กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดราชบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาราชบุรี เขต 1 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 40 คน ที่ได้จากการเลือกอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) โดยเลือกจากห้องเรียนที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอน และเป็นห้องที่คละเทศและคละความสามารถ
2. เนื้อหาที่ศึกษาในเรื่อง สารและสมบัติของสาร ประกอบด้วยแนวคิด เรื่อง สมบัติทางกายภาพและเคมีของสาร สถานะและการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะต่าง ๆ การจำแนกสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ การจำแนกสารโดยใช้ขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์ อิมัลชัน ปรากฏการณ์ทินดอลล์ สารละลาย และความเข้มข้นของสารละลาย ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551

**คำถามวิจัยข้อที่ 1 : กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง
ที่สามารถพัฒนาแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีลักษณะอย่างไร**

กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดราชบุรี สังกัด
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาราชบุรี เขต 1 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554
จำนวน 40 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของคุณ โดยมีการกำหนดประเด็นที่ต้องการบันทึก
ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ประสบผลสำเร็จอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้
พฤติกรรมของผู้เรียน
2. แบบสัมภาษณ์นักเรียน ผู้วิจัยจะสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับคำอธิบายของนักเรียน
จนกว่าผู้วิจัยจะแน่ใจว่านักเรียนต้องการสื่อความหมายเกี่ยวกับเรื่องอะไร

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง เรื่อง สารและ
สมบัติของสาร ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เมื่อจบการเรียนรู้แต่ละคาบ ผู้วิจัยทำการบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งได้กำหนด
หัวข้อในการบันทึก ได้แก่ ลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้จัดเป็นอย่างไร แนวคิดของนักเรียน
หลังจากได้รับการเรียนการสอนแล้วเป็นอย่างไร

3. เลือกตัวแทนนักเรียนในแต่ละกลุ่มมาสัมภาษณ์ โดยจะสอบถามนักเรียนในเรื่องกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูจัดขึ้นว่ามีลักษณะอย่างไร เรียนแล้วเข้าใจหรือไม่ ชอบหรือไม่ชอบ พร้อมให้เหตุผลประกอบการตอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวิธีวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ ดังนี้

1. แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู ผู้วิจัยนำข้อมูลเชิงคุณภาพมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาจากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลมาเรียบเรียงนำเสนอในรูปแบบความเรียง

2. การสัมภาษณ์นักเรียน ผู้วิจัยนำข้อมูลเชิงคุณภาพมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาจากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลมาเรียบเรียงนำเสนอในรูปแบบความเรียง

ผลการวิจัย

1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาด้วยการสาธิต หรือใช้สถานการณ์จริงแล้วถามคำถาม เพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาที่จะสอนกับความรู้เดิม สามารถจูงใจให้นักเรียนเกิดความสนใจและเกิดความสงสัย และสามารถตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนได้

2. ให้นักเรียนออกแบบกิจกรรมด้วยตนเอง ในระยะแรกควรให้นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์หรือสารที่จะทำทดสอบด้วยตนเองในการทำชุดกิจกรรมที่ครูกำหนด แต่ครูอาจมีการชี้แนะในการบันทึกผลกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ตรงกับสิ่งที่ต้องการศึกษาและได้ข้อมูลครบทุกประเด็น จากนั้นจึงให้นักเรียนออกแบบการทดลองด้วยตนเอง

3. ครูใช้การถาม-ตอบ เพื่อให้นักเรียนสรุปแนวคิดเรื่องที่ศึกษา ซึ่ง ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างคำอธิบายด้วยตนเอง โดยการที่ครูถามคำถามกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันนั้นส่งผลให้ได้ความรู้ที่ถูกต้องสมบูรณ์ ส่วนประเด็นที่มีเนื้อหาเป็นนามธรรม ในการสรุปถาม-ตอบอาจ

ต้องใช้สื่ออย่างอื่น เช่น รูปภาพการจำลองการจัดเรียงตัวของอนุภาค มาเป็นตัวแทนคำพูดในการถาม-ตอบนักเรียน

คำถามวิจัยข้อที่ 2 : นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีแนวคิดอย่างไร เมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง

กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดราชบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาราชบุรี เขต 1 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 40 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบวัดแนวคิดแบบเลือกตอบ เรื่อง สารและสมบัติของสาร ซึ่งเป็นแบบวัดแนวคิดแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ
2. ใบงาน/ใบกิจกรรมของนักเรียน เรื่อง สารและสมบัติของสาร มีลักษณะเป็นข้อคำถามแล้วให้นักเรียนเขียนหรือเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด
3. แบบสัมภาษณ์นักเรียน ผู้วิจัยจะสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับคำอธิบายของนักเรียนจนกว่าผู้วิจัยจะแน่ใจว่านักเรียนต้องการสื่อความหมายเกี่ยวกับเรื่องอะไร

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง เรื่อง สารและสมบัติของสาร ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เมื่อหลังจบการเรียนรู้แต่ละแผนหรือหลังจบการเรียนรู้ในแต่ละคาบ ผู้วิจัยจะให้นักเรียนทำใบงาน/ใบกิจกรรม เรื่อง สารและสมบัติของสาร

3. นำแบบวัดแนวคิดแบบเลือกตอบ เรื่อง สารและสมบัติของสาร มาใช้หลังจบการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

4. เมื่อผู้วิจัยตรวจแบบวัดแนวคิดแบบเลือกตอบ เรื่อง สารและสมบัติของสาร แล้วพบว่า มีนักเรียนที่เขียนอธิบายในคำถามบางข้อไม่ชัดเจน คลุมเครือ ผู้วิจัยจึงสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับ คำอธิบายของนักเรียนในข้อนั้นอีกครั้งหนึ่ง จนกว่าผู้วิจัยจะแน่ใจว่านักเรียนต้องการสื่อความหมายเกี่ยวกับเรื่องอะไร

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวิธีวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดแนวคิดแบบเลือกตอบ เรื่อง สารและสมบัติของสาร มาทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลมาจัดกลุ่มแนวคิด 5 แนวคิด ได้แก่

1) แนวคิดวิทยาศาสตร์ 2) แนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ 3) แนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน และคลาดเคลื่อนบางส่วน 4) แนวคิดที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ 5) ไม่ตอบคำถาม แล้วนำคำนวณหาความถี่ และร้อยละ จากนั้น เรียบเรียงนำเสนอในรูปแบบความเรียง

2. ไปงาน/ใบกิจกรรมของนักเรียน ผู้วิจัยนำข้อมูลเชิงคุณภาพมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลมาเรียบเรียงนำเสนอในรูปแบบความเรียง

3. การสัมภาษณ์นักเรียน ผู้วิจัยนำข้อมูลเชิงคุณภาพมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลมาเรียบเรียงนำเสนอในรูปแบบความเรียง

ผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ทำการศึกษาการพัฒนาแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร โดยครอบคลุมแนวคิดเกี่ยวกับสารและสมบัติของสาร 8 แนวคิด ได้แก่ สมบัติทางกายภาพและเคมีของสาร สถานะและการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะต่าง ๆ การจำแนกสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ การจำแนกสารโดยใช้ขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์ อิมัลชัน ปฏิกิริยาการผันทีนดอลล์ สารละลาย

และความเข้มข้นของสารละลาย โดยผู้วิจัยจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ แนวคิดวิทยาศาสตร์ (SU) แนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) แนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU&MU) แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ (CM) และไม่ตอบคำถาม (WA) ผลการวิจัย พบว่า

ภายหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (SU) มากที่สุดในแนวคิด เรื่อง อิมัลชัน รองลงมา คือ การจำแนกสารโดยใช้ขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์ ปรากฏการณ์ทินดอลล์ สารละลาย สมบัติทางกายภาพและเคมีของสาร การจำแนกสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ ความเข้มข้นของสารละลาย สถานะและการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะต่าง ๆ คิดเป็นร้อยละ 72.50, 70.00, 67.50, 66.25, 56.25, 52.50, 42.50 และ 32.50 ตามลำดับ

จากผลการวิจัย แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง สามารถพัฒนานักเรียนให้มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร ได้ ทั้งนี้เนื่องจากก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้มีการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนที่เคยเรียนผ่านมาแล้วว่า มีแนวคิดคลาดเคลื่อน เกี่ยวกับเรื่องที่เรียนอย่างไร มีสิ่งใดที่ควรปรับปรุงเปลี่ยนแปลง เพื่อให้ให้นักเรียนเรียนรู้แนวคิดได้อย่างถูกต้อง ส่งผลให้ผู้วิจัยสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทางได้ถูกต้อง สามารถเน้นย้ำเนื้อหาสาระที่นักเรียนเกิดแนวคิดคลาดเคลื่อนได้อย่างเหมาะสม ทำให้นักเรียนสามารถสร้างแนวคิดใหม่ได้ สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น กิจกรรมการเรียนรู้มีการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้เกิดข้อสงสัยและอยากเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนได้เป็นผู้ลงมือปฏิบัติ ใช้ทักษะการคิดในการวางแผน ออกแบบกิจกรรม เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบาย อภิปราย รวมทั้งสรุปและประเมินสิ่งที่เรียนรู้ร่วมกัน ส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้นนั่นเอง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง ที่มีการตรวจสอบแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้แนวคิดใหม่ให้กับนักเรียน เพื่อจะได้จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทางได้ถูกต้อง สามารถเน้นย้ำในเนื้อหาที่นักเรียนมีความคลาดเคลื่อน เพื่อจะให้นักเรียนสามารถสร้างแนวคิดใหม่ที่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์มากขึ้น
2. ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง ควรมีการทดลองใช้รูปแบบการสอนนี้กับนักเรียนก่อนใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทางจริง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจและปฏิบัติตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทางได้ถูกต้อง โดยอาจจัดการเรียนรู้แบบสำเร็จรูปกับนักเรียนในระยะแรก แล้วค่อย ๆ ปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนการสอนจนกลายเป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง
3. การจัดกิจกรรมแต่ละกิจกรรมต้องมีการกำหนดระยะเวลาที่เหมาะสม มีการเตรียมความพร้อมในทุกด้าน ไม่ว่าจะเป็นการออกแบบกิจกรรม การเลือกสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน ต้องใช้แหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบการเรียนรู้ที่หลากหลาย อีกทั้งครูต้องมีแนวคิดวิทยาศาสตร์และมีความสามารถในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
4. การจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารและสมบัติของสาร ในเนื้อหาที่เป็นนามธรรม เช่น เรื่อง สถานะและการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะต่าง ๆ นั้น ครูควรมีการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน เพื่อป้องกันไม่ให้นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกิดขึ้น ตลอดจนแก้ไขแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนให้ถูกต้อง โดยในการถาม-ตอบอาจต้องใช้สื่ออย่างอื่น เช่น รูปภาพการจำลองการจัดเรียงตัวของอนุภาค มาเป็นตัวแทนคำพูดในการถาม-ตอบนักเรียนเพื่อให้เกิดความเข้าใจได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง เพื่อพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ กับนักเรียนระดับต่าง ๆ โดยปรับกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน ระดับชั้น และวัยของผู้เรียน

2. ควรศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทางในด้านอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ความสามารถในการตัดสินใจและแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

3. ในการสร้างแบบวัดแนวคิดแบบเลือกตอบนั้น อาจเพิ่มจำนวนตัวเลือกมากขึ้น เช่น จากจำนวนตัวเลือก 5 ตัวเลือก อาจเพิ่มเป็น 6 ตัวเลือก โดยตัวเลือกที่ 6 อาจเป็นการให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบอย่างอิสระ (Free respond) เพื่อจะได้ตรวจสอบถึงแนวคิดของนักเรียนที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. 2551. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.**

กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภา.

กฤษฎา สงวนสสิน. 2548. **แนวคิดเกี่ยวกับสถานะและการเปลี่ยนสถานะของสารของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย.** วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2549. **การคิดเชิงมโนทัศน์.** พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: บริษัทซัคเซสมีเดีย.

ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์, เพ็ญจันทร์ ชิงค์, และวรวรทิพา รอดแรงคำ. 2548. “การสำรวจแนวคิดเกี่ยวกับพิสัยของนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพอคครูวิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป.” **วารสารวิทยาศาสตร์ สาขาสังคมศึกษา** 26(1): 52-63

จรรยา ดาสา, สุกจิต สงวนเรื่อง, สุพันธ์ สังข์อ่อน, และนฤมล ยุตาคม. 2549. “แนวคิดเกี่ยวกับปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 5.” **วารสารวิทยาศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์** 27(2): 225-233

จันทร์จิรา ภมรศิลปกรรม. 2551. **การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปิโตรเลียมและพอลิเมอร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.** วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิตตมาศ สุขแสง. 2549. **การศึกษาแนวคิดของนักเรียน และพฤติกรรมการสอนของครูเรื่อง กรด – เบส ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในเขตจตุจักรกรุงเทพมหานคร.** วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิตราวดี ศรีโยธา. 2551. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการสอนด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es). วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เฉลิมศรี กายสิทธิ์. 2550. ผลการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เรื่อง สมบัติของสารและการจำแนกกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ชาติรี ฝ่ายคำตา, เพ็ญศรี บุญสุวรรณค์สง, และวรรณทิพา รอดแรงคำ. 2549. “การสำรวจความรู้ในเนื้อหาวิชาเคมีของนิสิตครูวิทยาศาสตร์.” วารสารวิทยาศาสตร์ สาขา สังคมศึกษา 27(1): 27-38

ชื่นจิต แสนสุด. 2553. การพัฒนาแนวคิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนการสอนพันธุกรรมของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทัศนียา รัตนฤทัย และนฤมล ยุตาคม. 2549. “การรับรู้ของครูและนักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนพันธุศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนสังกัดกองการศึกษาสงเคราะห์ในประเทศไทย.” วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ 12(3): 313-327

ธนพล กลิ่นเมือง. 2550. ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ในหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยการบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีผลต่อความสามารถในการทำโครงงานและเจตคติต่อภูมิปัญญาท้องถิ่นของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นันทกา คันธียงค์. 2547. ผลการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 5E's BSCS ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ พัฒนี จันทโรทัย, กันทิมาณี พันธุ์วิเชียร และวรรณทิพา รอดแรงคำ. 2546. “การสำรวจแนวคิดเนื้อหาชีววิทยาของนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพอครู.” วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์ 24(2): 133-144

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. 2544. การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีและ เทคนิคการสอน1. กรุงเทพมหานคร: บริษัทเดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์ จำกัด.

_____. 2545. พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: บริษัทพัฒนา คุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด.

ไพรัช หลงมีวงศ์. 2550. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการดำรงชีวิตของสัตว์โดยใช้ การเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติ เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์การศึกษา ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ไตรรัตน์ รัตนเดช. 2551. การพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ของนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาวนา เรียมริมมะดัน. 2549. การพัฒนาชุดการสอนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ของเล่นของใช้ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบ 5E(Inquiry Cycle) สำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยบูรพา.

รัตนา เล็งสุข. 2540. การศึกษาแนวคิด เรื่อง ผลงานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 โรงเรียนดอนฉิมพลีพิทยาคม อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา: **กรณีศึกษา**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2544. การสังเคราะห์วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต สาขาการสอน วิทยาศาสตร์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2521-2544. ภาควิชาการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วราภรณ์ แยมจินดา. 2547. แนวคิด เรื่อง การเปลี่ยนสถานะของสารของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1-6. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอน วิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สาโรช ไศภีรักษ์. 2546. นวัตกรรมการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพมหานคร: บริษัทบุ๊คพ้อยท์ จำกัด.

สุจินต์ วิศวรรีรานนท์. 2544. การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีการและ เทคนิคการสอน. กรุงเทพมหานคร: บริษัทเดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ จำกัด.

สุนีย์ คล้ายนิล. 2547. “การรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวัยจบการศึกษาภาค บัณฑิต.” วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี 32 (129): 9-18

สุพัตรา ประกอบพานิช. 2549. ผลของการเรียนแบบวัฏจักรเรียนรู้ 5 ชั้น (5E) ที่มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4. ปริญญาโทศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุรจิตา เศรษฐภูภักดี. 2547. ผลการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้. ปรินญา นิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรวงศ์ ใ้วตระกูล. 2550. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวิมล ว่องวานิช. 2550. การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2545. การจัดสาระกลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. 2546. การจัดสาระกลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

อาทิตยา จิตรเอื้อเฟื้อ. 2551. การส่งเสริมแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณในเรื่องการตอบสนองของพืชของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุษา นาคทอง, ธีราพร อนันตะเศรษฐกุล และณฤมล ยุตาคม 2550. “แนวคิดเรื่องเซลล์และกระบวนการของเซลล์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” วิทยาศาสตร์ เกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์ 28(1): 3-10.

Atwood, R. K. and V. A. Atwood. 1996. “Preservice Elementary teachers’ Conceptions of the Causes of Seasons.” *Journal of Research in Science Teaching*. 33 (May1996): 553-563.

- Bonnstetter, R.J. 1998. "Inquiry: Learning from past with eye on the future." **Science Education** (Online). <http://unv.eduhompage/jcannon/ejse/bonnstetter.html>, 26 December 2010.
- Bybee, R.W. 2006. "Scientific Inquiry and Science Teaching" In L.B.Flick and N.G. Ledeman. (eds.) **Scientific Inquiry and Nature of Science**. Netherlands: Springer, pp. 1-14.
- Chinn, C.A., and A.B. Malhotra. 2002. "Epistemologically authentic inquiry in school: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks." **Science Education** 86: 175-218.
- Eggen, P. D. and D.P. Kauchak. 1997. **Educational Psychology**. New Jersey: Prentice-Hall.
- Esler W.K. and M.K. Esler. 1993. **Teaching Elementary Science**. 6ed. California : Wadsworth Publishing Company.
- Griffiths, A. K. and K. R. Preston. 1992. **Grad-12 Students' Misconceptions Relating to Fundamental Characteristics of Atoms and Molecules**. *Journal of Research in Science Teaching*. 29 (August 1992): 611-628.
- Huddle, P. A. and A. E. Pillay. 1996. **An In-Depth Study of Misconceptions in Stoichiometry and Chemical Equilibrium at a South African University**. *Journal of Research in Science Teaching*. 33 (January 1996): 65-77.
- Kaartinen, S. and K. Kumpulainen. 2002. **Collaborative inquiry and the construction of explanation**. *The Learning of Science*. 12 (2002): 189-212.

Marek, E. A., C. Eubanks and T. H. Gallaher. 1990. **Teachers understanding and the use of the learning cycle.** *Journal of Research in Science Teaching.* 27 (December 1990): 821-834.

National Research Council. 2000. **Inquiry and the National Science Education Standards A Guide for Teaching and Learning.** Washington, D.C.: National Academy Press.

Simpson, W. D. and E. A. Marek. 1998. **Understanding and Misconceptions of Biology Concepts held by Students Attending Small High School and Students Attending Large High Schools.** *Journal of Research in Science Teaching.* 25: 361-374.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. อาจารย์ทองทรัพย์ เดชเดชะสุนันท์

อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนบ้านจอมบึง(วาปีพร้อมประชาศึกษา)
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาราชบุรี เขต 1 จังหวัดราชบุรี

2. อาจารย์สุมาลี ญาณกิตติ

อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนบ้านหมีวิทยา
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 5 จังหวัดลพบุรี

3. อาจารย์นวิรัตน์ แจ่มจำรัส

อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนบ้านหมีวิทยา
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 5 จังหวัดลพบุรี

4. อาจารย์สมพร สะอาดตา

อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสระบุรีวิทยาคม
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสระบุรี เขต 4 จังหวัดสระบุรี

5. อาจารย์สุชิน เต็มพร้อม

อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนอนุบาลสวนผึ้ง
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาราชบุรี เขต 1 จังหวัดราชบุรี



ตารางผนวกที่ 1 กรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร

แนวคิดที่ต้องการวัด	แนวคิดวิทยาศาสตร์
สมบัติทางกายภาพและเคมีของสาร	<p>- สมบัติทางกายภาพ เป็นสมบัติที่บ่งบอกถึงรูปร่าง ลักษณะภายนอกที่สัมผัสได้ สังเกตได้ และทดสอบได้โดยไม่ใช้ปฏิกิริยาเคมีเป็นตัวบ่งชี้ เช่น สถานะ สี กลิ่น รส จุดเดือด จุดหลอมเหลว ความหนาแน่น ลักษณะเนื้อสาร เป็นต้น</p> <p>- สมบัติทางเคมี เป็นสมบัติที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างภายในของสาร ใช้ปฏิกิริยาเคมีเป็นตัวบ่งชี้ เช่น การติดไฟ การเกิดสนิม การเปลี่ยนแปลงทางเคมี การรวมตัวกับสารอื่นแล้วได้สารใหม่ ความเป็นกรด-เบส ความเป็นโลหะ-อโลหะ เป็นต้น</p>
สถานะและการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะต่าง ๆ	<p>การจำแนกสารโดยใช้สถานะของสารเป็นเกณฑ์ สามารถจำแนกสารได้เป็น 3 สถานะ ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ของแข็ง คือ สถานะของสารที่มีอนุภาคของสารจะอยู่ชิดกันมาก เนื่องจากมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารมาก มีช่องว่างระหว่างอนุภาคน้อยอนุภาค ของสสารจึงเคลื่อนไหวได้ยาก ดังนั้นสสารจึงมีรูปร่างแน่นอนและมีปริมาตรคงที่ 2. ของเหลว คือ สถานะของสารที่มีอนุภาคของสารห่างกัน โดยอนุภาคอยู่ห่างกันมากกว่าของแข็ง จึงอยู่กันอย่างหลวมๆ มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคค่อนข้างมาก แต่อนุภาคสามารถเคลื่อนที่ได้ จึงทำให้สารไหลได้ มีรูปร่างไม่แน่นอน แปรเปลี่ยนตามภาชนะที่บรรจุ แต่มีปริมาตรคงที่ 3. แก๊ส คือ สถานะของสารที่มีอนุภาคอยู่ห่างกัน มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยมาก ทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ได้ อย่างอิสระ จึงมีรูปร่างและปริมาตรไม่คงที่ แปรเปลี่ยนตามภาชนะที่ใช้บรรจุและฟุ้งกระจายอยู่เต็มภาชนะ

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แนวคิดที่ต้องการวัด	แนวคิดวิทยาศาสตร์
การจำแนกสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์	<p>การจำแนกสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ สามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. สารเนื้อเดียว คือ สารที่มีลักษณะของเนื้อสารผสมกลมกลืนกันเป็นเนื้อเดียว ตัวอย่างของสารเนื้อเดียว ได้แก่ น้ำตาลทราย น้ำอัดลม อากาศ เป็นต้น 2. สารเนื้อผสม คือ สารที่มีลักษณะของเนื้อสารคละกัน ไม่ผสมกลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกัน สารที่เป็นส่วนผสมแต่ละชนิดก็ยังคงแสดงสมบัติของสารเดิม ตัวอย่างของสารเนื้อผสม ได้แก่ พริกกับเกลือ ดิน น้ำโคลน น้ำแกง เป็นต้น
การจำแนกสารโดยใช้ขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์	<p>การจำแนกสารโดยใช้ขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์ สามารถจำแนกได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. สารแขวนลอย เป็นสารเนื้อผสม มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาวกว่า 10^{-4} เซนติเมตร เมื่อทิ้งไว้จะตกตะกอน สามารถที่จะแยกอนุภาคในสารแขวนลอยได้โดยการใช้กระดาษกรอง โดยสารแขวนลอยไม่สามารถผ่านทั้งกระดาษกรองและกระดาษเซลโลเฟนได้ 2. คอลลอยด์ เป็นสารเนื้อเดียวที่มีลักษณะมัวหรือขุ่น ไม่ตกตะกอน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10^{-7}-10^{-4} cm ซึ่งอนุภาคของคอลลอยด์สามารถลอดผ่านกระดาษกรองได้ แต่ไม่สามารถลอดผ่านกระดาษเซลโลเฟน 3. สารละลาย เป็นสารเนื้อเดียว มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10^{-7} เซนติเมตร เมื่อตั้งทิ้งไว้จะไม่ตกตะกอน อนุภาคของสารละลายสามารถผ่านได้ทั้งกระดาษกรองและกระดาษเซลโลเฟน

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แนวคิดที่ต้องการวัด	แนวคิดวิทยาศาสตร์
อิมัลชัน	อิมัลชัน เป็นคอลลอยด์ที่เกิดจากสาร 2 ชนิด ไม่รวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน แต่เมื่อเติมสารอีกชนิดหนึ่งลงไปแล้วเขย่า จะทำให้สารทั้งสองชนิดรวมตัวกันเป็นเนื้อเดียวกัน โดยมีสารที่เติมลงไปทำหน้าที่เป็นตัวประสาน เรียกว่าสารที่เป็นตัวประสานนี้ว่า อิมัลซิฟายเออร์
ปรากฏการณ์ทินดอลล์	ปรากฏการณ์ทินดอลล์ เป็นปรากฏการณ์เมื่อฉายแสงผ่านเข้าไปในคอลลอยด์ จะมองเห็นเป็นลำแสง เนื่องจากอนุภาคของคอลลอยด์มีขนาดใหญ่พอที่แสงจะชน แล้วเกิดการกระเจิงของแสง ทำให้มองเห็นเป็นลำแสง ตัวอย่างของคอลลอยด์ ได้แก่ นํ้านม นํ้าสบู่ นํ้ายาปรับผ้านุ่ม เป็นต้น
สารละลาย	<p>สารละลาย เป็นสารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบของสารตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมารวมกันในอัตราส่วนไม่คงที่ ประกอบด้วยตัวทำละลายและตัวละลาย เกิดเป็นสารละลายผสมกลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกัน มีทั้ง 3 สถานะ เช่น นํ้าหวาน นํ้าอัดลม อากาศ นาก ทองเหลือง เป็นต้น ซึ่งอนุภาคของสารละลายสามารถผ่านได้ทั้งกระดาษกรองและกระดาษเซลโลเฟน การบ่งชี้ว่าสารเป็นตัวทำละลายและสารใดเป็นตัวละลาย จะต้องพิจารณาจาก</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ถ้าตัวทำละลายและตัวละลายมีสถานะต่างกัน สารที่มีสถานะเหมือนกับสารละลายจัดว่าเป็นตัวทำละลาย และสารที่มีสถานะต่างไปจากสารละลายจัดว่าเป็นตัวละลาย เช่น นํ้าโซดา มีนํ้าเป็นตัวทำละลาย และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวละลาย เป็นต้น 2. ถ้าตัวทำละลายและตัวละลายมีสถานะเดียวกัน สารที่มีปริมาณน้อยกว่า เรียกว่า ตัวละลาย สารที่มีปริมาณมากกว่า เรียกว่า ตัวทำละลาย เช่น แอลกอฮอล์เช็ดแผล (ร้อยละ 70) มีแอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลาย และนํ้าเป็นตัวละลาย เป็นต้น

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แนวคิดที่ต้องการวัด	แนวคิดวิทยาศาสตร์
ความเข้มข้นของสารละลาย	<p>ความเข้มข้นของสารละลาย เป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงปริมาณของตัวละลายที่อยู่ในสารละลาย ถ้ามีตัวละลายอยู่ปริมาณมากในสารละลาย เรียกว่า สารละลายเข้มข้น แต่ถ้าตัวละลายอยู่ปริมาณน้อยในสารละลาย เรียกว่า สารละลายเจือจาง ส่วนสารละลายอิ่มตัว หมายถึง สารละลายที่ไม่สามารถละลายตัวละลายได้อีกต่อไป ณ อุณหภูมิขณะนั้น ซึ่งถ้าตัวละลายลงไปอีก จะเหลือตกตะกอนอยู่ก้นภาชนะ การละลายของสารส่วนใหญ่จะละลายได้เพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้น จนในที่สุดจะอิ่มตัวอีกครั้งที่อุณหภูมิสูง โดยสารละลายอิ่มตัวจะตกผลึก เมื่อมีตัวละลายมากเกินพอ</p>



ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแบบวัดแนวคิดแบบเลือกตอบ เรื่อง สารและสมบัติของสาร

ตัวอย่างแบบวัดแนวคิดแบบเลือกตอบ เรื่อง สารและสมบัติของสาร

คำชี้แจงสำหรับนักเรียน

แบบวัดแนวคิดประกอบด้วยข้อคำถามและคำตอบแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนทำเครื่องหมายเลือกคำตอบ โดยการทำเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวเลือกที่พิจารณาแล้วว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง โดยนักเรียนสามารถเลือกคำตอบได้เพียงตัวเลือกเดียวเท่านั้น

1. ข้อความใดแสดงถึงสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมี

(กำหนดให้ สมบัติทางกายภาพ แทนด้วย ☼ / สมบัติทางเคมี แทนด้วย ☿)

ข้อ	การเกิด	การเปลี่ยนแปลง	เมื่อเกิดการ	การเปลี่ยนแปลง	เมื่อเกิดการ
	สารใหม่	โครงสร้างของสาร	เปลี่ยนแปลง	จะกลับเป็น	เปลี่ยนแปลง
			สารเดิมได้ยาก	สถานะของสาร	องค์ประกอบของ
				สารยังคงเหมือนเดิม	
ก	☿	☼	☿	☼	☿
ข	☿	☿	☿	☼	☼
ค	☼	☿	☼	☿	☿
ง	☿			☼	
จ	☼	☼	☼	☿	☿

2. จากรายชื่อสารทั้ง 8 ชนิดดังตาราง นักเรียนคิดว่าสารใดเป็นสารเนื้อเดียวและสารใดเป็นสารเนื้อผสม เพราะเหตุใด(กำหนดให้ สารเนื้อเดียว แทนด้วย / สารเนื้อผสม แทนด้วย)

ชื่อ	น้ำนม	น้ำตาลทราย	อากาศ	น้ำปลา	น้ำโคลง	น้ำมะขามเปียก	น้ำอบไทย	น้ำยาปรับผ้านุ่ม	เหตุผล
ก	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>		<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	- สารเนื้อเดียว กลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกัน - สารเนื้อผสมไม่กลมกลืนกัน
ข	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	- สารเนื้อเดียว มองเห็นเนื้อสารผสมกลมกลืนกัน - สารเนื้อผสมมีองค์ประกอบมากกว่า 1 ชนิด
ค	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	- สารเนื้อเดียว มีองค์ประกอบมากกว่า 1 ชนิด - สารเนื้อผสมมองเห็นแล้วชุ่นเป็นเนื้อเดียวกัน
ง	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	- สารเนื้อเดียว มีสารเพียงชนิดเดียว - สารเนื้อผสมมีสาร 2 ชนิด
จ	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	- สารเนื้อเดียวมองเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน - สารเนื้อผสมมองเห็นเนื้อสารคละกัน

3. จากตารางผลการทดสอบ

สาร ตัวอย่าง	ผ่านกระดาษกรอง	ผ่านกระดาษเซลโลเฟน	ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที
สาร M	มีตะกอนตกค้างอยู่ด้านบน และน้ำที่ ผ่านลงไปใส ไม่มีสี	มีตะกอนตกค้างอยู่ด้านบน และ น้ำที่ผ่านลงไปใส ไม่มีสี	มีตะกอนตกลง สู่ก้นภาชนะ
สาร N	ไม่มีสารตกค้างบนกระดาษกรอง และน้ำ ที่ผ่านลงไปใส ไม่มีสี	ไม่มีสารตกค้างอยู่ด้านบน และน้ำ ที่ผ่านลงไปใสไม่มีสี	ไม่ตกตะกอน เป็นลักษณะใส ไม่มีสี
สาร O	ไม่มีสารตกค้างบนกระดาษกรอง และน้ำ ที่ผ่านลงไปเป็นสีขาวขุ่น	มีสารตกค้างอยู่ด้านบน น้ำในบีก เกอร์ใส ไม่มีสี	ไม่ตกตะกอน เป็นลักษณะ เป็นสีขาวขุ่น
สาร P	ไม่มีสารตกค้างบนกระดาษกรอง และน้ำ ที่ผ่านลงไปเป็นสีแดงใส	ไม่มีสารตกค้างอยู่ด้านบน และน้ำ ที่ผ่านลงไปเป็นสีแดง	ไม่ตกตะกอน เป็นลักษณะใส สีแดง

จากผลการทดสอบ นักเรียนทราบหรือไม่ว่า สารใดเป็นสารแขวนลอย คอลลอยด์ และสารละลาย
(กำหนดให้ สารแขวนลอย แทนด้วย ☼ / คอลลอยด์ แทนด้วย ● / สารละลาย แทนด้วย ○)

ข้อ	สารแขวนลอย	คอลลอยด์	สารละลาย
ก	N P	M	O
ข	O	M	N P
ค	M O	-	N P
ง	M	O	N P
จ	P	O	M N



ภาคผนวก ง
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
แบบไม่กำหนดแนวทาง



กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและสมบัติของสาร
แผนจัดการเรียนรู้ที่ 3
รายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
เรื่อง องค์ประกอบของสารเนื้อเดียว จำนวน 100 นาที

ตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 : เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

1. ทดลองและจำแนกสารเป็นกลุ่มโดยใช้เนื้อสารหรือขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์ และอธิบายสมบัติของสารในแต่ละกลุ่ม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

3. เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัยโดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม
8. บันทึกและอธิบายผลการสังเกตการณ์สำรวจตรวจสอบค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่างๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูล และประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของสารบริสุทธิ์และสารละลายได้
2. เปรียบเทียบความแตกต่างของสารบริสุทธิ์ และสารละลายได้
3. ยกตัวอย่างสารบริสุทธิ์ และสารละลายได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนสามารถ

1. ทดสอบสารบริสุทธิ์และสารละลายได้

ด้านคุณลักษณะ นักเรียนสามารถ

1. รับผิดชอบในการเตรียมอุปกรณ์มาทำกิจกรรม
2. ยอมรับฟังความคิดเห็น
3. สงสัยและกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ

แนวคิดหลัก

สารเนื้อเดียว คือ สารที่มีลักษณะของเนื้อสารผสมกลมกลืนกันเป็นเนื้อเดียว อาจประกอบด้วยสารเพียงชนิดเดียวหรือมากกว่า 1 ชนิดก็ได้ ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น

- สารบริสุทธิ์ คือ สารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบของสารเพียงชนิดเดียว โดยคุณสมบัติเฉพาะเดิคมคงที่ เช่น ทองคำ ทองแดง เงิน เหล็กแกง น้ำตาลทราย พรอท ถ่าน ลูกเหม็น การบูร น้ำ แป้งมัน เป็นต้น
- สารละลาย คือ สารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบของสารตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมารวมกัน ในปริมาณที่ไม่แน่นอน โดยคุณสมบัติเดิคมคงที่ เช่น น้ำโซดา อากาศ น้ำเชื่อม ทองเหลือง นาก น้ำแอลกอฮอล์สำหรับเช็ดแผล น้ำอัดลม เป็นต้น

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ (20 นาที)

1. ครูทบทวนความรู้เดิม เรื่อง สารเนื้อเดียว ซึ่งยกตัวอย่างจากส่วนประกอบของการทำอาหาร ได้แก่ เหลืองป่น น้ำมันาวสด น้ำตาลทราย น้ำมัน น้ำมะขามเปียก น้ำปลา พริกชี้หนู และน้ำ แล้วถามนักเรียน ดังนี้

- ส่วนประกอบของการทำอาหารใดจัดว่าเป็นสารเนื้อเดียว ทำไมจึงคิดเช่นนั้น

แนวคำตอบ เหลืองป่น น้ำปลา น้ำตาลทราย น้ำมัน และน้ำ เนื่องจากลักษณะของสารเหล่านี้มีความกลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกัน

2. ครุนำตัวอย่างสารเนื้อเดียวบางชนิดมาให้ให้นักเรียนศึกษา ได้แก่ น้ำเชื่อม น้ำเกลือ อากาศบรรจุในถุงพลาสติก เกลือแกง น้ำ ทองเหลือง และน้ำตาลทราย โดยครูยังไม่บอกชื่อสารแต่ละชนิด แล้วถามนักเรียน ดังนี้

- เมื่อสังเกตสารตัวอย่างดังกล่าวอย่างละเอียด นักเรียนสามารถบอกองค์ประกอบของสารแต่ละชนิดได้หรือไม่ จงให้เหตุผลประกอบ

แนวคำตอบ ไม่สามารถบอกได้ เนื่องจากเมื่อสังเกตจะเห็นเนื้อสารมีความกลมกลืน เป็นเนื้อเดียวกันทั้งหมด ไม่มีส่วนประกอบใดที่เห็นได้ชัดเจน

ครูเปิดป้ายชื่อของสารแต่ละชนิด แล้วถามนักเรียน ดังนี้

- นักเรียนบอกองค์ประกอบของสารแต่ละชนิดได้หรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ได้

- น้ำเกลือ ประกอบด้วย น้ำและเกลือ
- น้ำเชื่อม ประกอบด้วย น้ำและน้ำตาลทราย
- อากาศ ประกอบด้วย แก๊สไนโตรเจน แก๊สออกซิเจน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และแก๊สอื่น ๆ
- น้ำ ประกอบด้วย น้ำ
- ทองเหลือง ประกอบด้วย ทองแดงและสังกะสี
- เกลือแกง ประกอบด้วย เกลือแกง
- น้ำตาลทราย ประกอบด้วย น้ำตาลทราย

- จากคำตอบขององค์ประกอบของสารแต่ละชนิดข้างต้น แสดงว่า สารเนื้อเดียวนั้นมีองค์ประกอบกี่ชนิด

แนวคำตอบ มีองค์ประกอบเพียง 1 ชนิด หรือมากกว่า 1 ชนิด ก็ได้

- สารที่มีองค์ประกอบมากกว่า 1 ชนิด แต่มองเห็นลักษณะของสารกลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกัน จะเรียกสารเนื้อเดียวประเภทนั้นว่าอะไร

แนวคำตอบ สารละลาย

- สารที่มีองค์ประกอบเพียง 1 ชนิด แต่มองเห็นลักษณะของสารกลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกัน เรียกสารเนื้อเดียวประเภทนั้นว่าอะไร

แนวคำตอบ สารบริสุทธิ์

- นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าสารที่มองเห็นนั้นเป็นสารบริสุทธิ์หรือสารละลาย

แนวคำตอบ อาจจะได้จากจุดเดือดของสารได้

ชั้นกิจกรรม (50 นาที)

3. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง การตรวจสอบสารบริสุทธิ์และสารละลาย โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบขั้นตอนการทำกิจกรรม โดยให้นักเรียนเลือกสารที่นำมาทดสอบจากสารตัวอย่างที่ครูนำมาให้ศึกษาข้างต้น แล้วให้บันทึกผลในรูปแบบของตาราง

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายหลังการทำกิจกรรม โดยถามคำถาม ดังนี้

- เมื่อนักเรียนทำการต้มน้ำเป็นเวลา 10 นาที อุณหภูมิของสารแต่ละชนิดมีการเปลี่ยนแปลงเหมือนหรือต่างกันอย่างไร จงอธิบาย

แนวคำตอบ ต่างกัน โดยสารบางชนิดจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนเดือดและมี

อุณหภูมิขณะเดือดคงที่ที่ 100°C ได้แก่ น้ำ ส่วนสารบางชนิดจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนกระทั่งเดือด และอุณหภูมิขณะเดือดไม่คงที่ ได้แก่ น้ำเชื่อมและน้ำเกลือ

- ถ้านำผลการทดลองมาทำเป็นกราฟเส้นจะมีลักษณะอย่างไร กำหนดให้แกนตั้งแทนอุณหภูมิ และแกนนอนแทนเวลา

แนวคำตอบ เส้นกราฟจะขนานกับแกนนอน ซึ่งเป็นสารที่มีอุณหภูมิขณะเดือดคงที่ ส่วนเส้นกราฟที่ไม่ขนานกับแกนนอน เป็นสารที่มีอุณหภูมิขณะเดือดไม่คงที่

- นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ทำไมสารบางชนิดมีจุดเดือดไม่คงที่

แนวคำตอบ เนื่องจากน้ำเกลือและน้ำเชื่อมเมื่อต้มไปเรื่อยๆ น้ำที่เป็นองค์ประกอบของน้ำเกลือและน้ำเชื่อมจะระเหยไป ทำให้สัดส่วนของน้ำในน้ำเกลือและน้ำเชื่อมไม่คงที่ ดังนั้นอุณหภูมิขณะเดือดจึงไม่คงที่

- ถ้านำสารมาต้มจนเดือด สารใดจะมีจุดเดือดคงที่เช่นเดียวกับน้ำ และสารใดจะมีจุดเดือดไม่คงที่เช่นเดียวกับน้ำเชื่อมและน้ำเกลือ

แนวคำตอบ สารที่มีจุดเดือดคงที่ ได้แก่ ปรอท เป็นต้น

สารที่มีจุดเดือดไม่คงที่ ได้แก่ น้ำโซดา แอลกอฮอล์เช็ดแผล น้ำอัดลม เป็นต้น

ชั้นสรุป (30 นาที)

5. ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน เรื่อง สารบริสุทธิ์และสารละลาย จากการใช้คำถาม ดังนี้

- สารเนื้อเดียว แบ่งออกเป็นกี่ประเภท

แนวคำตอบ 2 ประเภท ได้แก่ สารบริสุทธิ์และสารละลาย

- องค์ประกอบของสารบริสุทธิ์ มีลักษณะอย่างไร

แนวคำตอบ สารบริสุทธิ์ มีองค์ประกอบเพียงชนิดเดียว

- องค์ประกอบของสารละลาย มีลักษณะอย่างไร

แนวคำตอบ สารละลาย มีองค์ประกอบของสารตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมารวมกันในปริมาณที่ไม่แน่นอน

- คุณสมบัติเฉพาะตัวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย มีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

แนวคำตอบ แตกต่าง คือ สารบริสุทธิ์มีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่ ส่วนสารละลายมีคุณสมบัติเฉพาะตัวไม่คงที่

- ให้นักเรียนยกตัวอย่างสารบริสุทธิ์

แนวคำตอบ เช่น เหล็กแกง น้ำตาลทราย พรอท เงิน น้ำ แป้งมัน เป็นต้น

- ให้นักเรียนยกตัวอย่างสารละลาย

แนวคำตอบ เช่น น้ำโซดา อากาศ น้ำเชื่อม น้ำเกลือ นาก เป็นต้น

6. ครูให้นักเรียนทำใบงาน เรื่อง ประเภทของสารเนื้อเดียว โดยให้นำมาส่งท้ายคาบ

สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

1. ใบงาน เรื่อง ประเภทของสารเนื้อเดียว
2. ใบกิจกรรม เรื่อง การตรวจสอบสารบริสุทธิ์และสารละลาย
3. คู่มือกิจกรรม เรื่อง การตรวจสอบสารบริสุทธิ์และสารละลาย
 - น้ำเกลือ - น้ำเชื่อม
 - น้ำ - บีกเกอร์
 - เทอร์มอมิเตอร์ - ตะเกียงแอลกอฮอล์
 - ชุดกันลม - ปากคีบไม้
 - ขาดั่ง

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

พฤติกรรมที่วัด	วิธีวัด (เลือก/ระบุ)	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ บอกความหมายของสาร บริสุทธิ์และสารละลายได้ เปรียบเทียบความแตกต่างของ สารบริสุทธิ์ และสารละลายได้ ยกตัวอย่างสารบริสุทธิ์ และ สารละลายได้	- การตอบคำถามในใบงาน/ ใบกิจกรรม - การถามตอบในระหว่างเรียน	นักเรียนตอบคำถามถูกต้อง ร้อยละ 80 ของข้อคำถาม ทั้งหมด
ด้านทักษะ/กระบวนการ ทดสอบสารบริสุทธิ์และ สารละลายได้	การสังเกตพฤติกรรม	นักเรียนร้อยละ 80 ร่วมมือ ปฏิบัติกิจกรรมถูกต้องและ สำเร็จ
ด้านคุณลักษณะ รับผิดชอบในการเตรียม อุปกรณ์มาทำกิจกรรม ยอมรับฟังความคิดเห็น สงสัยและกระตือรือร้นที่จะหา คำตอบ	การสังเกตจากการเรียนใน ชั่วโมงเรียน การให้ความ ร่วมมือในการตอบคำถาม การแสดงความคิดเห็น	นักเรียนตอบคำถามถูกต้อง ร้อยละ 80 ของข้อคำถาม ทั้งหมด

ใบกิจกรรม

เรื่อง การตรวจสอบสารบริสุทธิ์และสารละลาย



อุปกรณ์

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

นาฬิกาที่ ชนิดสารละลาย	อุณหภูมิ (°C)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10



คำถามท้ายกิจกรรม

1. เมื่อนักเรียนทำการต้มน้ำเป็นเวลา 10 นาที อุณหภูมิของสารแต่ละชนิดมีการเปลี่ยนแปลงเหมือนหรือต่างกันอย่างไร จงอธิบาย

2. ถ้านำผลการทดลองมาทำเป็นกราฟเส้นจะมีลักษณะอย่างไร กำหนดให้แกนตั้งแทนอุณหภูมิ และแกนนอนแทนเวลา

3. นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ทำไมสารบางชนิดมีจุดเดือดไม่คงที่

4. ถ้านำสารมาต้มจนเดือด สารใดจะมีจุดเดือดคงที่เช่นเดียวกับน้ำ และสารใดจะมีจุดเดือดไม่คงที่เช่นเดียวกับน้ำเชื่อมและน้ำเกลือ



แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่.....

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ประสบผลสำเร็จ

.....

.....

.....

อุปสรรคในการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

พฤติกรรมของผู้เรียน

.....

.....

.....




ภาคผนวก จ
ตัวอย่างการสัมภาษณ์นักเรียน

แบบสัมภาษณ์ของนักเรียน


ชื่อ-สกุล อ.ญ. จุฬินดา บดินทิตชาวลิต ชั้น ป.1/1 เลขที่ 36

 นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดอะไรบ้างในวันนี้ ยังมีแนวคิดใดที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

- ทบทวนองค์การจำแนกได้ ๒ ประเภท ได้แก่ สัมพันธภาพทฤษฎีภาพและสัมพันธภาพ-
 เดิม - สัมพันธภาพทฤษฎีภาพ ไฮเก้ ลี กลิ่น รหัส สอดนะ เนื้อสาร ตกลงสามารถ
 ในกรณีไฟฟ้า ตกลงสามารถในกรณีภาพ เป็นต้น - สัมพันธภาพเดิม ไฮเก้ ตกลงเป็น-
 กรด-เบส ดอนทอเวด ดดไอ้อด ตกลงหน้าแน่น เป็นอัน แนวคิดที่จำ
 ใจเข้าใจ เมื่อนำสารไปละลายน้ำ สารจะเกิดกับสสารเดิมได้หรือไม่ อ่าวไร

 กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดเรื่องนี้หรือไม่ อย่างไร และมี
 อะไรบ้างที่เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้

เข้าใจ คือ ขาดจากนำสารไปละลายน้ำสารบางชนิด ขาดจากลักษณะเดิม แต่
 บางชนิดเปลี่ยนรูปร่างหรือเปลี่ยนสถานะ อุปสรรค เหมือนในกลุ่มจะเผลอ
 กันไป ตกลงร้อน กับสาร

 นักเรียนชอบหรือไม่ชอบกิจกรรมการเรียนรู้ในวันนี้อย่างไร

- เข้าใจ เนื่องจากบทเรียนมาจากจีน
 - เห็น ผลการทดลองได้ชัดเจน เข้าใจในแนวคิดเรื่องที่เกี่ยวข้อง
 - สั้นกระชับ



แบบสัมภาษณ์ของนักเรียน

ชื่อ-สกุล...ศ.ณ. วัฒนชัย...จินดาแจ้ง... ชั้น ม. 1/1...เลขที่...26.



นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดอะไรบ้างในวันนี้ ยังมีแนวคิดใดที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

แนวคิดที่ได้เรียนรู้คือ สมบัติทางภาษาภาพ เป็นตารางเปลี่ยนแปลโครงสร้างของสาร เช่นการเปลี่ยน
สถานะ คือ กลิ่น รส จุดเดือด จุดหลอมเหลว ตามทฤษฎี สมบัติหนึ่งสาร เป็นต้น ส่วน
สมบัติทางเคมี จะบอกการเปลี่ยนแปลง มีสารใหม่เกิดขึ้น เช่น การเผาไหม้ การเกิดสนิม
การเปลี่ยนแปลงทางเคมี
แนวคิดที่เข้าใจไม่เข้าใจ ทั้งการเปลี่ยนแปลงสถานะ สมบัติของสารทั้งตัวสารข้างต้นเหมือนเดิมหรือไม่



กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดเรื่องนี้หรือไม่ อย่างไร และมี
อะไรบ้างที่เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้

เพื่อนำสารไปทำปฏิกิริยากันครกหน้าได้มีคำแนะนำว่าปฏิกิริยาใหม่เกิดขึ้น ซึ่งจาก
การทำกิจกรรมทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของสารชัดเจน
อุปสรรค อุปสรรคหนึ่งที่เกิดขึ้นไม่เพียงพอต่อความต้องการของสมาชิกในกลุ่ม



นักเรียนชอบหรือไม่ชอบกิจกรรมการเรียนรู้ในวันนี้ อย่างไร

ชอบ - เพราะว่าสนุกดี
- ได้ทดลองเปลี่ยนสารมาคิดเห็นกัน ได้เข้าใจจึงขึ้นที่มองเห็นมา

แบบสัมภาษณ์ของนักเรียน

ชื่อ-สกุล อ.สม. รัชฎาตองอิน ภูคาเขมร ชั้น ส.ป.1 เลขที่ ๖๖



นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดอะไรบ้างในวันนี้ ยังมีแนวคิดใดที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

แนวคิดที่ได้อธิบายคือ คือ เปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่างสถานะ
คือ Solid < Liquid < Gas
เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีอัตราเร่งระหว่างสถานะ คือ Solid
solid > Liquid > Gas



กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดเรื่องนี้หรือไม่ อย่างไร และมี
อะไรบ้างที่เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้

เข้าใจ เรื่องที่ถึงกับอธิบายตัวเองได้จะ อธิบายคิดในภาส
สร้างแบบจำลอง แผนภาพสถานะของสารทำให้เห็นรูปร่าง
และช่องว่างของสารแต่ละสถานะได้ชัดเจนมากขึ้น



นักเรียนชอบหรือไม่ชอบกิจกรรมการเรียนรู้ในวันนี้ อย่างไร

ชอบ ได้เปรียบเทียบกับผลการจำลองแผนภาพสถานะของสาร
มีการอภิปรายร่วมกัน สนุกในภาสสร้างแบบจำลอง



แบบสัมภาษณ์ของนักเรียน

ชื่อ-สกุล... ด.ญ. วันลหิ์ จินดาแก้ว ชั้น ม.1/1 เลขที่ 26



นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดอะไรบ้างในวันนี้ ยังมีแนวคิดใดที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

แนวคิดที่ได้เรียนรู้ คือ การในสถานะของแข็ง มีช่องว่างระหว่างอนุภาคน้อย
ทำให้เคลื่อนที่ได้ช้ากว่า ส่วนของเหลว มีช่องว่างระหว่างอนุภาค มากกว่า ของแข็ง
แนวคิดที่เข้าใจไม่เข้าใจ ทำในสถานะของแก๊สจึงมีปริมาตรไม่คงที่



กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดเรื่องนี้หรือไม่ อย่างไร และมี
อะไรบ้างที่เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้

เข้าใจ ได้รบกวนความคิดในการแยกต่างของสาร โหมดสถานะต่างๆแบบจำลองได้แต่เมื่อ
สังเกตแบบจำลองทำให้ทราบถึงช่องว่างระหว่างอนุภาคได้ชัดเจน
อุปสรรค คือ ไม่ทราบถึงแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคว่าด้วยของอะไร





นักเรียนชอบหรือไม่ชอบกิจกรรมการเรียนรู้ในวันนี้ อย่างไร


ชอบ เพราะได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการอภิปรายถึงผลของการต่างๆแบบจำลอง
ทำให้เข้าใจได้มากขึ้น

แบบสัมภาษณ์ของนักเรียน

ชื่อ-สกุล ด.ญ. รัชฎาภา อภิ ตูณาเนตร ชั้น ม.1/1 เลขที่ ๑๑.

 นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดอะไรบ้างในวันนี้ ยังมีแนวคิดใดที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ
 แนวคิดที่ได้เข้าใจมากที่สุด สารเหนือเดี่ยว ประกอบด้วย สาร 1 ชนิด
 หรือมากกว่า 1 ชนิดก็ได้ ส่วนสารเหนือผสม จะประกอบด้วยสารมากกว่า
 1 ชนิด

 กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดเรื่องนี้หรือไม่ อย่างไร และมี
 อะไรบ้างที่เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้
 หัวใจ คือ เพื่อให้เข้าใจกิจกรรมด้วยตนเอง ได้ระดมความคิด
 สังเกตเห็นสาร ๑ ผ่าส่ว ๖ ชิ้น ความกลมกลืนกันหรือไม่
 ทำให้สามารถบอกได้ว่าสาร ๑ เป็นสารเหนือ เดี่ยว หรือสารเหนือผสม

 นักเรียนชอบหรือไม่ชอบกิจกรรมการเรียนรู้ในวันนี้ อย่างไร
 เห็นคุณค่าและเข้าใจในทฤษฎีสารเหนือคือ ส่วนผสมสาร ๑ ผ่าส่ว ๖ ชิ้น
 โดยได้มีหลักการดูจากความกลมกลืนของสาร จากการ
 สังเกต

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาววรัญญูดี การะเกตุ
วัน เดือน ปีที่เกิด	2 ธันวาคม 2529
สถานที่เกิด	จังหวัดราชบุรี
ประวัติการศึกษา	การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (กศ.บ.) (เกียรตินิยมอันดับ 2) วิชาเอก วิทยาศาสตร์ทั่วไป (กศ.บ.) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู คศ.1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนอนุบาลสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี