การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครู

ปริญญานิพนธ์
ของ
หนึ่งนุช กาพภักดี

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา
มีนาคม 2543
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครู

11 พ.ค. 2543

บทคัดย่อ

ของ

หนึ่งนุช กาพภักดี

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา
มีนาคม 2543

หนึ่งนุช กาพภักดี. (2543). *การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครู* , ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ดร. ชุติมา วัฒนะคีรี , รองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตนะ.

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 3 อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 84 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 42 คน ดำเนินการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม และกลุ่มควบคุม 42 คน ดำเนินการสอนตามคู่มือครู ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 15 คาบ คาบละ 50 นาที ในเนื้อหาเดียวกันทั้ง 2 กลุ่ม เรื่อง วิทยาศาสตร์เพื่อการสร้างสรรค์ แบบแผนการทดลองครั้งนี้ เป็นแบบ Randomized Control Group Pretest – Posttest Design และ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการทางสถิติแบบ t – test for Independent samples

ผลการศึกษาพบว่า

1. ความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

A COMPARISON OF MATHAYOM SUKSA I STUDENTS' HIGHER LEVEL THINKING ABILITIES AND SCIENCE ACHIEVEMENT THROUGH HANDS – ON SCIENCE ACTIVITIES LEARNING PACKAGES BASED ON THE CONSTRUCTIVIST LEARNING MODEL AND TEACHERS' MANUAL

AN ABSTRACT

BY

NUNGNUCH KARNPHAKDI

Present in partial fulfillment of the requirements

for the Master of Education degree in Secondary Education

At Srinakharinwirot University

March 2000

Nungnuch Kamphakdi. (2000). *A comparison of Mathayon Suksa I students' higher level thinking abilities and science achievement throuth hands – on science activities learning packages based on the constructivist leaning model and teachers' manual.* Master thesis , M.Ed. (Secondary Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Adviser Committee : Assoc. Prof. Dr. Chutima Wattanakeeree and Assoc. Prof. Chusri Wongrattana

The propose of this study was to compare the higher level thinking problem – solving science ability , the critical thinking ability and science achievement of Mathayom Suksa I students' through hands – on science activities learning packages based on the constructivist learning model and teachers' manual.

The simple in this study were 84 Mathayom Suksa I student of Banhanjamsaiwitaya 3 school in Danchang district, Suphanburi Province, during the first Semester of 1999 academic year. They were devided into 2 groups ; the experimental and the control groups with 42 students in each. The experimental group was taught through hands – on science activities learning packages based on the constructivist learning model ; whereas the control group was taught through the instruction based on the teachers' manual. It took 15 periods for each group, each period to 50 minutes. The research design was Randomized control Group, Pretest – Posttest Design. The data was statistically analysed by t – test for Independent Samples.

The results of the study indicated that :

1. the students' higher level thinking problem – solving science ability between the experimental and the control groups were significantly different at the .05 level.

2. the students' higher level critical thinking ability between the experimental and the control groups were significantly different at the .05 level.

3. the students' science achievement between the experimental and the control groups were significantly different at the .05 level.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการ
ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครู

ของ
นางสาวหนึ่งนุช กาพภักดี

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัย ให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)
วันที่.....เดือน มีนาคม พ.ศ. 2543

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชุติมา วัฒนะคีรี)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์สมจิต สวธนไพบูลย์)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ตรูเนตร อัชชสวัสดิ์)

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุน
ของ
ศาสตราจารย์ ดร.สาโรช บัวศรี
ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ ดร. ชุติมา วัฒนะคีรี ประธานกรรมการ และรองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ กรรมการ ที่กรุณาแนะนำช่วยเหลือมาด้วยดีโดยตลอด อันเป็นผลให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จ ผู้วิจัยรู้สึกทราบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์สมจิต สวธนไพบูลย์ รองศาสตราจารย์ตรูเนตร อัชชสวัสดิ์ และคณาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอนทุกท่านที่ประสาทวิชาให้กับผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ดิลก ดิลกานนท์ ดร.สมปรารถนา วงษ์บุญหนัก ดร.บูญชู ชลัษเสถียร อาจารย์ลัดดา สายพานทอง อาจารย์สุนทรี วัฒนพันธ์ อาจารย์ธัญญา เรืองแก้ว อาจารย์มาลินี มณีธวัช และอาจารย์อรางลักษณ์ มณีศิริ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบ และแก้ไขเครื่องมือในการวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณาจารย์ โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 3 และโรงเรียนบ้านสระบัวทุกท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาจารย์จันทร์อุไร นิ่มเป้า อาจารย์เบญญา สุขาทิพยพันธ์ ที่ให้คำแนะนำช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 3 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทดลองใช้เครื่องมือ ตลอดจนทำการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณคุณพ่อทวี คุณแม่ปัญญา กาพภักดี ที่คอยให้กำลังใจด้วยดีมาโดยตลอด

หนึ่งนุช กาพภักดี

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของกาวิจัย	5
	ความสำคัญของการวิจัย	5
	ขอบเขตของการวิจัย	6
	นิยามศัพท์เฉพาะ	7
	สมมติฐานของการวิจัย	12
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
	เอกสารเกี่ยวกับชุดการเรียนและชุดกิจกรรม	13
	งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการเรียนและชุดกิจกรรม	21
	เอกสารเกี่ยวกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม	23
	งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม	40
	เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	41
	เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	45
	งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	53
	เอกสารเกี่ยวกับการพัฒนากระบวนการคิด	55
	งานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนากระบวนการคิด	67
	เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	68
	งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	74
	เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	75
	งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	80
3	วิธีดำเนินการวิจัย	83
	ประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	83
	เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	83
	ระยะเวลาในการวิจัย	84
	แบบแผนการวิจัย	84
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	84
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	96
	การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล	97
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	101
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	101
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	101

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	108
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	108
	สมมติฐานของการวิจัย	108
	วิธีดำเนินการวิจัย	109
	สรุปผลการวิจัย	112
	อภิปรายผลการวิจัย	112
	ข้อเสนอแนะ	117
บรรณานุกรม		120
ภาคผนวก		129
ประวัติย่อผู้วิจัย		204

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

1 แบบแผนการทดลอง 84
2 เปรียบเทียบกิจกรรมการเรียนการสอนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม 86
3 ค่าสถิติพื้นฐานของความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 102
4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคดิระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมจากคะแนนผลต่างเฉลี่ย..... 103
5 ค่าสถิติพื้นฐานของความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ..... 104
6 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคดิระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมจากคะแนนผลต่างเฉลี่ย 105
7 ค่าสถิติพื้นฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์..... 106
8 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุมจากคะแนนผลต่างเฉลี่ย 107
9 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้าน การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 133
10 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้าน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ 134
11 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ 135
12 แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และคาสความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัด ความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 137
13 แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และคาสความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัด ความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 138
14 แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และคาสความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 139
15 การวิเคราะห์จุดประสงค์และพฤติกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 101) เรื่อง วิทยาศาสตร์เพื่อการสร้างสรรค์..... 161

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ หน้า

1 ข้อตกลงเบื้องต้นทางการเรียนรู้แบบคอนสตรัตติวิสต์..... 27
2 แผนภูมิการสืบเสาะหาความรู้ ของ สสวท. 43
3 แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์..... 46
4 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 52
5 แผนภูมิแสดงการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมตามทฤษฎี 58

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

การพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540 - 2544) ได้เน้นการพัฒนา "คน" เป็นศูนย์กลางของการพัฒนาเพื่อให้เป็นประชากรที่มีคุณภาพด้านความสามารถในการแสวงหาความรู้ การแก้ปัญหา การคิดอย่างมีเหตุผล และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การศึกษาจัดเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่สุดในการพัฒนาประชากรให้มีคุณภาพดังที่ต้องการ โดยเฉพาะการพัฒนาความสามารถในการคิด เพราะการที่คนเราจะอยู่รอดในสังคมปัจจุบันได้นั้น จะต้องเป็นผู้ที่มีความคิด รู้จักคิดวิเคราะห์วิจารณ์ รู้จักปัญหา และรู้วิธีการแก้ปัญหา (พนัส หันนาคินทร์. 2521 : 34) การจัดการศึกษาในปัจจุบันจึงได้มุ่งพัฒนาส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดระดับสูง ซึ่งเป็นความสามารถในการคิดที่จะนำความรู้ ความเข้าใจไปใช้วิเคราะห์เพื่อตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา หรือสร้างสรรค์จรรโลงชีวิตให้สามารถดำรงอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข การที่นักเรียนจะสามารถคิดเป็นนั้นต้องมีพื้นฐานทางประสบการณ์ มีความรู้ และการเรียนรู้ เพราะการคิดเป็นกระบวนการทางสมองที่เกิดจากการเรียนรู้ (Shaffer. 1985 : 333) ครูจึงต้องมีความรู้ที่ชัดเจนถึงกระบวนการคิดที่ถูกต้อง และพยายามช่วยเหลือให้นักเรียนได้พัฒนาตามขั้นตอนของกระบวนการที่ถูกต้อง ดังนั้นภารกิจที่แท้จริงของโรงเรียน ก็คือ การสอนให้นักเรียนคิดเป็น โดยเฉพาะความสามารถในการแก้ปัญหา เพราะคนที่คิดเป็นจะมีเทคนิคในการดึงความรู้ ความจำ ความเข้าใจ และประสบการณ์ต่างๆที่สะสมมาใช้ในการแก้ปัญหาแปลกๆใหม่ๆได้อย่างสร้างสรรค์ แก้ปัญหาที่อยู่ในสถานการณ์แตกต่างกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับวิชัย วงษ์ใหญ่ (2541: 2) ที่กล่าวว่า โรงเรียนในศตวรรษที่ 21 ควรมีลักษณะที่พัฒนากระบวนการคิดควบคู่ไปกับความรู้ คุณภาพของบุคคลในศตวรรษที่ 21 นอกจากจะ มีความรู้ จะต้องมีความคิด เป็นบุคคลคิดรอบ คิดลึก คิดแตกฉาน คิดหลายชั้น คิดแก้ปัญหา คิดดี คิดชอบ และคิดสร้างสรรค์ บทบาทของโรงเรียนจะต้องพัฒนากระบวนการคิด กระบวนการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนก็จะส่งผลให้ประชาชนในประเทศเป็นสังคมการเรียนรู้และสามารถเรียนรู้ได้ตลอดชีวิต จุดมุ่งหมายของหลักสูตรมัธยมศึกษาฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 จึงเน้นที่ ลักษณะพฤติกรรมของนักเรียน ให้รู้จักคิดและสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองเป็นหลัก ด้วยเหตุว่าถ้าคนเรารู้จักคิด และคิดเป็นแล้วก็สามารถที่จะพิจารณาหาทางเลือกเพื่อตัดสินใจและสามารถแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี แต่ความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้นจะแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าบุคคลนั้นมีสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ และประสบการณ์มากน้อยเพียงใด การจัดการเรียนการสอนจึงนับได้ว่ามีความสำคัญมาก ในการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดคุณสมบัติดังกล่าว โฮ และ อดัมส์ มีความเห็นว่า การสอนแบบเก่าทำให้นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ เพราะเวลาที่ใช้ในห้องเรียนส่วนมากจะใช้ในการฟังครูอธิบายมากกว่าคิดเกี่ยวกับปัญหาในการสอนกระบวนการคิด ซึ่งสอดคล้องกับ สมจิต สวธนไพบูลย์ (2532 : 6) ที่กล่าวว่า ในการสอนวิทยาศาสตร์มักจบลง

ด้วยผู้เรียนได้รับความรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร แทนที่จะจบลงด้วยผู้เรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเอง หรือการได้นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นสมรรถภาพทางการคิดที่เป็นคุณลักษณะของผู้เรียนอีกความสามารถหนึ่งที่มีความสำคัญ เพราะเป็นการคิดที่ใช้การไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นปัญหา ข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่คลุมเครือโดยอาศัยความรู้ความคิด และประสบการณ์ของตนเองในการหาหลักฐานเพื่อตัดสินใจและนำไปสู่ข้อยุติที่สมเหตุสมผล การคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงเป็นสิ่งที่มีคุณค่าและเป็นสิทธิอันชอบธรรมของผู้เรียนที่จะได้รับการพัฒนา โดยถือว่าเป็นเงื่อนไขที่จำเป็นสำหรับการศึกษาและเป็นเครื่องหมายของบุคคลที่ได้รับการศึกษาหรือได้ผ่านการเรียนรู้มาแล้ว

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียน เป็นคนมีความคิดวิจารณญาณ มองเห็นปัญหา และรู้วิธีการแก้ปัญหาได้โดยการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพราะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้ความคิดอย่างมีวิจารณญาณในการตรวจสอบสมมติฐานต่างๆจึงไม่สามารถแยกความคิดวิจารณญาณออกจากการสอนวิทยาศาสตร์ได้ ด้วยเหตุนี้การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิด จึงไม่ควรเน้นเนื้อหาเพียงด้านเดียว ควรมุ่งให้ผู้เรียนได้รู้จักวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่จะทำให้เกิดความรู้และการค้นพบ ปลูกฝังให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้จักสังเกต รู้จักตั้งปัญหา และตอบปัญหาได้เองอย่างมีเหตุผล สามารถหาความสัมพันธ์กับตัวแปรต่างๆได้ ดังที่ ซันด์ (Sund. 1976) กล่าวไว้ว่าในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น เด็กจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อเด็กได้ค้นหาความรู้นั้นโดยตรงและวิธีการสอนของครูต้องส่งเสริมให้เด็กคิดเป็นมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ให้โอกาสเด็กได้ใช้ความคิดของเขาให้มากที่สุด กระทรวงศึกษาได้เล็งเห็นถึงความสำคัญดังกล่าว จึงได้กำหนดนโยบายเพื่อปฏิรูประบบการเรียนการสอน โดยมุ่งปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนการสอน ให้เอื้อต่อการพัฒนาขีดความสามารถของผู้เรียนให้เต็มศักยภาพ ให้มีพื้นความรู้ ความสามารถ ทักษะพื้นฐานที่ดี และเข้มแข็งพอที่จะประกอบอาชีพ หรือศึกษาต่อในระดับสูงต่อไป ตลอดจนวางแนวทางให้ผู้สอนปรับวิธีการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เน้นกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบและมีเหตุผล มุ่งให้ผู้เรียนรักการเรียนรู้ รู้จักคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ แสวงหาความรู้ และรู้จักแก้ปัญหาด้วยตนเอง รวมทั้งรู้จักทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะ และเน้นให้ผู้สอนจัดวิธีการเรียนการสอนให้หลากหลาย รูปแบบเชื่อมโยงวิธีการเรียนในเนื้อหาวิชา กับสภาพปัญหาและประสบการณ์ในชีวิตจริง

อย่างไรก็ตามการนำแผนการศึกษาแห่งชาติและหลักสูตรมาสู่การปฏิบัติยังขาดประสิทธิผล โดยเฉพาะการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ที่มุ่งพัฒนาส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดระดับสูง จากผลการประเมินความก้าวหน้าทางการศึกษาแห่งชาติของ NAEP (The National Assesment of Education Progress) (วรรณทิพา รอดแรงค้า. 2533) พบว่า พัฒนาการทางการคิดของนักเรียนยังไม่มีการพัฒนา เนื่องจากนักเรียนนำความรู้ ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันสูง แต่มีการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ สังเคราะห์อยู่ในระดับต่ำ และจากผลการวิจัยเพื่อตรวจสอบคุณภาพของผู้เรียน ที่จบการศึกษาระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษา ระหว่างปี 2527 - 2533 พบว่า นักเรียนที่จบไปมีความสามารถในการจำร้อยละ 50 - 70 แต่ว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถนำความรู้ ความจำ ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันเพียงร้อยละ 20 - 40 เท่านั้น (พยอม ธรรมบุตร .2535 : 43) ซึ่งสอดคล้องกับการประเมินคุณภาพทาง

การศึกษาระดับมัธยมศึกษา ในปีการศึกษา 2533 และ 2536 ของกรมวิชาการ (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2539 : 39) พบว่า สมรรถนะของนักเรียนในด้านความรู้ ความคิด ยังอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำทุกด้าน โดยเฉพาะในวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และเกินครึ่งเพียงเล็กน้อยในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แสดงให้เห็นว่า การศึกษาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นการเน้นความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริงและหลักการมาก ทั้งๆที่การสอนวิทยาศาสตร์ เป็นการสอนให้เกิดการพัฒนาความคิดในระดับสูง ทั้งนี้เพราะครูจำนวนไม่น้อยมักจะไม่สอนให้เด็กรู้จักคิด แต่กลับสอนให้เด็กจดจำข้อเท็จจริงและฝึกให้ท่องจำ เด็กจึงขาดโอกาสในการฝึกฝนการพัฒนาทักษะการคิด และ การแก้ปัญหา (วรรณทิพา รอดแรงค้า . 2533 : 29) ดังที่ สมจิต สมัตถพันธ์ (2535 : 1) กล่าวไว้ว่า ความผิดพลาดของการสอนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสอนที่ไม่อาจนำความฉลาด สติปัญญาของนักเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การเรียนการสอนโน้มเอียงไปในทางบีบบังคับให้คล้อยตาม หรือเลียนแบบมากกว่าเรียนตามกรรมวิธีการสร้างสรรค์การเรียนการสอน นักเรียนไม่ค่อยได้รับการฝึกฝนให้เป็นคนช่างคิด

สภาพปัญหาอีกประการหนึ่งในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน คือ ความไม่สอดคล้องกับวิวัฒนาการด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เจริญรุดหน้าไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการเรียนการสอนตามคู่มือครูนั้น ต้องการให้นักเรียนได้รับเพียงข้อสรุปที่ถูกต้อง ครูผู้สอนเน้นเนื้อหาวิชามากเกินไป ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่เป็นที่น่าพอใจ จากการวิจัยผลการประเมินคุณภาพทางการศึกษาของ สำนักงานทดสอบทางการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ปีการศึกษา 2538 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในภาพรวมของประเทศอยู่ในระดับพอใช้ คือ ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 45.34 (สำนักงานทดสอบทางการศึกษา. 2538 : 41) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ยังไม่บรรลุเป้าหมายเท่าที่ควร

ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะช่วยส่งเสริมกระบวนการคิด ของนักเรียนให้เกิด "การคิดระดับสูง" นั้น ครูผู้สอนต้องจัดกิจกรรมให้ นักเรียนได้มองเห็นปัญหา รู้จักซักถาม คิดวิเคราะห์ พิจารณาหาเหตุผลและเสาะแสวงหาความรู้เพื่อเชื่อมโยงความคิดไปสู่แนวทางที่จะแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นการปฏิบัติ การให้ผู้เรียนได้ลงมือกระทำ จัดประสบการณ์หรือสถานการณ์ให้ผู้เรียน เรียนรู้และสรุปความเข้าใจด้วยตนเอง จะเป็นการช่วยให้นักเรียนสามารถค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ สอดคล้องกับ สิปปนนท์ เกตุทัต (2541:3) ที่กล่าวว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ควรให้เด็กฝึกปฏิบัติให้มากขึ้น ครูจะเป็นเพียงผู้สอนแต่หนังสือเท่านั้นไม่ได้ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist thoery) หรือคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism) ได้เสนอแนวคิดหลักว่า บุคคลเรียนรู้โดยการสร้างความรู้ด้วยวิธีที่ต่างๆ กัน โดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ ความสนใจและแรงจูงใจภายในเป็นพื้นฐาน (Nodding. 1990) โดยที่ความขัดแย้งทางปัญญา ซึ่งเกิดจากการที่บุคคลจะเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น จะเป็นแรงจูงใจให้เกิดการไตร่ตรองซึ่งนำไปสู่การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญาที่ได้รับการตรวจสอบทั้งโดยตนเอง และผู้อื่นว่าสามารถแก้ปัญหาเฉพาะต่างๆ ซึ่งอยู่ในกรอบของโครงสร้างนั้น และใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการสร้างโครงสร้างใหม่อื่นๆต่อไป

(Underhill. 1991) ความรู้ในระดับโครงสร้างเป็นสิ่งที่มีอยู่ในวิสัยที่นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งมีอายุประมาณ 12 - 15 ปี สามารถสร้างขึ้นเองได้ ถ้านักเรียนได้รับโอกาสในการแสดงพลังความสามารถนี้อย่างสม่ำเสมอในสถานการณ์การเรียนรู้ที่เอื้ออำนวย เนื่องจากนักเรียนในวัยนี้มีพัฒนาการทางปัญญาอยู่ในขั้นที่คิดเป็นนามธรรมได้ มีความสามารถคิดรวบรวมเหตุผลในหลายๆ ด้านเพื่อตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้ ในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ และมีแบบแผนสามารถแก้ปัญหาที่ยอกย้อนด้วยถ้อยคำ สามารถหาข้อสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่ มาอธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น สามารถพิจารณาตรวจสอบความคิดของตนเองได้ จากเหตุผลข้างต้นสรุปได้ว่าการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมเป็นอีกวิธีหนึ่ง ที่เน้นกระบวนการให้นักเรียนสร้างความรู้ขึ้นมาจากตัวเอง โดยผู้เรียนได้คิด ลงมือกระทำ และฝึกหัดด้วยตนเองเป็นสำคัญ ครูผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง มากกว่าที่จะเป็นผู้บอกเล่าให้นักเรียนได้จดจำเรื่องราวหรือเนื้อหาต่างๆ โดยคำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิม สิ่งแวดล้อม และขนบธรรมเนียมประเพณีต่างๆ ที่นักเรียนได้รับมาแล้วก่อนเข้าสู่ห้องเรียน การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้นในระหว่างที่นักเรียน ได้มีส่วนร่วมโดยตรงในกิจกรรมการเรียนการสอนเหล่านั้น นอกจากนี้ยังได้คาดหวังว่าเมื่อนักเรียนผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนไปแล้ว จะเกิดทักษะในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่เหมาะสมเป็นผู้มีความคิดวิพากษ์วิจารณ์อย่างมีเหตุผล รวมทั้งมีความสามารถที่จะสื่อสารกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี (สมจิต สวธนไพบูลย์. 2541 : 72)

ชุดกิจกรรมเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะชุดกิจกรรมเป็นนวัตกรรมทางการศึกษารูปแบบหนึ่งของการพัฒนาการเรียนการสอนที่สามารถช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับเวลาเรียนที่มีจำกัด ครูมีคาบสอนและหน้าที่พิเศษมาก จึงไม่มีเวลาเตรียมการสอน ดังนั้นชุดกิจกรรมจึงเป็นสื่อทางการศึกษารูปแบบหนึ่งที่จัดไว้สำหรับผู้เรียนโดยเฉพาะ เพื่อสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนสามารถดำเนินการศึกษาได้ด้วยตนเอง มีอิสระในการคิด ทุกคนมีโอกาสใช้ความคิดอย่างเต็ม ที่สัมพันธ์กับแนวความคิดของบลูม (Bloom . 1976 : 72 - 74) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ปฏิบัติตามที่ตนต้องการ ย่อมกระทำกิจกรรมนั้นด้วยความกระตือรือร้น ทำให้เกิดความมั่นใจ เกิดการเรียนรู้ได้เร็วและประสบความสำเร็จสูง ทำให้เกิดความพึงพอใจในตนเองได้ ในที่สุด จะเห็นได้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมนั้นจะทำให้นักเรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้และคำตอบของปัญหาได้ด้วยตนเอง รู้จักคิดวิเคราะห์ พิจารณาหาเหตุผล และเสาะแสวงหาความรู้เพื่อเชื่อมโยงความคิดไปสู่แนวทางที่จะแก้ปัญหา ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดทักษะและกระบวนการคิดระดับสูง ดังที่กรมวิชาการ (2535 : 86) ได้ทำการศึกษาวิจัยรูปแบบนวัตกรรมการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพระดับมัธยมศึกษา พบว่า ชุดประกอบการสอนทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์และเจตคติสูงกว่าการสอนตามปกติ

จากเหตุผลที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงได้สร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมขึ้นเพื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นนี้อาศัยทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมที่เน้นกระบวนการให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือกระทำและฝึกหัดด้วยตนเองเป็นสำคัญ โดยลักษณะของกิจกรรมจะคำนึงถึง วุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิม และสิ่งแวดล้อมของนักเรียนก่อนที่

เข้าสู่เนื้อหาใหม่ นักเรียนจะมีอิสระในการคิดเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด รู้จักคิดวิเคราะห์วิจารณ์ พิจารณาหาเหตุผลมาประกอบการลงข้อสรุป รู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกันจากการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม รู้จักปรับตัวและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ นอกจากนี้นักเรียนที่เรียนอ่อนก็จะมีความมั่นใจในตนเองมากขึ้น เพราะนักเรียนในกลุ่มจะยอมรับฟังความคิดเห็นของซึ่งกันและกัน ลักษณะของกิจกรรมจึงเป็นการตอบสนองความต้องการของนักเรียนที่เป็นวัยรุ่นที่ชอบค้นหาคำตอบและร่วมกระทำกิจกรรมกับเพื่อนๆ โดยมีครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเองมากกว่าการเป็นผู้บอกเล่าให้นักเรียนได้จดจำเรื่องราวหรือเนื้อหาต่างๆ ซึ่งจะส่งผลให้ นักเรียนเกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และได้รับการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ตามศักยภาพ

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาความสามารถในการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครูว่าแตกต่างกันหรือไม่

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครู

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครู

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครู

ความสำคัญของการวิจัย

1. ใช้เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ นำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ด้วยตนเอง รู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกัน รู้จักปรับตัว สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

2. ส่งเสริมความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น เพื่อเตรียมให้ผู้เรียนเป็นประชากรที่มีคุณภาพสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 3 อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 จำนวน 9 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 405 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 3 อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 จำนวน 84 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) ดังนี้

1. สุ่มห้องเรียนโดยวิธีจับฉลาก 2 ห้องเรียนจากห้องเรียนทั้งหมด 9 ห้องเรียน
2. สุ่มกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยวิธีจับฉลากห้องเรียนทั้ง 2 ห้องเรียน แล้วแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 42 คนและกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 42 คน ดังนี้

กลุ่มทดลอง ดำเนินการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

กลุ่มควบคุม ดำเนินการสอนตามคู่มือครู

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ว 101) บทที่ 1 เรื่อง วิทยาศาสตร์เพื่อการสร้างสรรค์ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 ใช้เวลาทดลองกลุ่มละ 15 คาบ คาบละ 50 นาที โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเองทั้งสองกลุ่ม

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอน 2 วิธี คือ
   1.1 การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม
   1.2 การสอนตามคู่มือครู
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
   2.1 ความสามารถในการคิดระดับสูง (Higher - Level Thinking)
      2.1.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
      2.1.2 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
   2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

หมายถึง การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ที่เน้นกระบวนการให้นักเรียนได้คิดและลงมือกระทำด้วยตนเอง ในการปฏิบัติกิจกรรมที่กำหนดในชุดกิจกรรม ซึ่งจะมีครูเป็นที่ปรึกษา ให้คำแนะนำและคอยอำนวยความสะดวก โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม แบบ The Constructivist Learning Model (CLM) ของ เยเกอร์ (วรรณทิพา รอดแรงค้า. 2540) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นที่ 1 ขั้นเชิญชวน

1.1.1 นักเรียนศึกษา , สังเกต และปฏิบัติตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งสถานการณ์อาจเป็นข้อความ เกม รูปภาพ กิจกรรมการทดลอง อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างประกอบกัน โดยอาศัยการสังเกตสิ่งรอบตัว การลงมือปฏิบัติกิจกรรม แล้วตั้งข้อสงสัย / ข้อคำถามที่เกิดจากสถานการณ์หรือมีความเกี่ยวข้องสอดคล้องกับสถานการณ์

1.1.2. นักเรียนนำข้อสงสัย / ข้อคำถามของนักเรียนและเพื่อนในกลุ่มมาพิจารณาความเหมือนและความแตกต่างที่เกิดขึ้น พร้อมหาเหตุผล

1.1.3 นักเรียนร่วมกันพิจารณาเลือกข้อสงสัย / ข้อคำถาม ของกลุ่มมา 1 ข้อคำถาม พร้อมบอกเหตุผลหรือวิธีการที่ใช้ในการเลือกข้อสงสัย / ข้อคำถามนั้น

1.1.4 นักเรียนพิจารณาหาสาเหตุ และผลของข้อสงสัย / ข้อคำถาม ที่เลือกไว้แล้วร่วมกันหาคำตอบที่เป็นไปได้ของข้อสงสัย / ข้อคำถามนั้น

1.2 ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ

1.2.1 นักเรียนร่วมกันเลือกคำตอบของข้อสงสัย / ข้อคำถาม ที่สอดคล้องกับข้อสงสัย / ข้อคำถามมากที่สุด แล้วพิจารณาหาสาเหตุและผลที่จะเกิดขึ้นจากคำตอบของข้อสงสัย / ข้อคำถามนั้น

1.2.2 นักเรียนศึกษาข้อความรู้เพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบการทดลอง จากกรอบความรู้เพิ่มเติมภายในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

1.2.3 นักเรียนร่วมกันเลือกวัสดุ อุปกรณ์ที่กำหนดให้ แล้วกำหนดวัตถุประสงค์ของการทดลอง

1.2.4 นักเรียนออกแบบการทดลอง และระบุวิธีการทดลอง โดยคำนึงถึงความสอดคล้อง คลอบคลุมสถานการณ์ ข้อสงสัย / ข้อคำถาม และข้อคำตอบที่ตั้งขึ้น ลงในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

1.2.5 นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการที่ออกแบบไว้

1.3 ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอคำอธิบายและคำตอบของปัญหา

1.3.1 นักเรียนเลือกรูปแบบการบันทึกผลการทดลองให้เหมาะสมกับวิธีการทดลอง จากนั้นจึงบันทึกผลการทดลอง โดยจดบันทึกผลข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองตามรูปแบบการบันทึกผลการทดลองที่เลือกและออกแบบไว้ ลงในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

1.3.2 นักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง โดยการอภิปรายถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

1.3.3 นักเรียนนำข้อความรู้ของนักเรียนและข้อความรู้ของเพื่อนในกลุ่มมาสรุปร่วมกันเป็นข้อความรู้ใหม่

1.4 ขั้นที่ 4 ขั้นนำไปปฏิบัติ

1.4.1 นักเรียนร่วมกันพิจารณาและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลที่สอดคล้องกับความรู้ใหม่

1.4.2 นักเรียนนำความรู้ใหม่และทักษะที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน พร้อมนำเสนอข้อความรู้ที่ได้แก่ผู้อื่นในรูปแบบต่าง ๆ

1.4.3 นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรมในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม เพื่อเป็นการทบทวนความรู้ที่ได้ และถ่ายโยงความรู้และทักษะไปสู่เนื้อหาใหม่ต่อไป

2. กิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

หมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยกระบวนการคิด การลงมือกระทำหรือปฏิบัติการทดลองจากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม ผู้เรียนจะได้รับประสบการณ์ตรง และค้นพบความรู้ใหม่ด้วยตนเองโดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง ให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

3. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

หมายถึง สื่อการเรียนการสอนซึ่งเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยปรับปรุงมาจากขั้นตอน และหลักการสร้างชุดกิจกรรมของบัทส์ (Butt. 1974 : 85) , เนลสันและเลอเบียร์ (Nelson and Lorbeer. 1975 : 247) และดีวิโตและครอกโคเวอร์ (Devito and Krockover. 1976 : 388) เพื่อใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองด้วยกระบวนการคิด การลงมือกระทำหรือปฏิบัติการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย

1. ชื่อกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุชื่อกิจกรรม
2. คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายวิธีการใช้ชุดกิจกรรม
3. จุดประสงค์ของกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่ต้องการให้นักเรียนบรรลุผล
4. เวลา เป็นส่วนที่ระบุเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมแต่ละชุด

5. สถานการณ์ เป็นส่วนที่ระบุสถานการณ์ที่เป็นการบรรยายด้วยข้อความ รูปภาพ เกม หรือกิจกรรมการทดลอง

6. กิจกรรม เป็นส่วนที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เช่น การตั้งข้อสงสัย / ข้อคำถาม การตอบคำถาม การหาคำตอบของปัญหา การแสดงความคิดเห็น การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง การบันทึกผลการทดลอง การสรุปผล ตลอดจนการเชื่อมโยงความรู้และการถ่ายถอดความรู้

7. อุปกรณ์ เป็นส่วนที่ระบุอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในแต่ละกิจกรรม

8. เนื้อหา เป็นส่วนที่ระบุรายละเอียดของเนื้อหาในกรอบของความรู้เพิ่มเติม

9. คำถามท้ายกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุข้อคำถามหลังการปฏิบัติกิจกรรม

10. คำเฉลยกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุคำตอบในคำถามท้ายกิจกรรม

4. การสอนตามคู่มือครู

หมายถึง การสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวการสอนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอน ดังนี้

4.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

4.1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ซักถาม ปัญหาในหนังสือเรียน หรือจากสถานการณ์ที่กำหนด จากนั้นจึงร่วมกันอภิปรายสมมติฐานของการทดลอง

4.2.2 ครูและนักเรียนอภิปรายถึงจุดประสงค์ของการทดลอง อุปกรณ์ วิธีการทดลองในแบบเรียน ระยะเวลาในการทดลอง ข้อควรระวังและความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นจากการทดลอง

4.2 ขั้นทดลอง

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการทดลองตามขั้นตอนในหนังสือเรียนพร้อมบันทึกผล

4.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

4.3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรมโดยการนำเสนอผลการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่ม และร่วมกันพิจารณาถึงข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทดลอง หลังจากนั้นจึงนำผลการทดลองมาสรุปเป็นความรู้

4.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ที่ได้ เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และตั้งคำถามเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดต่อเนื่องเพื่อนำไปสู่การแสวงหาความรู้ใหม่ๆ โดยไม่คำนึงว่าคำตอบของนักเรียนที่ได้นั้นจะถูกหรือผิด

4.3.3 นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 101

5. ความสามารถในการคิดระดับสูง (Higher - Level Thinking)

หมายถึง พฤติกรรมการเรียนรู้ระดับสูงตามแนวคิดของบลูม ได้แก่ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งเป็นกระบวนการทำงานทางปัญญาที่บุคคลรวบรวมผสมผสาน และใช้ข้อมูลประสบการณ์ที่รวบรวมในสมองเมื่อเผชิญกับคำถาม เหตุการณ์ สถานการณ์

หรือกิจกรรมต่างๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ในการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการคิดที่สำคัญ 4 ประการ ได้แก่ การแก้ปัญหา การคิดตัดสินใจ การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และการคิดวิเคราะห์วิจารณ์

ในการวิจัยครั้งนี้ ศึกษาเฉพาะความคิดระดับสูงด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

5.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

หมายถึง ความสามารถในการคิด ที่ต้องอาศัยกระบวนการทางสมองของบุคคล รวมทั้งพฤติกรรมที่ซับซ้อนต่างๆอันเป็นผลมาจากพัฒนาการทางสติปัญญามาใช้ ระบุ และปฏิบัติอย่างมีระบบ เพื่อแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่พบ โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

5.1.1 ขั้นระบุปัญหา

หมายถึง ความสามารถในการคิดและระบุขอบเขตของปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ ภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงที่กำหนดให้

5.1.2 ขั้นตั้งสมมติฐาน

หมายถึง ความสามารถในการคิด วิเคราะห์ คาดคะเน และระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาจากข้อเท็จจริงของสถานการณ์ที่กำหนดให้

5.1.3 ขั้นทดลอง

หมายถึง ความสามารถในการคิดค้น วางแผน หรือเสนอแนวทางการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหา หรือเสนอข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เป็นระบบอย่างสมเหตุสมผล

5.1.4 ขั้นสรุปผลการทดลอง

หมายถึง ความสามารถในการอธิบายได้ว่า ผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการแก้ปัญหานั้นสอดคล้องกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ระบุไว้หรือไม่ หรือผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

ความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์วัดได้โดยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method)

5.2 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาอย่างไตร่ตรองรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นปัญหา ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยหาหลักฐานที่มีเหตุผลหรือข้อมูลที่เชื่อถือได้มาสนับสนุน ยืนยันประกอบการตัดสินใจตามเรื่องราวหรือสถานการณ์นั้น เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปที่ถูกต้องสมเหตุสมผล โดยวัดจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยอาศัยหลักการของ วัตสันและเกลเซอร์ (Watson and Glaser) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

5.2.1 การอนุมาน (Inference)

เป็นความสามารถในการแสดงความคิดเห็นต่อเรื่องราวตามข้อมูลที่ปรากฏในข้อความหรือสถานการณ์ที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งความคิดเห็นนั้นอาจจะเป็นจริงหรือบอกได้ว่าไม่เป็นจริงในกรณีที่ข้อมูลยังไม่เพียงพอ

5.2.2 การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumption)

เป็นความสามารถในการพิจารณาข้อความที่สมมติขึ้น หรือคาดการณ์ไว้ล่วงหน้า เพื่อรับรู้หรือตระหนักถึงข้อตกลงเบื้องต้น

ข้อตกลงเบื้องต้น หมายถึง ข้อความที่กำหนดขึ้น อาจเป็นข้อเท็จจริงหรือสมมติขึ้น ซึ่งข้อความนั้นเป็นสิ่งที่ยอมรับไว้แล้วหรือเป็นสมมติฐานที่ตั้งไว้ล่วงหน้า

5.2.3 การนิรนัย (Deduction)

เป็นความสามารถในการคิด พิจารณาข้อความเกี่ยวกับเหตุและผลของข้อความหลัก 2 ข้อความที่มีอยู่ก่อน โดยคำนึงถึงข้อเท็จจริงที่เป็นสาเหตุและอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุทั้งหมดเพื่อสรุปเป็นผลของข้อความนั้น

5.2.4 การตีความ (Interpretation)

เป็นความสามารถในการคิดพิจารณาข้อความย่อยว่าเป็นความจริงตามข้อความที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยพิจารณาจากข้อมูลหรือเหตุผลที่กำหนดให้อย่างมีเหตุผลเพียงพอ

5.2.5 การประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Argument)

เป็นความสามารถในการตีคุณค่า การประเมินคำตอบ การประเมินข้อสรุปของข้อความและการตัดสินความถูกต้องของข้อความที่กำหนดให้ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องด้วยเหตุและผล ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับสถานการณ์ที่กำหนด

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

หมายถึง ความรู้ ความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบวัดพฤติกรรมการเรียนการสอน 4 ด้าน ดังนี้

6.1 ด้านความรู้ - ความจำ

หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เรียนมาแล้วเป็นเรื่องเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

6.2 ด้านความเข้าใจ

หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความ แปลความ ตีความ โดยอาศัยข้อเท็จจริง หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

6.3 ด้านการนำไปใช้

หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

6.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการปฏิบัติ การฝึกฝนอย่างมีระบบ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์จนเกิดความคล่องแคล่วและสามารถเลือกใช้ในกิจกรรมต่าง ๆได้อย่างเหมาะสม ในการวิจัยครั้งนี้มีทักษะกระบวนการที่สอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียน คือ ทักษะการสังเกต การวัด การคำนวณ การตั้งสมมติฐาน การจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายและลงข้อสรุป

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์วัดโดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ว101) บทที่ 1 เรื่อง วิทยาศาสตร์เพื่อการสร้างสรรค์

สมมติฐานของการวิจัย

1. ความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

2. ความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารเกี่ยวกับชุดการเรียนและชุดกิจกรรม

2. งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการเรียนและชุดกิจกรรม

3. เอกสารเกี่ยวกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

4. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

5. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

6. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

7. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

8. เอกสารเกี่ยวกับการพัฒนากระบวนการคิด

9. งานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนากระบวนการคิด

10. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

11. งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

12. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

13. งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

1. เอกสารเกี่ยวกับชุดการเรียนและชุดกิจกรรม

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนและชุดกิจกรรมพบว่า การใช้ชุดการเรียนและชุดกิจกรรมเป็นนวัตกรรมที่ดีวิธีหนึ่ง เพราะสามารถพัฒนาพฤติกรรมด้านต่าง ๆของผู้เรียนได้

1.1 ความหมายของชุดการเรียน

ชุดการเรียน (Learning Packages) เป็นคำที่ใช้กันมาดั้งเดิมมีชื่อเรียกต่าง ๆกัน เช่น ชุดการสอน ชุดการเรียนสำเร็จรูป ชุดการสอนรายบุคคล ชุดการเรียนด้วยตนเอง ชุดกิจกรรม ซึ่งเป็นชุดของสื่อประสมที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียน

แคปเฟอร์ และแคปเฟอร์ (Kapfer and Kapfer. 1972 : 3-10) ให้ความหมายว่า ชุดการเรียนเป็นรูปแบบของการสื่อสารระหว่างครูและนักเรียนซึ่งประกอบด้วยคำแนะนำที่ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนจนบรรลุพฤติกรรมที่เป็นผลของการเรียนรู้ และรวบรวมเนื้อหาที่นำมาสร้างชุดการเรียนนั้น ได้มาจากขอบข่ายของความรู้ที่หลักสูตรต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ และเนื้อหาจะต้องตรงและชัดเจนที่จะสื่อความหมายให้ผู้เรียนได้เกิดพฤติกรรมตามเป้าหมายของการเรียน

วีระ ไทยพานิช (2529 : 134) กล่าวว่าชุดการเรียนมีชื่อเรียกต่างๆกัน เช่น ชุดการสอน (Instructional Package) ชุดการเรียนเบ็ดเสร็จ (Self Instruction Package) ชุดการสอนรายบุคคล (Individualized Learning Package) ซึ่งเป็นชุดของสื่อประสม (Multi- Media) ที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียน หัวข้อ เนื้อหา และอุปกรณ์ของแต่ละหน่วยได้จัดไว้เป็นชุด หรือกล่อง หรือซอง ชุดการเรียนอาจมีรูปแบบ (Formats) ที่แตกต่างกันออกไป ส่วนมากจะประกอบด้วย คำชี้แจง หัวข้อ จุดมุ่งหมายการประเมินผลเบื้องต้น การกำหนดกิจกรรมและการประเมินผลขั้นสุดท้าย จุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อการสอนนักเรียนเป็นรายบุคคล ให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนของตนเอง

วิภาภรณ์ เตโชชัยวุฒิ (2533 : 17 - 18) ได้กล่าวถึงชุดการเรียนว่าเป็นสื่อการเรียนสำเร็จรูปที่นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าได้ด้วยตนเองตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในชุด โดยพึ่งครูน้อยที่สุด นักเรียนสามารถเรียนได้อย่างอิสระตามความสามารถของแต่ละบุคคล ซึ่งเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการพึ่งพาตนเองในการศึกษาหาความรู้

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า ชุดการเรียนเป็นสื่อการเรียนสำเร็จรูปประกอบด้วยอุปกรณ์หลายชนิดที่ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในชุดเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายอย่างมีประสิทธิภาพ โดยพึ่งครูน้อยที่สุด ผู้เรียนสามารถเรียนได้อย่างอิสระด้วยความสะดวกสบายตามความสามารถของแต่ละบุคคล ซึ่งเป็นการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการพึ่งพาตนเองในการศึกษาหาความรู้

1.2 จิตวิทยาที่นำมาใช้ในชุดการเรียน

วิชัย ดิสสระ (2533 : 249 – 250) ได้กล่าวถึงการสอนที่มีคุณภาพตามแนวคิดของ บลูม ว่าประกอบด้วยลักษณะ 4 ประการ คือ

1. การให้แนวทาง คือคำอธิบายของครูที่ทำให้นักเรียนเข้าใจว่าเมื่อเรียนเรื่องนั้นๆแล้วจะต้องมีความสามารถอย่างไร ต้องทำอะไรบ้าง

2. การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน

3. การเสริมแรง ทั้งการเสริมแรงภายนอก เช่น สิ่งของ การกล่าวติชม หรือการเสริมแรงภายในตัวนักเรียนเอง เช่น ความอยากรู้อยากเห็น ฯลฯ

4. การให้ข้อมูลย้อนกลับและการแก้ไขข้อบกพร่อง จะต้องมีการแจ้งผลการเรียนและข้อบกพร่องให้นักเรียนทราบ

แนวความคิดซึ่งมาจากจิตวิทยาการเรียนที่นำมาสู่การผลิตชุดการเรียนมีดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงค์. 2523 : 119)

1. เพื่อสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. เพื่อยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ด้วยการให้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

3. มีสื่อการเรียนใหม่ๆที่ช่วยในการเรียนของนักเรียนเพื่อช่วยการสอนของครู

4. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนที่เปลี่ยนไป เปลี่ยนจากครูเป็นผู้มีอิทธิพลต่อนักเรียนมายึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

จะเห็นได้ว่าการใช้ชุดการเรียนในการเรียนการสอน ยึดหลักการดำเนินการตามหลักจิตวิทยา ที่ให้เด็กได้เรียนตามความสามารถ จากง่ายไปยากตามลำดับ นักเรียนได้รู้ผลการกระทำของตนเอง ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียน เร้าความสนใจของเด็กด้วยสื่อต่างๆ ชุดการเรียนจึงน่าจะนำมาใช้เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนมีคุณภาพมากขึ้น

1.3 โครงสร้างของชุดการเรียนและชุดกิจกรรม

ฮุสตัน และคนอื่นๆ (Houston and others. 1972 : 140) ได้ให้ส่วนประกอบของชุดการเรียนไว้ดังนี้

1. คำชี้แจง ในส่วนนี้จะอธิบายถึงความสำคัญของจุดมุ่งหมายขอบข่ายชุดการเรียนการสอน สิ่งที่ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ก่อนเรียนและขอบข่ายของกระบวนการเรียนการสอนทั้งหมดในชุดการเรียน

2. จุดมุ่งหมาย คือข้อความที่แจ่มชัดไม่กำกวมที่กำหนดว่าผู้เรียนจะประสบความสำเร็จอะไรหลังจากเรียนแล้ว

3. การประเมินผลเบื้องต้น มีจุดประสงค์ 2 ประการ คือ เพื่อให้ทราบว่า ผู้เรียนอยู่ในการเรียนจากชุดการเรียนนั้น และเพื่อดูว่าเขาได้สัมฤทธิ์ผลตามจุดมุ่งหมายเพียงใด การประเมินผลเบื้องต้นนี้อาจจะอยู่ในรูปของการทดสอบแบบข้อเขียนปากเปล่า การทำงาน ปฏิกิริยา ตอบสนองต่อคำถามง่ายๆเพื่อให้รู้ถึงความต้องการและความสนใจ

4. การกำหนดกิจกรรม คือ การกำหนดแนวทางและวิธีเพื่อไปสู่จุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ โดยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมนั้นด้วย

5. การประเมินผลขั้นสุดท้าย เป็นข้อทดสอบเพื่อวัดผลการเรียนรู้หลังจากที่เรียนแล้ว

เนลสันและเลอเบียร์ (Nelson and Lorbeer. 1975 : 247) ได้สร้างชุดการเรียนกิจกรรมวิทยาศาสตร์สำหรับแนะนำครูซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมทางด้านวิทยาศาสตร์ซึ่งครูสามารถนำกิจกรรมนี้ไปใช้ในห้องเรียนหรือใช้เป็นหนังสืออ้างอิงเพิ่มเติมใช้ฝึกฝนทักษะการทำโครงงาน ในการสร้างชุดการเรียนแต่ละกิจกรรมประกอบไปด้วย ปัญหาเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมด้วยคำถาม การที่มีปัญหาและคำถามจะช่วยให้ครูเลือกกิจกรรมต่างๆที่เหมาะสมมาใช้ในการสอบถามความคิดเห็นของเด็กๆได้ คำถามทางด้านความคิดสร้างสรรค์จะรวบรวมไว้ในท้ายกิจกรรมแต่ละกิจกรรม คำถามเหล่านี้จะชักจูงเด็กแนะนำเด็กและครูเพื่อให้คิดวิพากษ์วิจารณ์ให้มีการทดลองกว้างขวางออกไป ถ้านักเรียนสนใจจะศึกษาต่อไปอีก ทุกกิจกรรมที่สร้างขึ้นย่อมขึ้นอยู่กับระดับชั้น กลุ่มและความสนใจของเด็ก

ลักษณะของชุดการเรียนกิจกรรมประกอบด้วย

1. ปัญหาซึ่งเป็นชื่อเรื่องของกิจกรรม

2. วัสดุ อุปกรณ์

3. วิธีดำเนินการทดลอง

4. รายละเอียดเพิ่มเติม ประกอบไปด้วยการอ้างอิงกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ และคำแนะนำต่าง ๆในการศึกษาต่อไป

5. คำถามท้ายกิจกรรมเพื่อให้เด็กเกิดความคิด คำถามเร้าใจเด็กทำให้เกิดการซักถามและคิดหาวิธีการเพื่อหาคำตอบเหล่านั้น

กรีน (Green. 1976 : 38-47) กล่าวว่าการสอนวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กในโรงเรียนมัธยมศึกษา เด็กจะสนใจการสอนของครูเมื่อมีการนำอุปกรณ์ต่าง ๆเข้ามาใช้ในการสอน อุปกรณ์ต่าง ๆต้องมีการพัฒนาให้เหมาะสมกับหลักสูตร เป้าหมายที่สำคัญประการหนึ่งในการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การที่ครูสามารถให้เด็กได้ค้นพบความจริงด้วยตนเองโดยการทดลองหรือการสาธิตมีจุดบกพร่อง คือ เวลาในการทดลองมีขีดจำกัด เด็กจำนวนมากไม่ชอบการทำงาน และคำอธิบายของบทเรียนไม่ชัดเจน เด็กไม่เข้าใจ สิ่งที่จำเป็นสำหรับเด็กทุกคนคือได้ทำงานด้วยตนเองตามความยากง่ายอย่างเหมาะสม การจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพจึงควรนำบทเรียนโปรมแกรมหรือชุดการเรียนเข้ามาใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อนำอุปกรณ์หรือเครื่องมือต่าง ๆมาให้เด็กได้เรียน

กรีนได้เสนอรูปแบบการสร้างชุดการเรียนด้วยตนเองซึ่งประกอบไปด้วย

1. บัตรคำถามคำตอบ เพื่อนำไปใช้ก่อนและหลังการเรียน ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้แน่ใจว่าต้องการศึกษาว่าเด็กไม่รู้เกี่ยวกับงานที่ทำมาก่อน จุดมุ่งหมายอีกประการหนึ่งก็คือ เพื่อให้เด็กเกิดความคิดลาง ๆว่างานที่ทำเป็นอย่างไร

2. ทดลอง ซึ่งจะประกอบไปด้วยปัญหาที่นำไปสู่การทดลอง อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการทดลอง วิธีดำเนินการทดลอง

บทบาทของครูในการใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองในการสอน คือ เป็นผู้ตรวจสอบผลการทดลอง ถ้าผลลัพท์ไม่ตอบสนองต่อทฤษฎี ครูต้องพยายามให้นักเรียนได้ร่วมอภิปรายว่าทำไมและถ้าเป็นไปได้ครูต้องแนะนำให้นักเรียนทดลองใหม่เพื่อตรวจสอบผลลัพท์

เดอวิโต และครอกโกเวอร์ (Dervito and Krockover. 1976 : 388) ได้จัดทำชุดการเรียนกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มีชื่อว่า "Creative Science Ideas and Activities for Teacher and Children" กิจกรรมที่สร้างขึ้นได้นำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมแต่ละกิจกรรมสร้างขึ้นเพื่อกระตุ้นให้ผู้อ่านเกิดความคิดเพื่อให้เกิดกิจกรรมอื่นๆตามมาอีก ชุดการเรียนนี้จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย ช่วยให้ครูมีทักษะและเทคนิคทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้กิจกรรมวิทยาศาสตร์ประสบผลสำเร็จ

รูปแบบในการสร้างชุดการเรียนกิจกรรมประกอบด้วย

1. ปัญหาเพื่อนำไปสู่การทำกิจกรรม

2. กำหนดสถานการณ์ซึ่งเป็นการบรรยายหรือกำหนดกิจกรรมการทดลอง

3. คำถามจากการใช้สถานการณ์หรือการทำกิจกรรมการทดลอง คำถามนี้ไม่มี คำตอบ เด็กจะตอบอย่างไรก็ได้ คำตอบของเด็กอยู่ในรูปการตั้งสมมติฐาน

4. ข้อเสนอแนะหรือข้อคิดเพื่อแนะนำเด็กให้ทำกิจกรรมต่อเนื่องไปอีก

5. คำถามเพื่อให้เด็กเกิดความคิดและความสนใจที่จะดำเนินการหาข้อเท็จจริงตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

สมชัย อุมะวรรณ (2532) ได้สร้างชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในชุดกิจกรรมแต่ละกิจกรรมประกอบด้วย

1. ชื่อกิจกรรม

2. การจัดกิจกรรม เป็นส่วนที่อธิบายมโนมติหลักของแต่ละกิจกรรม

3. วัตถุประสงค์ จะบอกความสามารถที่นักเรียนจะเกิดหลังการทำกิจกรรม

4. เวลา บอกเวลาทั้งหมดในการปฏิบัติกิจกรรม

5. อุปกรณ์ บอกรายชื่ออุปกรณ์ และจำนวนที่ใช้ต่อจำนวนทั้งหมด

6. วิธีดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุ วิธีการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย

ขั้นนำ อธิบายว่าผู้ดำเนินกิจกรรมจะเตรียมเด็กอย่างไร

ขั้นดำเนินกิจกรรม จะอธิบายวิธีปฏิบัติของผู้ใช้กิจกรรมตั้งแต่ต้นจนจบ

ขั้นสรุป ระบุว่าผู้ใช้ชุดกิจกรรมจะสรุปการปฏิบัติแต่ละกิจกรรมอย่างไร

ขั้นประเมินผล เป็นส่วนที่ระบุให้ผู้ใช้ชุดกิจกรรมประเมินผลกิจกรรม

7. เอกสารประกอบการทำกิจกรรม จะเป็นส่วนที่ใช้ตัวอย่างเอกสารไว้สำหรับให้นักเรียนปฏิบัติ เรียกเอกสารนี้ว่า เอกสารสำหรับนักเรียน

8. ตัวอย่างผลการปฏิบัติกิจกรรม บางกิจกรรมจะมีตัวอย่างผลของการปฏิบัติกิจกรรมไว้ให้ครูได้ศึกษา และคำแนะนำเพิ่มเติม

กรรณิกา ไผทฉันท์ (2541 : 83 - 84) ได้จัดทำชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมตามวิธีการวิจัย มีส่วนประกอบดังนี้

1. ชื่อกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุชื่อเนื้อหาการเรียน

2. คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายการใช้ชุดกิจกรรมเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้

3. จุดประสงค์ของกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่นักเรียนต้องทำให้บรรลุผลเมื่อจบกิจกรรม

4. เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่ระบุเวลาในการเรียนชุดกิจกรรมนั้น

5. สื่อ เป็นส่วนที่ระบุถึงวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการกับชุดกิจกรรมนั้นๆ

6. เนื้อหา เป็นรายละเอียดที่ต้องการให้นักเรียนทราบ

7. กิจกรรม เป็นส่วนที่นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในชุดกิจกรรม

องค์ประกอบของชุดการเรียนและชุดกิจกรรมส่วนใหญ่จะคล้ายคลึงกัน นักการศึกษาบางท่านได้รวมหัวข้อย่อยไว้ด้วยกัน บางท่านเพิ่มเติมองค์ประกอบบางส่วนเข้าไป สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดโครงสร้างของชุดกิจกรรม ดังนี้

1. ชื่อกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุชื่อกิจกรรม

2. คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายวิธีการใช้ชุดกิจกรรม

3. จุดประสงค์ของกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่ต้องการให้นักเรียนบรรลุผล

4. เวลา เป็นส่วนที่ระบุเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมแต่ละชุด

5. สถานการณ์ เป็นส่วนที่ระบุสถานการณ์ที่เป็นการบรรยายด้วยข้อความ รูปภาพ เกม หรือกิจกรรมการทดลอง

6. กิจกรรม เป็นส่วนที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เช่น การตั้งข้อสงสัย / ข้อคำถาม การตอบคำถาม การหาคำตอบของปัญหา การแสดงความคิดเห็น การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง การบันทึกผลการทดลอง การสรุปผลการทดลอง ตลอดจนการเชื่อมโยงความรู้และการถ่ายทอดความรู้

7. อุปกรณ์ เป็นส่วนที่ระบุอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในแต่ละกิจกรรม

8. เนื้อหา เป็นส่วนที่ระบุรายละเอียดของเนื้อหาในกรอบของความรู้เพิ่มเติม

9. คำถามท้ายกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุข้อคำถามหลังการปฏิบัติกิจกรรม

10.คำเฉลยกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุคำตอบในคำถามท้ายกิจกรรม

1.4 ขั้นตอนในการสร้างชุดการเรียนและชุดกิจกรรม

บัทท์ส (Butts. 1974 : 85) เสนอหลักการสร้างไว้ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างจะต้องกำหนดโครงร่างคร่าวๆก่อนว่า จะเขียนเกี่ยวกับเรื่องอะไร มีวัตถุประสงค์อะไร

2. ศึกษางานด้วยวิทยาศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ

3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาที่สอดคล้องกัน

4. แจงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อยๆ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้เรียน

5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ละตอนให้เหมาะสมกับแบบฝึก

6. กำหนดเวลาที่ใช้ในแบบฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสม

7. กำหนดการประเมินผลว่าจะประเมินก่อนหรือหลังเรียน

เนลสันและเลอเบียร์ (Nelson and Lorbeer. 1975 : 247) ได้สร้างชุดการเรียนกิจกรรมวิทยาศาสตร์สำหรับแนะนำครูซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมทางด้านวิทยาศาสตร์ซึ่งครูสามารถนำกิจกรรมนี้ไปใช้ในห้องเรียนหรือใช้เป็นหนังสืออ้างอิงเพิ่มเติมใช้ฝึกฝนทักษะการทำโครงงาน ในการสร้างชุดการเรียนแต่ละกิจกรรมประกอบไปด้วย ปัญหาเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมด้วยคำถาม การที่มีปัญหาและคำถามจะช่วยให้ครูเลือกกิจกรรมต่างๆที่เหมาะสมมาใช้ในการสอบถามความคิดเห็นของเด็กๆได้ คำถามทางด้านความคิดสร้างสรรค์จะรวบรวมไว้ในท้ายกิจกรรมแต่ละกิจกรรม คำถามเหล่านี้จะชักจูงเด็กแนะนำเด็กและครูเพื่อให้คิดวิพากษ์วิจารณ์ให้มีการทดลองกว้างขวางออกไป ถ้านักเรียนสนใจจะศึกษาต่อไปอีก ทุกกิจกรรมที่สร้างขึ้นย่อมขึ้นอยู่กับระดับชั้น กลุ่มและความสนใจของเด็ก

ลักษณะของชุดการเรียนกิจกรรมประกอบด้วย

1. ปัญหาซึ่งเป็นชื่อเรื่องของกิจกรรม

2. วัสดุ อุปกรณ์

3. วิธีดำเนินการทดลอง

4. รายละเอียดเพิ่มเติม ประกอบไปด้วยการอ้างอิงกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ และคำแนะนำต่าง ๆในการศึกษาต่อไป

5. คำถามท้ายกิจกรรมเพื่อให้เด็กเกิดความคิด คำถามเร้าใจเด็กทำให้เกิดการซักถามและคิดหาวิธีการเพื่อหาคำตอบเหล่านั้น

เดอวิโต และครอกโกเวอร์ (Dervito and Krockover. 1976 : 388) ได้จัดทำชุดการเรียนกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มีชื่อว่า "Creative Science Ideas and Activities for Teacher and Children" กิจกรรมที่สร้างขึ้นได้นำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมแต่ละกิจกรรมสร้างขึ้นเพื่อกระตุ้นให้ผู้อ่านเกิดความคิดเพื่อให้เกิดกิจกรรมอื่นๆตามมาอีก ชุดการเรียนนี้จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย ช่วยให้ครูมีทักษะและเทคนิคทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้กิจกรรมวิทยาศาสตร์ประสบผลสำเร็จ

รูปแบบในการสร้างชุดการเรียนกิจกรรมประกอบด้วย

1. ปัญหาเพื่อนำไปสู่การทำกิจกรรม

2. กำหนดสถานการณ์ซึ่งเป็นการบรรยายหรือกำหนดกิจกรรมการทดลอง

3. คำถามจากการใช้สถานการณ์หรือการทำกิจกรรมการทดลอง คำถามนี้ไม่มี คำตอบ เด็กจะตอบอย่างไรก็ได้ คำตอบของเด็กอยู่ในรูปการตั้งสมมติฐาน

4. ข้อเสนอแนะหรือข้อคิดเพื่อแนะนำเด็กให้ทำกิจกรรมต่อเนื่องไปอีก

5. คำถามเพื่อให้เด็กเกิดความคิดและความสนใจที่จะดำเนินการหาข้อเท็จจริงตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรม เป็นการจัดเนื้อหาหรือประสบการณ์การเรียนรู้จากง่ายไปสู่ยาก เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามความสามารถของแต่ละบุคคล ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ยึดขั้นตอนและหลักการสร้างชุดกิจกรรมของ บัทส์ (Butts. 1974 : 85) เนลสันและเลอเบียร์ (Nelson and Lorbeer. 1975 : 247) และดีวิโตและครอกโคเวอร์ (Devito and Krockover. 1976 : 388) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างชุดกิจกรรม

1.5 คุณประโยชน์ของชุดการเรียนและชุดกิจกรรม

อุษา คำประกอบ (2530 : 33) ได้กล่าวถึงคุณค่าของชุดการเรียนตามแนวคิดของ แฮริส เบอร์เกอร์ไว้ 5 ประการ คือ

1. นักเรียนสามารถทดสอบตนเองก่อนว่ามีความสามารถอยู่ในระดับใด หลังจากนั้นก็เริ่มต้นเรียนในสิ่งที่ตนเองไม่ทราบ ทำให้ไม่ต้องเสียเวลากลับมาเรียนในสิ่งที่ผู้เรียนเรียนรู้แล้ว

2. นักเรียนสามารถนำบทเรียนไปเรียนที่ไหนก็ได้ตามความพอใจไม่จำกัดในเรื่องของเวลาสถานที่

3. เมื่อเรียนจบแล้วผู้เรียนสามารถทดสอบตัวเองได้ทันทีเวลาไหนก็ได้ และได้ทราบผลการเรียนของตนเองทันทีเช่นกัน

4. นักเรียนมีโอกาสได้พบปะกับผู้สอนมากขึ้น เพราะผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง ครูก็มีเวลาให้คำปรึกษากับผู้มีปัญหาในขณะที่ใช้ชุดการเรียนที่รียนด้วยตนเอง

5. นักเรียนจะได้รับคะแนนอะไรนั้นขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เรียนหรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเอง ไม่มีคำว่าสอบตกสำหรับผู้เรียนไม่สำเร็จ แต่จะให้ผู้เรียนกลับไปศึกษาเรื่องเดิมนั้นใหม่ จากผลการเรียนจนได้ตามมาตราฐานเกณฑ์ที่ตั้งไว้

วิภาภรณ์ เตโชชัยวุฒิ (2533 : 45) ได้กล่าวถึงคุณค่าของชุดการเรียนว่า ชุดการเรียนช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จด้วยตนเอง ตามความสามารถของตนอย่างเหมาะสมไม่จำกัดเวลาสถานที่เรียน นักเรียนได้ฝึกทักษะต่างๆในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ด้านการสอนชุดการเรียนช่วยลดบทบาทของครูและแก้ปัญหาการเรียนการสอนได้ เช่น การขาดครู และความแตกต่างระหว่างบุคคล

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2535 : 39) ได้กล่าวถึงข้อดีของชุดการเรียนไว้ดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนได้เรียนด้วยตนเองตามอัตถภาพ ความสามารถของแต่ละคน
2. ช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครู
3. ใช้สอนซ่อมเสริมให้แก่นักเรียนที่ยังเรียนไม่ทัน
4. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการอ่าน
5. ช่วยไม่ให้เกิดความเบื่อหน่ายจากการเรียนที่ครูต้องทบทวนซ้ำซาก
6. สนองความแตกต่างระหว่างบุคคลไม่จำเป็นต้องเรียนให้พร้อมกัน
7. นักเรียนตอบผิดไม่มีผู้เยาะเย้ย
8. นักเรียนไม่ต้องคอยฟังการสอนของครู
9. ช่วยลดภาระของครูในการสอน
10. ช่วยประหยัดรายจ่ายอุปกรณ์ที่มีนักเรียนจำนวนมาก
11. ผู้เรียนจะเรียนเมื่อใดก็ได้ ไม่ต้องคอยฟังผู้สอน
12. การเรียนไม่จำกัดเวลาและสถานที่
13. ส่งเสริมความรับผิดชอบของผู้เรียน

จากคุณค่าของชุดการเรียนดังกล่าว สรุปได้ว่า ชุดการเรียนมีคุณค่ามาก คือ

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถตามความต้องการของตนช่วยให้ทุกคนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้ได้ทั้งสิ้นตามอัตราการเรียนรู้ของผู้นั้น

2. ฝึกการตัดสินใจแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและทำให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม

3. ช่วยให้ผู้สอนถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่ซับซ้อนและมีลักษณะเป็นนามธรรมสูงซึ่งไม่สามารถถ่ายทอดด้วยการบรรยายได้ดี

4. ทำให้การเรียนรู้เป็นอิสระจากอารมณ์และบุคลิกภาพของครูผู้สอน

5. ช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจให้กับผู้สอน

6. เร้าความสนใจของผู้เรียนไม่ทำให้เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน

7. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์เพื่อให้เกิดพัฒนาในทุกๆด้าน

2. งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการเรียนและชุดกิจกรรม

2.1 งานวิจัยต่างประเทศ

คูดนี (Cudney. 1975 : 26) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะการพยาบาลที่มหาวิทยาลัยเดลาแวร์ การวิจัยครั้งนี้กระทำกับกลุ่มทดลองจำนวน 25 คน จากนักศึกษาทั้งหมด 100 คน ซึ่งใช้ระยะเวลาในการเรียนนอกเวลา สัปดาห์ละ 4 วัน โดยการเรียนกับชุดการเรียนด้วยตนเองเป็นเวลา 56 ชั่วโมง ปรากฏว่าผลการเรียนที่ได้รับผลดีเท่ากับกลุ่มที่เรียนตามปกติเป็นเวลา 2 ภาคเรียน

วีวาส (Vivas. 1985 : 603) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบพัฒนาและประเมินค่าของการรับรู้ทางความคิดของนักเรียนเกรด 1 ในประเทศเวเนซุเอล่าโดยใช้ชุดการสอนจากการศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจในพัฒนาทักษะทั้ง 5 ด้าน คือ ด้านความคิด ด้านความพร้อมในการเรียน ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านเชาว์ปัญญา และด้านการปรับตัวทางสังคม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 1 จากโรงเรียนเรนีสกัวเนียร์ เขตรัฐมิลันท์ ประเทศเวเนซูเอล่า จำนวน 214 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 ห้องเรียน จำนวน 114 คน ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอน กลุ่มควบคุม 3 ห้องเรียนจำนวน 100 คน ได้รับการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมีความสามารถเพิ่มขึ้นในด้านความคิด ด้านความพร้อมในการเรียน ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านเชาว์ปัญญา และด้านการปรับตัวทางสังคม หลังจากที่ได้รับการสอนด้วยชุดการสอนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

วิลสัน (Wilson. 1996 : 416) ได้รับการวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลการใช้ชุดการสอนของครู เพื่อแก้ปัญหาในการของเด็กเรียนช้าด้านคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบวก การลบ ผลการวิจัยพบว่าครูผู้สอนยอมรับว่าการใช้ชุดการสอนมีผลดีมากกว่าการสอนตามปกติ อันเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยให้ครูสามารถแก้ปัญหาการสอนที่อยู่ในหลักสูตรคณิตศาสตร์สำหรับเด็กเรียนช้า

2.2 งานวิจัยในประเทศ

สมปัญญา ศรีภคนานนท์ (2535 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และชุดกิจกรรมซ่อมแซมสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และชุดกิจกรรมซ่อมแซมสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

วิไลพร คำเพราะ (2538 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้หลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วนิดา อยู่ยืน (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประดิษฐ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมชัย อุ่นอนันต์ (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมเทคโนโลยีในท้องถิ่นที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมเทคโนโลยีในท้องถิ่นกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ประพฤติ ศีลพิพัฒน์ (2540 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยกลุ่มทดลองเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมเรียนโดยครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ และด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กรรณิกา ไผทฉันท์ (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมตามวิธีการวิจัยในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมในกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้มีจำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 30 คน และกลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 30 คน กลุ่มทดลองที่ 1ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมตามวิธีการวิจัย กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมตามวิธีการวิจัยกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมตามวิธีการวิจัยกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการวิจัยเกี่ยวกับชุดการเรียนและชุดกิจกรรม พบว่า ชุดการเรียนและชุดกิจกรรมสามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนได้ทุกระดับชั้น และผลการวิจัยพบว่า การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมส่วนมากทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดระดับสูง สูงกว่าการสอนแบบปกติ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมแทนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการหาคำตอบด้วยตนเองโดยการลงมือปฏิบัติจริงและให้นักเรียนมีอิสระในการแสดงความคิดอย่างเต็มศักยภาพ

3. เอกสารเกี่ยวกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

3.1 รากฐานของแนวคิดในทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม

3.1.1 รากฐานทางปรัชญา

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์อธิบายความรู้ (Knowledge) ว่าเป็นผลของความพยายามทางปัญญาของมนุษย์ในการจัดการกับโลกแห่งประสบการณ์ของตนด้วยตนเอง (von Glaserfeld, 1991) ทรรศนะนี้มีส่วนร่วมกันอย่างมากกับทรรศนะเกี่ยวกับความรู้ในปรัชญาปฏิบัตินิยม (pragmatism) ซึ่งเสนอโดย วิลเลียม เจมส์ (William James) และจอห์น ดิวอี้ (John Dewey) ในตอนต้นของคริสต์ศตวรรษที่ 20

เจมส์ (James. 1975) มีความเห็นว่า ความรู้คือความสามารถของรายบุคคลในการปรับประสบการณ์เก่าหรือความเชื่อเดิมที่มีอยู่ให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ได้ด้วยกระบวนการพิสูจน์ให้เห็นจริงได้และมีความสมเหตุสมผล (process of verification and validation) ก่อให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติ และกระบวนการของการนำความคิดที่ผ่านกระบวนการพิสูจน์ให้เห็นจริงและมีความสมเหตุสมผลแล้วไปสู่ความคิดอื่นๆในประสบการณ์อื่นๆที่มีค่าสำหรับการดำเนินชีวิต และขจัดความขัดแย้งระหว่างความคิดในประสบการณ์เก่ากับประสบการณ์ใหม่

วิธีการหาความรู้ของปฏิบัตินิยมไม่ได้เริ่มต้นจากความจริงทั่วไปแล้วใช้หลักเหตุผลถอดเอาความจริงปลีกย่อยออกมาดังการนิรนัย (deductive) ที่ปรากฏในลัทธิเหตุผลนิยม ปฏิบัตินิยมยอมรับประสบการณ์และข้อเท็จจริงที่ได้รับทางประสาทสัมผัส แต่ไม่ถือเอาประสาทสัมผัสเพียงอย่างเดียวเป็นบ่อเกิดแห่งความรู้ และไม่ใช่ประสบการณ์ทุกประสบการณ์จะเป็นความรู้ ความรู้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีการไตร่ตรองเกี่ยวกับประสบการณ์นั้น (Dewey . 1929)

ดิวอี้ (Dewey . 1929) ได้แบ่งประสบการณ์ออกเป็น 2 ประเภท คือ ประสบการณ์ที่ไม่ได้รู้คิด (non - cognitive experience) และประสบการณ์รู้คิด (cognitive experience) ประสบการณ์ที่ไม่ได้รู้คิดเป็นกระบวนการของการกระทำและการประสบความเปลี่ยนแปลงระหว่างอินทรีย์กับสภาพแวดล้อมที่ยังมิได้มีการไตร่ตรอง มักเกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของอินทรีย์จากการมีความสัมพันธ์กับสิ่งต่างๆในลักษณะต่างๆอย่างไม่มีความหมาย และกลายเป็นความเคยชินโดยที่อินทรีย์มิได้ตระหนักรู้เกี่ยวกับสิ่งเหล่านั้น ครั้นเมื่อกระบวนการไตร่ตรองเริ่มขึ้น ประสบการณ์ที่ไม่ได้รู้คิดเหล่านั้นจะค่อยๆมีความหมายขึ้น ผู้ไตร่ตรองจึงเริ่มรู้และเข้าใจในสิ่งที่ตนประสบ ประสบการณ์ที่ไม่ได้รู้คิดซึ่งผ่านกระบวนการไตร่ตรองแล้วก็จะกลายเป็นประสบการณ์รู้คิดซึ่งเป็นความรู้ ประสบการณ์ที่ไม่ได้รู้คิดจึงเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการไตร่ตรองเป็นสิ่งที่มีอยู่ก่อนและมีขอบเขตกว้างกว่าประสบการณ์รู้คิดซึ่งเป็นความรู้

แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างความรู้จากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน และการขจัดความขัดแย้งระหว่างความคิดในประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ของปรัชญาปฏิบัติการนิยมดังกล่าวมานี้มีอิทธิพลต่อแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างความรู้ในทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มาก

3.1.2 รากฐานทางจิตวิทยาการเรียนรู้

ในบรรดาแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่ต่างๆกันนั้น แนวคิดหนึ่งที่มีอิทธิพลมากในช่วงประมาณ ค.ศ. 1960 จนถึง ค.ศ. 1970 เศษ คือแนวคิดของ จีน เพียเจต์ (Jean Piaget 1896 - 1980) นักญาณวิทยาและนักจิตวิทยาชาวสวิสผู้ซึ่งได้รับอิทธิพลจากดาร์วิน ในเรื่องของการดำรงพันธ์ของสิ่งมีชีวิต เพียเจต์มีความเห็นว่าคนเราเรียนรู้โดยกระบวนการของการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ซึ่งหมายถึง การทำให้เกิดสภาวะสมดุลย์ระหว่างอินทรีย์กับสิ่งแวดล้อม ด้วยกระบวนการสู่สภาวะสมดุลย์ ซึ่งประกอบด้วยกลไกพื้นฐานสองอย่าง คือ การดูดซึมเข้าสู่โครงสร้างและการปรับโครงสร้าง (Sutherland. 1992)

การดูดซึมเข้าสู่โครงสร้างเป็นความสามารถในการตีความหรือการรับเอาข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมเข้ามารวมไว้ในโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่หรือการปรับสิ่งแวดล้อมให้เข้ากับโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ ส่วนการปรับโครงสร้างเป็นความสามารถในการเปลี่ยนแปลงหรือขยายโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม (เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์.2536) ดังนั้นในกรณีที่อินทรีย์ประสบกับปัญหาที่ต้องแก้ การดูดซึมเข้าโครงสร้างก็คือความสามารถในการตีความปัญหาหรือจัดปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถแก้ได้ด้วยมโนทัศน์หรือวิธีการเดิมที่มีอยู่ ส่วนการปรับโครงสร้างก็คือความสามารถในการหาวิธีใหม่หรือคำอธิบายมาแก้หรือตีความปัญหา เมื่อวิธีการเดิมหรือมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่ไม่สามารถแก้ปัญหาที่ประสบอยู่ได้และเมื่ออินทรีย์แก้ปัญหาได้ก็เกิดสภาวะสมดุลย์

ด้วยกระบวนการสู่สภาวะสมดุลย์ดังกล่าวนี้เด็กจะสร้างและปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาจากประสบการณ์ของเด็กเองในสภาพแวดล้อมที่แวดล้อมตัวเด็กอยู่ เพียเจต์จึงนับว่าเป็นผู้บุกเบิกคนหนึ่งของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยที่แนวคิดนี้ของเพียเจต์เป็นรากฐานหลักของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่ว่า เด็กสร้างความรู้จากประสบการณ์ของเด็กเองและกระบวนการในการสร้างความรู้เป็นการกระทำของเด็กเอง แต่ทฤษฎีของเพียเจต์ในส่วนที่เกี่ยวกับลำดับขั้นของพัฒนาการทางปัญญานั้นไม่เป็นที่ยอมรับของกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ปัจจุบันมองพัฒนาการทางปัญญาว่าเป็นกระบวนการของการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาอย่างต่อเนื่องมากกว่าที่จะเปลี่ยนแปลงแบบพลิกผันและคงที่เป็นช่วงๆตามการอธิบายของเพียเจต์ (Sutherland. 1992)

นักทฤษฎีคนสำคัญอีกคนหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อความเคลื่อนไหวของกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ได้แก่ เดวิส ออซูเบล (David Ausubel) มีความเห็นว่าโครงสร้างส่วนบุคคลเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของการศึกษา สิ่งที่สำคัญที่สุดที่ครูจะต้องรู้ในจุดเริ่มแรกของการสอนคือสิ่งที่เด็กรู้ เพื่อที่ครูจะได้วางแผนการสอนโดยใช้ความรู้เดิมและกลวิธีการเรียนรู้เดิมของเด็กเป็นจุดเริ่มต้น ทรรศนะนี้เป็นที่ยอมรับของกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์เป็นอย่างยิ่ง

3.2 ความหมายของคอนสตรัคติวิซึม

วอน กราเซอร์ฟิล (Von Glasersfeld. 1989) กล่าวถึง คอนสตรัคติวิซึม ว่าเป็นทฤษฎีของความรู้ที่มีรากฐานมาจากปรัชญา จิตวิทยา และการศึกษาเกี่ยวกับการสื่อความหมายและการควบคุมกระบวนการสื่อความหมายในตัวตน ทฤษฎีของความรู้นี้อ้างถึงหลักการ 2 ข้อ คือ

(1) ความรู้ไม่ได้เกิดจากการรับรู้เพียงอย่างเดียว แต่เป็นการสร้างขึ้นโดยบุคคลที่มีความรู้ความเข้าใจ

(2) หน้าที่ของการรับรู้คือการปรับตัวและการประมวลประสบการณ์ทั้งหมดแต่ไม่ใช่เพื่อการค้นพบสิ่งที่เป็นจริง

ซึ่งถ้านำเอาหลักการทั้งสองนี้ไปใช้จะมีผลเกิดขึ้นตามมาแผ่กว้างไปไกลในการศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญา และการเรียนรู้เช่นเดียวกับในการฝึกปฏิบัติการสอนในจิตวิทยาบำบัด และในการจัดการระหว่างบุคคล

ฟอสน๊อต (Fosnot. 1966 : 9) กล่าวว่า คอนสตรัคติวิซึม เป็นทฤษฎีที่เกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้ และเป็นการบรรยายโดยอาศัยพื้นฐานทางจิตวิทยา ปรัชญา และมานุษยวิทยา ว่าความรู้คืออะไรและได้ความรู้มาอย่างไร ทฤษฎีนี้จึงอธิบายความรู้ว่าเป็นสิ่งชั่วคราวมีการพัฒนาไม่เป็นปรนัยและถูกสร้างขึ้นภายในตัวคน โดยอาศัยสื่อสารกลางทางสังคมและวัฒนธรรมในการต่อสู้กับความขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างความรู้เดิมที่มีอยู่กับความรู้ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิมเป็นการสร้างตัวแทนใหม่และสร้างโมเดลของความจริง โดยคนเป็นผู้สร้างความหมายด้วยเครื่องมือและสัญลักษณ์ทางวัฒนธรรม และเป็นการประนีประนอมความหมายที่สร้างขึ้นโดยผ่านกิจกรรมทางสังคม ผ่านการร่วมมือแลกเปลี่ยนความคิดทั้งที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย

วิลสัน (วรรณทิพา รอดแรงค้า .2540 : 1 ; อ้างอิงจาก Wilson. 1996. *Dissertation Abstracts International.*) กล่าวถึงคอนสตรัคติวิซึม ว่าเป็นทฤษฎีความรู้ที่ใช้อธิบายว่าเรารู้ได้อย่างไรและเรารู้อะไรบ้าง คอนสตรัคติวิซึม จึงเป็นวิธีการคิดเกี่ยวกับเรื่องของความรู้และการเรียนรู้

จากความหมายของ คอนสตรัคติวิซึม พอจะสรุปได้ว่า การเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม ผู้เรียนสร้างเสริมความรู้ผ่านกระบวนการทางจิตวิทยาด้วยตนเอง ผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้โดย จัดสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลขึ้นคือสภาวะที่โครงสร้างทางปัญญาเดิมใช้ไม่ได้ต้อง มีการปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับประสบการณ์มากขึ้น

3.3 แนวคิดและข้อตกลงเบื้องต้นทางการเรียนรู้ของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (constructivist theory) หรือคอนสตรัคติวิซึม (constructivism) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการกระทำของตนเอง ซึ่งมีแนวคิดหลักว่า บุคคลเรียนรู้โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีการต่าง ๆกันโดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่และแรงจูงใจภายในเป็นพื้นฐานมากกว่าโดยอาศัยแต่เพียงการรับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมหรือรับการสอนจากภายนอกเท่านั้น และความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดจากการที่บุคคลเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาซึ่งไม่สามารถแก้หรืออธิบายได้ด้วยโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ หรือจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นจะเป็นแรงจูงใจให้เกิดการไตร่ตรองซึ่งนำไปสู่โครงสร้างใหม่ทางปัญญาที่สามารถคลี่คลายสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือขจัดความขัดแย้งทางปัญญาได้และใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์เฉพาะอื่น ๆที่อยู่ในกรอบของโครงสร้างนั้นได้และเป็นพื้นฐานสำหรับการสร้าง

โครงสร้างใหม่ทางปัญญา (Piaget. 1965 ; Underhill. 1991 ; Cobb, Wood and Yackel. 1991 ; Balacheff. 1991 ; Confrey. 1991)

ไดรเวอร์และเบล (Driver and Bell. 1986) ได้กล่าวถึงจุดเน้นของทรรศนะการเรียนรู้ในทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ดังนี้

1. ผลการเรียนรู้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของผู้เรียน

2. การเรียนรู้คือการสร้างความหมาย ความหมายที่สร้างขึ้นโดยผู้เรียนจากสิ่งที่ผู้เรียนเห็นหรือได้ยินอาจจะเป็นหรือไม่เป็นไปตามความมุ่งหมายของผู้สอน ความหมายที่ผู้เรียนสร้างขึ้นได้รับผลกระทบอย่างมากจากความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่

3. การสร้างความหมายเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องและผู้เรียนเป็นผู้กระทำกระบวนการนั้นเอง ในสถานการณ์การเรียนรู้ ผู้เรียนจะตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบและอาจเปลี่ยนสมมติฐานในขณะที่มีปฏิสัมพันธ์กับปรากฏการณ์และกับผู้อื่น

4. ความหมายที่ผู้เรียนสร้างขึ้นจะได้รับการตรวจสอบ และอาจได้รับการยอมรับหรือปฏิเสธ

5. ผู้เรียนเป็นผู้รับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง ในการสร้างความตั้งใจในการทำงาน การดึงความรู้ที่มีอยู่มาสร้างความหมายให้แก่ตนเอง และตรวจสอบความหมายที่สร้างขึ้นนั้น

6. มีแบบแผนของความหมายที่ผู้เรียนสร้างขึ้นจากประสบการณ์ โดยเชิงกายภาพและภาษาธรรมชาติที่มีความหมายเดียวกันในเชิงนามธรรม

ส่วนอันเดอร์ฮิล (Underhill. 1991) ได้กล่าวถึงข้อตกลงเบื้องต้นของการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิซึมไว้ดังนี้

1. ความขัดแย้งทางปัญญาและความอยากรู้อยากเห็นเป็นกลไกหลักสองประการที่จูงใจให้ผู้เรียนอยากเรียน

2. การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนเป็นองค์ประกอบหลักในการสร้างความขัดแย้งทางปัญญา

3. ความขัดแย้งทางปัญญาก่อให้เกิดกิจกรรมไตร่ตรอง

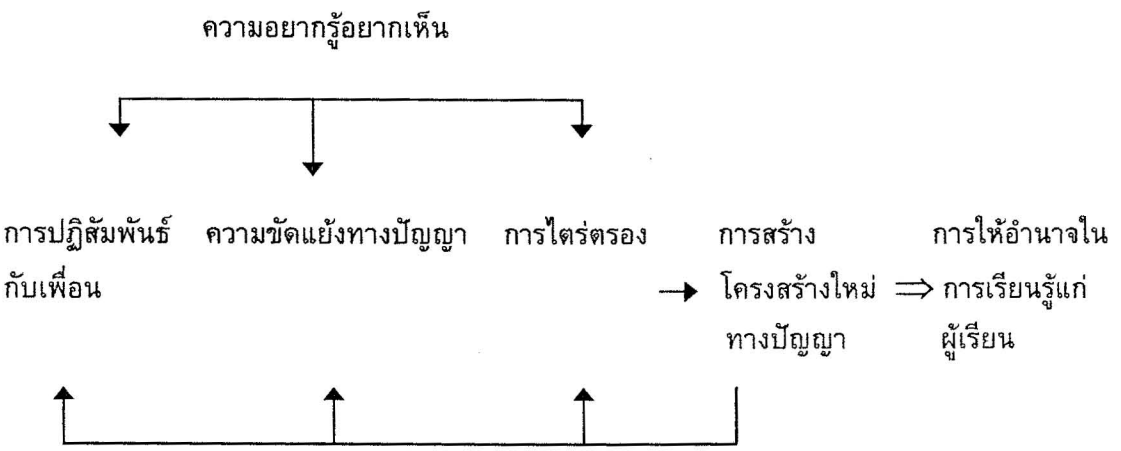
4. การไตร่ตรองเป็นองค์ประกอบหลักซึ่งกระตุ้นให้เกิดการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา

5. ข้อ 1 , 2, 3 , และ 4 เป็นวงจร

6. วงจรข้างต้นนี้เกิดขึ้นเสมอในประสบการณ์ของผู้เรียน

7. วงจรนี้ให้อำนาจแก่ผู้เรียนในการควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง

ข้อตกลงเบื้องต้นดังกล่าว แสดงด้วยแผนภาพได้ดังนี้



ภาพประกอบ 1 ข้อตกลงเบื้องต้นทางการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์

3.4 ทรรศนะเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามแนวคอนสตัคติวิซึม

คอบบ์ (Cobb. 1994 : 13-20) กล่าวถึงการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ว่าเป็นกระบวนการที่ไม่ได้หยุดนิ่งอยู่กับที่ในการสร้าง การรวบรวม และการตกแต่งความรู้ผู้เรียนมีโครงสร้างทางความรู้ที่ใช้ในการตีความหมายและทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆรอบตัวเรา โครงสร้างความรู้ของผู้เรียนอาจแปลกและแตกต่างจากโครงสร้างความรู้ของผู้เชี่ยวชาญ

นอกจากนี้ Cobb ยังกล่าวถึงทรรศนะทางวัฒนธรรมสังคมของ คอนสตรัคติวิซึม ว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคมเป็นการร่วมมือกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียนในการประนีประนอมความหมายที่สร้างขึ้น บุคคลที่แวดล้อมผู้เรียนจะมีอิทธิพลต่อความคิดเห็นของผู้เรียน นอกจากนี้ผู้ใหญ่ที่อยู่รอบตัวผู้เรียน ภาษาและวัฒนธรรม เป็นปัจจัยที่สำคัญมากต่อกระบวนการเรียนของผู้เรียน

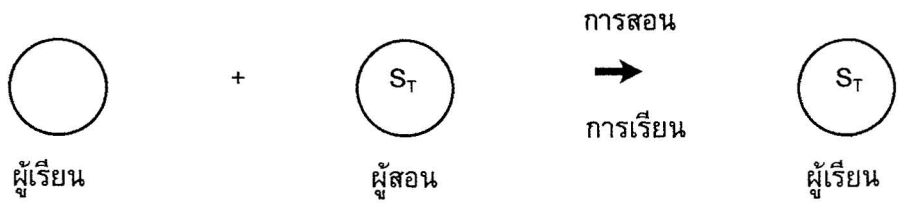
วรรณทิพา รอดแรงค้า (2540 : 13) กล่าวว่าเบลมีทรรศนะเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามแนวคอนสตัคติวิซึม ว่าการเรียนรู้ไม่ใช่การเติมสมองที่ว่างเปล่าของนักเรียนให้เต็ม หรือไม่ใช่การได้มาซึ่งความคิดใหม่ๆของนักเรียน แต่เป็นการพัฒนาหรือเปลี่ยนความคิดที่มีอยู่แล้วของนักเรียน การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงมโนมติ เป็นการสร้างและการยอมรับความคิดใหม่ๆ หรือเป็นการจัดโครงสร้างของความคิดเดิมที่มีอยู่แล้วใหม่ ทรรศนะเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบนี้ เรียกว่า ทรรศนะเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ซึ่งตระหนักว่านักเรียนเป็นผู้สร้างความคิดมากกว่าการดูดซึมความคิดใหม่ๆและนักเรียนเป็นผู้สร้างความหมายจากประสบการณ์ด้วยตนเอง

3.5 การสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

ข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ความรู้เดิมของนักเรียนจะถูกเพิกเฉยหรือไม่ได้รับการพิจาณาเท่าที่ควร การสอนวิทยาศาสตร์จึงขึ้น

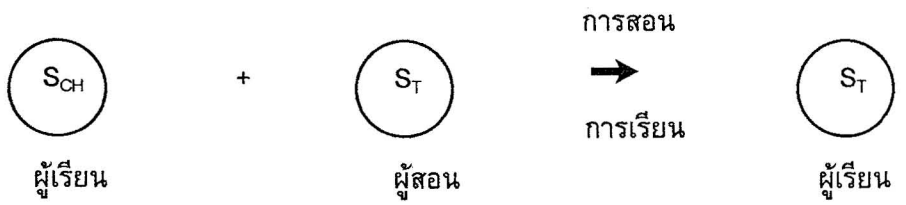
อยู่กับข้อตกลงเบื้องต้นต่อไปนี้ (Gillbert, Osborne and Fensham. 1982 : 623-633 ; citing Gillbert, Watts and Osborne. 1982 ; 62-66. *Phisics Education*.)

1. ผู้เรียนไม่มีความคิดเห็นทางทฤษฎีเกี่ยวกับหัวข้อเรื่องที่จะเรียนหรือเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่จะเรียนมาก่อน ดังนั้นผู้สอนจึงเป็นผู้เติมความรู้ให้กับผู้เรียน (The Blank- Minded or Tabula Rasa Assumption) แสดงดังรูป



ST ความคิดเห็นทางวิทยาศาสตร์ของผู้สอน

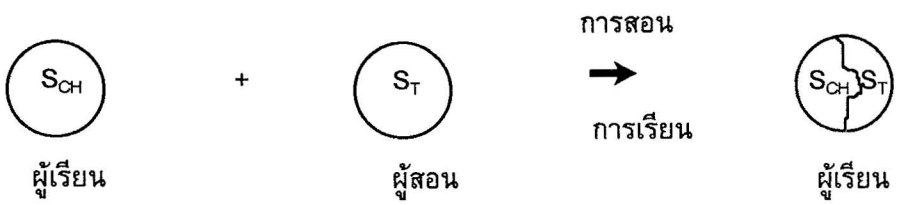
2. ผู้เรียนอาจมีความคิดเห็นเกี่ยวกับหัวข้อเรื่องที่จะเรียนมาก่อนการสอน แต่ความคิดเห็นนี้มีความสำคัญสำหรับการเรียนรู้เพียงเล็กน้อย ความคิดเห็นเหล่านี้จึงถูกแทนที่ด้วยสิ่งที่ครูสอน ดังนั้นถึงแม้ว่าผู้เรียนจะมีความคิดเห็นมาก่อน (S_{CH}) ความคิดเห็นนั้นก็ไม่สามารถคงอยู่ได้ อันเนื่องมาจากการสอนของครู (The teacher Domainance Assumption) ดังรูปข้างล่าง



S_T ความคิดเห็นทางวิทยาศาสตร์ของผู้สอน

S_{CH} ความคิดเห็นทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่มีมาก่อนการเรียนการสอน

3. ผู้เรียนมีความยึดมั่นในความคิดของตนเอง แต่ความคิดเห็นนี้จะอยู่ควบคู่ไปกับสิ่งที่ครูสอน (The Teacher Domainance Assumption) ดังรูปข้างล่าง



มีพยานหลักฐานหลายอย่างที่แสดงว่า ความคิดเห็นของผู้เรียนจะควบคู่ไปกับความคิดเห็นของผู้สอนในอัตราส่วนที่ต่าง ๆกัน ผู้เรียนที่จะประสบผลสำเร็จในการเรียนจะใช้ความคิดทางวิทยาศาสตร์ของผู้สอนในการสอน แต่ความคิดเห็นเดิมของตัวเองก็ยังมีอยู่เพื่อมาใช้ในชีวิตประจำวัน

ถ้าหลักสูตรวิทยาศาสตร์และการสอนวิทยาศาสตร์จะตั้งอยู่บนข้อตกลงเบื้องต้นข้อที่ 3 แทนข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับความคิดเห็นทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนไม่ว่าจะเป็นวิธีการค้นหาความรู้เดิมของผู้เรียน หรือรู้เกี่ยวกับธรรมชาติความรู้เดิมของผู้เรียน แล้วพิจารณาหาหนทางที่หลากหลายที่จะค้นหาว่าความรู้เดิมของนักเรียน ความรู้เดิมที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ทั้ง ๆที่ได้เรียนรู้แล้ว

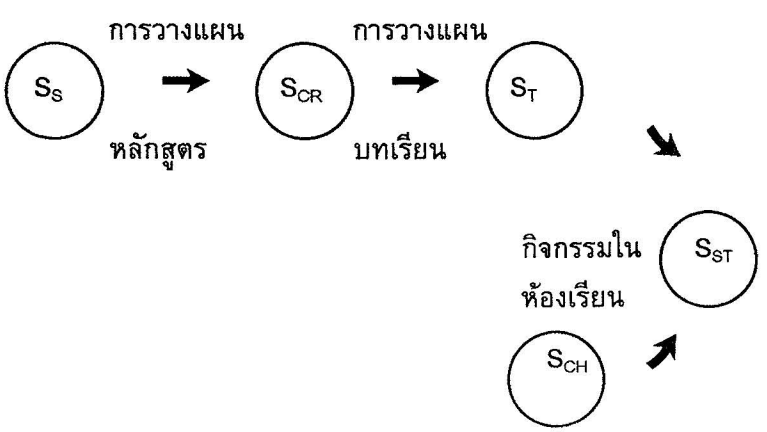
3.6 ความคิดทางวิทยาศาสตร์ของผู้สอน

ความคิดทางวิทยาศาสตร์ของผู้สอน (S_T) จะแตกต่างกันคือ มีความคิดเห็นเหมือนกับผู้เรียนไปจนกระทั่งมีความคิดเห็นเหมือนกับนักวิทยาศาสตร์ (S_S) เมื่อผู้สอนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่ผู้สอนได้รับจากหลักสูตรและสื่อการเรียนการสอน ปฏิสัมพันธ์นี้อาจทำให้ความคิดเห็นของผู้สอนเปลี่ยนแปลงไป (S_T^*) หรือผู้สอนมีความยึดมั่นในความคิดเห็นของตนเอง ดังรูปข้างล่าง



3.7 การถ่ายโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์

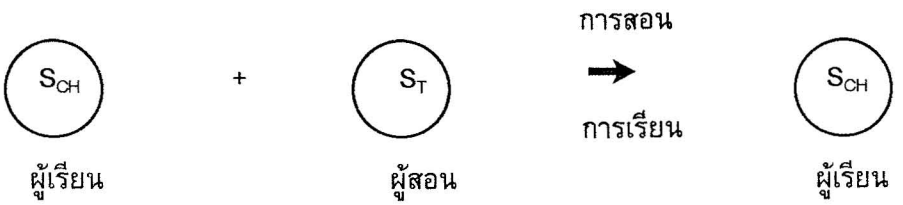
ความคิดเห็นทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ (S_S) จะถูกบรรจุในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (S_{CR}) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นทางวิทยาศาสตร์ที่บรรจุลงในหลักสูตร(S_{CR}) กับผู้สอนจะก่อให้เกิดความคิดเห็นทางวิทยาศาสตร์ของผู้สอน (S_T) ในระหว่างการเรียนการสอนความคิดเห็นทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีมาก่อนการเรียนการสอนในห้องเรียน (S_{CH}) จะมีปฏิสัมพันธ์ความคิดเห็นทางวิทยาศาสตร์ของผู้สอน (S_T) ซึ่งก่อให้เกิดความคิดเห็นทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (S_{ST}) ในห้องเรียนดังต่อไปนี้



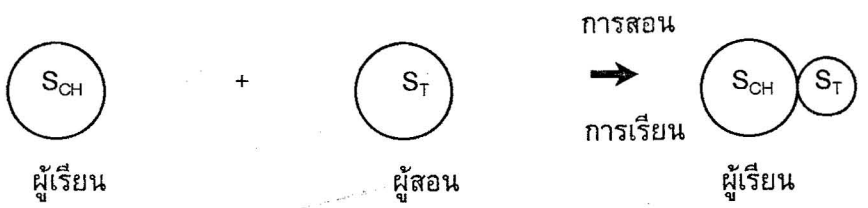
3.8 การเปลี่ยนความคิดเห็นของผู้เรียน

กิลเบิร์ท ออสบอร์น (Gillbert, Osborne and Fensham. 1982 : 623-633) ได้สรุปความคิดเห็นทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังจากการสอนของครูผู้สอนว่ามี 5 แบบ คือ

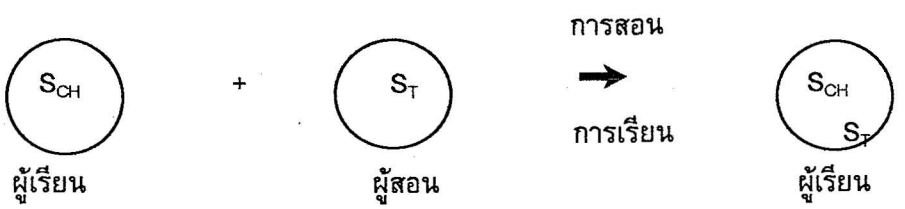
1. ความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่เดิมของผู้เรียนยังคงอยู่ คือไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงในความคิดเห็นนั้นอันเนื่องมาจากการสอนของผู้สอน



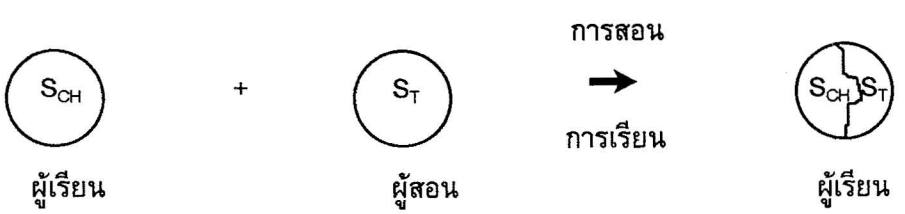
2. การสอนทำให้เกิดความคิดเห็นอันที่สองที่ใช้ในการเรียนการสอนในโรงเรียนแต่ความคิดเห็นเดิมของผู้เรียนยังคงอยู่



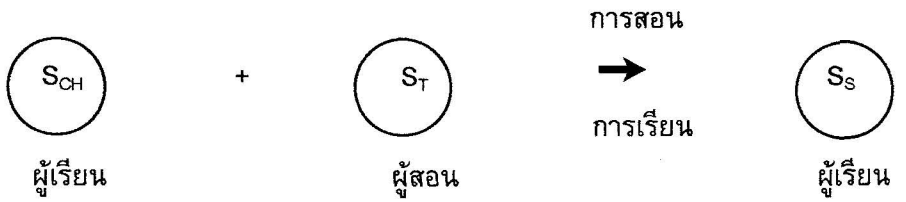
3. ความคิดเห็นเดิมของผู้เรียนถูกทำให้มั่นคงขึ้นจากการสอนของผู้สอน คือผู้เรียนนำเอาสิ่งที่ผู้สอนไปใช้อย่างผิด ๆเพื่อสนับสนุนความคิดเห็นของตน



4. การสอนวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดการผสมผสานความคิดเห็นคือ ความคิดเห็นของผู้เรียนและความคิดเห็นของครูผู้สอนถูกผสมผสานเข้าด้วยกัน



5. การสอนวิทยาศาสตร์ทำให้ความคิดเห็นของผู้เรียนขยายกว้างขึ้นและเป็นอันหนึ่งอันเดียวกับความคิดของนักวิทยาศาสตร์



เมื่อครูนำเสนอความคิดใหม่ให้กับนักเรียนอาจเกิดสิ่งต่อไปนี้ (Osborne, Bell and Gillbert. 1983 : 1-14)

1. ความคิดใหม่ถูกละทิ้งไปอย่างง่ายดาย

2. ความคิดใหม่ถูกตีความหมายอย่างผิดๆ เพื่อให้เข้ากันได้กับหรือสนับสนุนความคิดเดิมที่มีอยู่

3. ความคิดใหม่ถูกยอมรับแต่อยู่โดดเดี่ยวจากความคิดเดิม

4. ความคิดใหม่ถูกยอมรับแต่นำไปสู่ความสับสน หรือ

5. ความคิดใหม่ถูกยอมรับและปะติดปะต่อเป็นความคิดร่วมกับความคิดเดิม

3.9 มโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Children's science)

มโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หมายถึง ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโลกที่เขาอาศัยอยู่และต่อความหมายของคำที่นักเรียนได้รับก่อนที่นักเรียนจะได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียน มโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้พัฒนาขึ้นขณะที่นักเรียนพยายามที่จะเข้าใจโลกที่เขาอาศัยอยู่ โดยอาศัยประสบการณ์ ความรู้ในปัจจุบัน และจากภาวะของตนเอง

ลักษณะมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ถูกนำมาศึกษาในหัวข้อต่อไปนี้

1. นักเรียนเปรียบเหมือนนักวิทยาศาสตร์ในแง่ของการทำความเข้าใจเกี่ยวกับโลกที่เขาอาศัยอยู่ (The Learner as Scientist) นักเรียนใช้ความเหมือนและความแตกต่างในการจัดกระทำข้อเท็จจริงและปรากฏการณ์ และในการสังเกต เท็จจริงและปรากฏการณ์ และค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เบื้องต้นเพื่อสร้างโครงสร้างของความสัมพันธ์ นอกจากนี้นักเรียนยังเหมือนนักวิทยาศาสตร์ในแง่ของการรวบรวมข้อเท็จจริงและการสร้างโมเดลเพื่ออธิบายข้อเท็จจริงและการทำนาย

2. ความแตกต่างระหว่างความคิดของนักเรียนกับความคิดของนักวิทยาศาสตร์

3. ความคล้ายคลึงระหว่างความคิดของนักเรียนกับความคิดของนักวิทยาศาสตร์ในอดีต

4. เป้าประสงค์ในการให้ความหมาย

3.10 การสอนเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนมติ

มีความปรารถนาอย่างมากในวิทยาศาสตร์ศึกษาที่จะพัฒนายุทธวิธีการสอนและการเรียนเพื่อช่วยให้นักเรียนเปลี่ยนความคิดของตนเองให้เป็นความคิดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Ideas) อันเป็นที่ยอมรับ เริ่มตั้งแต่ ค.ศ. 1980 เป็นต้นมา ได้มีการพูดถึงวิธีการส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงมโน

มติที่ไม่ถูกต้องของนักเรียนให้ถูกต้องโดยอาศัยแนวคิดของ Constructivism และโมเดลการเรียนรู้มโนมติ

ออสบอร์น (Osborne. 1982 : 25-31) ได้เสนอส่วนประกอบในบทเรียนที่ควรออกแบบมาเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนมติ เช่น

1. การเตรียมบทเรียนของครูที่นำไปสู่ความเข้าใจความคิดของนักวิทยาศาสตร์และความคิดของนักเรียน

2. นักเรียนจะเกิดความคุ้นเคยกับบริบทของความคิดต่าง ๆจากประสบการณ์ที่ได้รับจากปรากฏการณ์ที่นำมาอภิปรายร่วมกัน

3. นักเรียนสามารถทำให้ความคิดของตนเองที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่นำมาอภิปรายชัดเจนขึ้น

4. นักเรียนเสนอความคิดของตนเองเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการอภิปรายเกี่ยวกับความคิดและความเข้าใจที่แตกต่างกัน

5. นักเรียนและครูควรรู้คุณค่าของความคิดของคนอื่น ๆเพื่อสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนับสนุนซึ่งกันและกัน ความคิดของนักเรียนทุกคนมีคุณค่าต่อประสบการณ์การเรียนรู้ภายในชั้นเรียน

6. การเปลี่ยนสภาพความคิดที่แตกต่างกัน เพื่อนักเรียนจะได้เห็นความคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นความคิดที่สามารถเข้าใจได้ มีเหตุผลฟังได้ และทำให้บรรลุผลเกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ต่อไป ปกติแล้ววิธีการนี้ทำได้โดยการเปรียบเทียบความคิดของนักเรียนกับความคิดที่พึงปรารถนา

7. การต่อเติมความคิดใหม่เพื่อให้นักเรียนตรวจสอบตัวอย่างของปรากฏการณ์ที่คล้ายคลึงกันหรือปรากฏการณ์ใหม่เพื่อช่วยตัวเขาเองให้รู้คุณค่าว่า ความคิดใหม่เป็นที่เข้าใจได้มีเหตุผลและมีประโยชน์ และสามารถเชื่อมโยงได้กับความคิดอื่น ๆที่อยู่ในการจำระยะยาว

ส่วนประกอบดังกล่าวได้ถูกพัฒนาต่อไปโดย ออสบอร์น , เบล และ กิลเบิร์ท (Osborne, Bell and Gilbert. 1983 : 1-14) ฮิวสันและฮิวสัน (Hewson and Hewson. 1988 : 597-614) สิ่งที่นักเรียนต้องคิดทำเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนมติสามารถสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนต้องตระหนักถึงความคิดของตนเองและของผู้อื่น และทำความคิดดังกล่าวให้ชัดเจนขึ้น

2. การแก้ปัญหาของความไม่สอดคล้องทางปัญญา

3. การสร้างความคิดใหม่ และ/ หรือ จัดระบบมโนมติที่มีอยู่แล้วใหม่

4. การยอมรับแนวคิดใหม่

5. การใช้ความคิดใหม่ในสถานการณ์ที่คุ้นเคยและในสถานการณ์ใหม่

ประเด็นจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนที่เน้นการเปลี่ยนแปลงมโนมติ

1. นักเรียนเปลี่ยนความคิดเดิมที่มีอยู่ได้ยาก

2. ความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) หรือเหตุการณ์ที่ขัดแย้งกัน (Discrepant Events) อาจไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนมติ

3. นักเรียนที่ได้เปลี่ยนความคิดเดิมที่มีอยู่อันเนื่องมาจากการเรียนการสอนในห้องเรียนอาจกลับหวนมาใช้ความคิดเดิมอีกหลังจากเวลาผ่านไปสัก 2 -3 เดือน

4. มโนมติของครูอาจมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงมโนมติของนักเรียนที่จะเกิดขึ้น

5. ลำดับขั้นของกิจกรรมการสอนกำลังเป็นที่โต้แย้งกันโดยเฉพาะเรื่องที่ว่า เมื่อไรถึงจะนำเสนอความคิดของนักวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน ความคิดเกี่ยวกับลำดับขั้นของกิจกรรมนี้แบ่งออกเป็น 2 พวก พวกหนึ่งให้นำเสนอความคิดของนักเรียนและของนักวิทยาศาสตร์ไปพร้อมๆกัน อีกพวกหนึ่งให้นำเสนอความคิดของนักวิทยาศาสตร์จนนักเรียนเข้าใจก่อนแล้วจึงทำการเปรียบเทียบความคิดของนักวิทยาศาสตร์และความคิดของนักเรียน

6. จะประเมินผลอย่างไรจึงจะเป็นไปตามทรรศนะของการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

7. หลักสูตรที่ใช้สอนในห้องเรียนควรเน้น "minds -on" และ "hands - on"

3.11 บทบาทของครูตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

การเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ถือว่าครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเปลี่ยนแปลงมโนมติ

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2540 : 109) กล่าวถึง บิดดุล และออสบอร์น ว่าใช้วิธีการสอนที่เน้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับครู (Interactive Teaching Approach) ด้วยวิธีการสอนแบบนี้ถือว่าครูมีบทบาทเป็น "ผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้" เป็น "ทรัพยากรบุคคล" เป็น "ผู้สืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เคยมีความรู้หรือไม่เคยมีประสบการณ์ในการสืบเสาะหาความรู้มาก่อน" เป็น "ผู้ท้าทายความคิดของนักเรียน" ในฐานะที่เป็น **"ผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้"** ครูพยายามที่จะนำนักเรียนและแหล่งทรัพยากรให้มาพบกับในฐานะที่เป็น **"ทรัพยากรบุคคล"** ครูต้องจัดหาข้อมูลให้นักเรียนมากกว่าการถามคำถามกลับไปที่ตัวนักเรียนในฐานะที่เป็น **" ผู้สืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เคยมีความรู้หรือไม่เคยมีประสบการณ์ในการสืบเสาะหาความรู้มาก่อน"** ครูจะทำเป็นไม่รู้เกี่ยวกับคำอธิบายหรือไม่รู้เกี่ยวกับสถานการณ์นั้นเพื่อให้ช่วยให้นักเรียนหาคำตอบด้วยตนเอง และในฐานะที่เป็น **"ผู้ท้าทายความคิดของนักเรียน"** ครูจะท้าทายความคิดของนักเรียนโดยเจตนา โดยเฉพาะความคิดที่ไม่เป็นไปตามพยานหลักฐานที่ได้ หรือไม่เป็นประโยชน์หรือไม่ชัดเจน

ออสบอร์น และ เฟรเบิร์ก (Osborne and afareyberg. 1985 : 1) กล่าวถึงบทบาทของครูตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ว่าครูต้องเป็น "นักจูงใจ" "ผู้วินิจฉัย" "ผู้ชี้แนะแนวทาง" "ผู้ที่ชอบเปลี่ยนแปลง" "นักทดลอง" และ "นักวิจัย"

ในฐานะที่เป็น "นักจูงใจ" ครูต้องช่วยให้นักเรียนพิจารณาในสิ่งที่ถูกต้องจากสิ่งเร้าและความหมายที่หลากหลายและเป็นไปได้ของบทเรียนวิทยาศาสตร์ บทบาทของการเป็น "ผู้วิจัย" คือการค้นหาความคิดที่นักเรียนนำมาใช้ในการเรียนและจัดหาโอกาสในระหว่างการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิด และสื่อความหมายความคิดของตนเองออกมา โดยปกติแล้วบทบาทนี้ของครูครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ฟังที่ดีของนักเรียนในฐานะที่เป็น "ผู้ชี้แนะแนวทาง" ครูต้องช่วยให้นักเรียนได้สร้างความหมายและคำอธิบายด้วยตนเอง การบอกนักเรียนเพียงอย่างเดียวเป็นการไม่เพียงพอ บทบาทนี้เป็นการช่วยนักเรียนได้พัฒนายุทธวิธีสำหรับกระบวนการสาระสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพ โดยชี้ถึงความไม่แน่นอนของความคิดของนักเรียน ท้าทายนักเรียนให้พิจารณาถึงความเป็นไปได้ทั้งหมด และแสดงให้นักเรียนเห็นถึงว่าจุดไหนที่นักเรียนลงข้อสรุปเกินกว่าหรือน้อยกว่าความเป็นจริง

บทบาทนี้ยังช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดเดิมที่มีอยู่แล้วกับความคิดใหม่ เพื่อสร้างความหมายและความเข้าใจใหม่ ครูเป็น "ผู้ที่ชอบเปลี่ยนแปลง" เป็นครูที่ชอบจัดหาทรัพยากรรวมทั้งตัวครูเองและจัดหากิจกรรมการเรียนรู้ใหม่ๆให้กับนักเรียน เพื่อช่วยให้นักเรียนสร้างความเข้าใจใหม่ๆ ในฐานะที่เป็น "นักทดลอง" ครูต้องประเมินนักเรียนโดยประเมินอย่างเป็นระบบในสิ่งที่นักเรียนได้ทำและลองใช้กิจกรรมการเรียนการสอนใหม่ๆ บทบาทของ "นักวิจัย" ก็คือ ให้ครูได้แลกเปลี่ยนความคิดเกี่ยวกับผลงานวิจัยในชั้นเรียนของตนเอง กับครูคนอื่นๆ ในฐานะที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

โครงการพัฒนาครูเกี่ยวกับการเรียนการสอนในประเทศนิวซีแลนด์ ได้เสนอแนะบทบาทใหม่ของครูในการเรียนการสอนที่พิจารณาถึงความคิดเดิมของนักเรียนเป็นหลักว่า ครูควรมีบทบาทดังนี้

1. ครูเปรียบเหมือนนักวิจัย

ครูที่พิจารณาความคิดของนักเรียนจะค้นหาหรือทำวิจัยว่านักเรียนกำลังคิดอะไร เพราะฉะนั้นในขณะที่สอน ครูจะฟังความคิด ฟังการอภิปราย และฟังคำถามของนักเรียน ครูจะให้คุณค่าและคอยฟังสิ่งที่นักเรียนพูดเกี่ยวกับสิ่งที่เขาคิด ในขณะที่ฟังนักเรียนพูด ครูกำลังช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ครูที่อ่านรายงานของนักเรียนไม่เพียงแต่ดูว่านักเรียนได้สร้างความคิดทางวิทยาศาสตร์อันเป็นที่ยอมรับหรือไม่เท่านั้น แต่ค้นหาว่านักเรียนคิดอะไรด้วยในการค้นหาความคิดของนักเรียน ครูอาจใช้กิจกรรม เช่น การอภิปรายกลุ่ม การสำรวจ และกิจกรรมตู้ไปรษณีย์ส่งจดหมาย

2. ครูเปรียบเหมือนผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียน คือ

2.1 ค้นหาว่านักเรียนกำลังคิดอะไร

2.2 ช่วยนักเรียนทำความคิดของตัวนักเรียนเองให้ชัดเจนขึ้น และพิจารณาความคิดของตนเองอย่างรอบคอบ

2.3 ท้าทายความคิดของนักเรียน

2.4 ช่วยนักเรียนเปลี่ยนความคิดของตนเอง

2.5 ช่วยนักเรียนค้นหาคำตอบเพื่อตัวนักเรียนเองและทำให้นักเรียน "คิด"

2.6 ให้ข้อมูลย้อนกลับกับนักเรียน

2.7 ส่งเสริมการอภิปรายในชั้นเรียน

2.8 จัดกลุ่มการเรียน

2.9 ยอมรับความคิดของนักเรียน

2.10 สร้างบรรยากาศที่สนับสนุนและบรรยากาศแห่งความห่วงใยเพื่อการเรียนรู้

2.11 จูงใจและกระตุ้นให้นักเรียนเรียน

2.12 เป็นผู้วิจัยร่วมและเรียนรู้ไปกับนักเรียน

2.13 จัดหาแหล่งความรู้

2.14 เป็นผู้จัดการและเป็นผู้รวบรวม

2.15 วางแผนหลักสูตร

3. ครูเปรียบเหมือนผู้ตอบสนอง

ครูตอบสนองความคิด และถามในสิ่งที่นักเรียนทำ พูด และเขียน ครูค้นหาปฏิสัมพันธ์ที่มีการตอบสนองและแลกเปลี่ยนปฏิสัมพันธ์กับนักเรียน ครูต้องการที่รู้ความคิดของนักเรียน ครูจะสื่อ

ความหมายด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งคิดว่ามีคุณค่าต่อสิ่งที่นักเรียนกำลังคิด ครูจะให้ข้อมูลกับนักเรียนเพื่อทำให้นักเรียนคิด และครูจะมีปฏิสัมพันธ์กับความคิดของนักเรียนโดยใช้ Viewfinder

4. ครูเปรียบเหมือนผู้เรียน

ครูเรียนรู้เกี่ยวกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์และมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ครูเรียนรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมและหน้าที่ของคนเรา และเรียนรู้เกี่ยวกับความคิด ประสบการณ์ ความสนใจ และความสัมพันธ์ของนักเรียน

5. การสอนเปรียบเหมือนการประเมินความคิดของนักเรียน

ครูประเมินความคิดของนักเรียนเพื่อการเปลี่ยนแปลงและการพัฒนา

6. การสอนเปรียบเหมือนการจัดการเรียนรู้

ครูเป็นผู้จัดการการเรียนรู้ซึ่งไม่ใช่เพียงเพื่อพฤติกรรมที่ดีเท่านั้น การจัดการเรียนรู้นี้รวมทั้งการวางแผนเพื่อพิจารณาความคิดของนักเรียน ความคิดเกี่ยวกับการจัดกลุ่มนักเรียน การจัดความสะดวกในการอภิปรายและการช่วยเหลือนักเรียนแต่ละคน ครูเป็นผู้จัดกิจกรรมภายในห้องเรียนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่ดีขึ้น ผลิตผลจากการเรียนรู้ที่ดีขึ้นและเงื่อนไขจากการเรียนรู้ที่ดีขึ้น ความสนุกสนานที่เพิ่มขึ้น ความร่วมมือทางสังคม ความเป็นเจ้าของการเรียนรู้ และการเพิ่มความเชื่อมั่นในตัวนักเรียน ซึ่งจากผลที่ตามมาครูจะพบว่าตัวเขาเองใช้เวลาน้อยลงในการจัดการเกี่ยวกับพฤติกรรม ความตั้งใจเรียนและใช้เวลามากขึ้น ในการแสดงปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนในการค้นหาความคิดของนักเรียน ข้อสงสัยของนักเรียน และความเข้าใจของนักเรียน

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2540 : 112) ได้กล่าวถึงบทบาทใหม่ของครูในห้องเรียนตามแนวคิดของ เบล ไว้ดังนี้

1. สร้างบรรยากาศที่สนับสนุนการเรียน

1.1 ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม

ชี้ให้นักเรียนเห็นว่าเป็นสิ่งที่ดีที่นักเรียนมีความคิดเห็นของตนเองและความสามารถแสดงความคิดนั้น คนอื่นๆก็ควรให้เกียรติกับความคิดของนักเรียน

1.2 พัฒนาการทางสติปัญญา

แนะนำนักเรียนว่านักเรียนสามารถพัฒนาความคิดเห็นของตนเองเกี่ยวกับเรื่อง ที่มีประสบการณ์มาก่อน

1.3 พัฒนาการทางด้านจิตพิสัย

ชี้ให้นักเรียนเห็นว่ามันเป็นสิ่งปกติที่จะเสี่ยงกับการนำเสนอความคิดเห็นหรือคำถามที่แตกต่างจากคนอื่น

1.4 มีความปรารถนาที่จะค้นหา

ชี้แนะนักเรียนว่าเรื่องที่เรียนบางเรื่องเป็นสิ่งที่น่าสนใจและเป็นสิ่งที่แปลกใหม่

1.5 เป็นเรื่องของบุคคล

ชี้ให้นักเรียนเห็นว่าการเรียนรู้ต้องการการสืบเสาะหาความรู้อย่างเอาจริงเอาจัง

1.6 ฟังความคิดเห็นของนักเรียน

ชี้ให้นักเรียนเห็นว่าความคิดเห็นของนักเรียนมีคุณ ค่าต่อการบันทึกไว้และควรนำมาพิจารณา

1.7 ทำให้ความคิดเห็นของนักเรียนมีค่า

ยอมรับสติปัญญาของนักเรียน และกระตุ้นให้นักเรียนใช้สติปัญญาต่อไป

1.8 มีความรู้สึกทั้งดีและไม่ดี

ชี้แนะว่าความรู้สึกของนักเรียนมีอิทธิพลต่อการเรียนของนักเรียนเอง

1.9 ไม่ทราบ

ชี้ให้นักเรียนเห็นว่ามันเป็นสิ่งปกติที่จะตอบว่า "ไม่ทราบ"

2. เป็นผู้จัดหา

2.1 จัดหาแหล่งข้อมูล

บอกแหล่งข้อมูลที่นักเรียนไม่สามารถหาได้ให้กับนักเรียน

2.2 ให้คำแนะนำ

ให้แนวทางนักเรียนเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลและแหล่งวิทยากร

2.3 จัดหาข้อมูล

ช่วยนักเรียนในการหาคำตอบของคำถาม

3. ช่วยเปลี่ยนแปลงมโนมติของนักเรียน

3.1 ทักษะการเรียน

ให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการเรียนรู้ และควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง

3.2 เสนอแนวความคิดเห็นอีกแนวหนึ่ง

ให้นักเรียนได้พิจารณาความคิดเห็นอื่นๆ และตระหนักว่ามีคำอธิบายอีกหลากหลายที่อาจเป็นไปได้

3.3 กระตุ้นให้ทำการทดลองต่อไป

ให้นักเรียนได้สืบค้นแนวความคิดบางแนวให้ลึกลงไปอีก โดยใช้วิธีการต่างๆในการสืบเสาะหาความรู้

3.4 การคิดทบทวน

กระตุ้นให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับความคิดเห็นของตัวนักเรียนเอง

3.5 ล้วงความคิดเห็นของนักเรียน

ให้นักเรียนบอกความคิดของตนเอง

3.6 ยอมรับความคิดเห็นของนักเรียน

ให้นักเรียนพิจารณาว่าความคิดเห็นใหม่เป็นความคิดเห็นที่ยอมรับได้หรือไม่

3.7 ทดสอบความคิดเห็น

ให้นักเรียนได้ทดสอบความคิดเห็นของตนเองในสถานการณ์ต่างๆ เพื่อหาว่าความคิดเห็นนั้นสามารถนำไปใช้เป็นหลักการทั่วๆไปได้แค่ไหน

3.8 เชื่อมโยงความคิดเห็นใหม่กับเก่าเข้าด้วยกัน

ช่วยนักเรียนเชื่อมโยงความคิดเห็นใหม่ที่เขาได้เรียนรู้กับความคิดเห็นเดิมที่มีอยู่

3.9 ความคิดเห็นใหม่ในสถานการณ์ใหม่

ช่วยนักเรียนให้นำความรู้ที่เป็นไปได้ไปใช้ให้เร็วที่สุดเพื่ออธิบายสถานการณ์ใหม่ และทำให้ขอบเขตของการนำไปใช้กว้างขึ้น

จากเอกสารที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมนั้น ครูเป็นผู้ที่มีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเปลี่ยนแปลงมโนมติของนักเรียน เช่น การจัดหาแหล่งความรู้ การสร้างบรรยากาศในห้องเรียน การวางแผนหลักสูตร การจัดกลุ่มการเรียน การยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดอย่างเต็มศักยภาพ การกระตุ้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองจากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับความคิดที่มีอยู่เดิมในตัวของนักเรียน ให้เกิดเป็นมโนมติใหม่ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

3.12 วิธีการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2540: 52) กล่าวถึง วิธีการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ไว้ 4 วิธี คือ

1. การสอนที่ครูและนักเรียนต่างมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน (The Interactive Teaching Approach)
2. โมเดลการเรียนรู้อันเนื่องมาจากผู้เรียน (The Generative learnig Model)
3. The Constructivist learning Model (CLM)
4. การเรียนแบบร่วมมือ (Coopertive learning)

ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการสอนตามแนว Constructivism แบบ The Constructivist learning Model (CLM)

3.13 The Constructivist learning Model (CLM)

เยเกอร์ (Yager. 1991) ได้เสนอโมเดลการเรียนการสอนตามแนว Constructivism (The Constructivist learning Model) โดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้น ดังนี้คือ

1. ขั้นเชิญชวน ได้แก่
   1.1 สังเกตสิ่งรอบตัวด้วยความอยากรู้อยากเห็น
   1.2 ถามคำถาม
   1.3 พิจารณาคำตอบที่เป็นไปได้ของคำถามที่ตั้งขึ้น
   1.4 จดบันทึกปรากฏการณ์ที่ไม่คาดคิดมาก่อนว่าจะเกิดขึ้นแต่ได้เกิดขึ้น
   1.5 ชี้สถานการณ์ที่การรับรู้ของนักเรียนแตกต่างกัน
2. ขั้นสำรวจ ได้แก่
   2.1 ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม
   2.2 ระดมพลังสมองเกี่ยวกับทางเลือกที่เป็นไปได้
   2.3 มองหาสารสนเทศ
   2.4 ทำการทดลองโดยใช้วัสดุอุปกรณ์
   2.5 สังเกตปรากฏการณ์ที่เฉพาะเจาะจง

2.6 ออกแบบโมเดล

2.7 รวบรวมและจัดกระทำข้อมูล

2.8 ใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา

2.9 เลือกทรัพยากรที่เหมาะสม

2.10 อภิปรายการแก้ปัญหาร่วมกับนักเรียนคนอื่นๆ

2.11 ออกแบบและดำเนินการทดลอง

2.12 ประเมินทางเลือกที่หลากหลาย

2.13 มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นที่ไม่ตรงกัน

2.14 ชี้การเสี่ยงและผลที่ตามมา

2.15 ขอบเขตของการสืบเสาะหาความรู้

2.16 วิเคราะห์ข้อมูล

3. ขั้นนำเสนอคำอธิบายและคำตอบของปัญหา ได้แก่

3.1 สื่อความหมายข้อมูลและความคิดเห็น

3.2 สร้างและอธิบายโมเดล

3.3 สร้างคำอธิบายใหม่

3.4 ทบทวนและวิจารณ์คำตอบของปัญหา

3.5 ให้เพื่อนประเมินผลการเสนอคำตอบ

3.6 รวบรวมคำตอบที่หลากหลาย

3.7 ชี้ให้เห็นถึงคำตอบที่เหมาะสม

3.8 บูรณาการคำตอบที่ได้กับความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่

4. ขั้นนำไปปฏิบัติ ได้แก่

4.1 การตัดสินใจ

4.2 นำความรู้และทักษะไปใช้

4.3 ถ่ายโยงความรู้และทักษะ

4.4 แลกเปลี่ยนสาระสนเทศและความคิดเห็น

4.5 ถามคำถามใหม่

4.6 นำผลที่ได้จากการเรียนรู้และส่งเสริมความคิดเห็น

4.7 ใช้โมเดลและความคิดเห็นเพื่อให้เกิดการอภิปรายและการยอมรับจากเพื่อนๆ

3.14 วิธีการสอนตามแนว Constructivism

เยเกอร์ (Yager. 1991) กล่าวถึงวิธีการสอนตามแนว Constructivism ดังนี้

1. ให้นักเรียนถามคำถาม แล้วใช้คำถามและความคิดเห็นของนักเรียนในการวางแผนการสอน

2. ยอมรับและสนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียน

3. ส่งเสริมความเป็นผู้นำ ความร่วมมือ การหาแหล่งข้อมูลข่าวสาร และการนำความคิดเห็นไปปฏิบัติ อันเป็นผลเนื่องมาจากกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน

4. ใช้ความคิดเห็น ประสบการณ์ และความสนใจของนักเรียน เพื่อให้บทเรียนดำเนินไปอย่างมีความหมาย

5. สนับสนุนให้นักเรียนเสนอแนะสิ่งที่สาเหตุของเหตุการณ์หรือของสถานการณ์และสนับสนุนให้นักเรียนทำนายผลที่จะเกิดขึ้น

6. สนับสนุนให้นักเรียนทดสอบความคิดเห็นของตนเอง เช่น ตอบคำถามที่ตัวเองตั้งขึ้น เดาว่าอะไรเป็นสาเหตุ และทำนายผลที่ตามมา

7. ค้นหาความคิดเห็นของนักเรียนก่อนนำเสนอความคิดเห็นของครู หรือก่อนศึกษาความคิดเห็นจากหนังสือเรียน หรือจากแหล่งอื่น

8. สนับสนุนให้นักเรียนท้าทายความคิดเห็นของกันและกัน

9. ใช้ยุทธวิธีการเรียนแบบร่วมมือ (Coopertive learning) ซึ่งเน้นความร่วมมือ การนับถือซึ่งกันและกัน และใช้กลยุทธของการแบ่งงานกันทำ

10. สนับสนุนให้มีการสะท้อนความคิดและมีการวิเคราะห์วิจารณ์ความคิดเห็นของกันและกัน แสดงความเคารพและใช้ทุกความคิดเห็นที่นักเรียนสร้างขึ้น

11. สนับสนุนให้มีการวิพากษ์วิจารณ์ตนเอง รวบรวมพยานหลักฐานที่สนับสนุนความคิดเห็น และสร้างความคิดใหม่อันเนื่องมาจากประสบการณ์และพยานหลักฐานใหม่

3.15 ลักษณะห้องเรียนตามยุทธวิธีการสอนตามแนว Constructivism

เยเกอร์ (Yager. 1991) กล่าวถึง ลักษณะห้องเรียนตามยุทธวิธีการสอนตามแนว Constructivism ก็คือห้องเรียน ดังนี้

1. ให้นักเรียนบ่งชี้ปัญหาในการเรียนตามความสนใจ

2. ใช้ทรัพยากรท้องถิ่น (มนุษย์และวัสดุอุปกรณ์) เป็นแหล่งเริ่มต้นของข้อมูลข่าวสารที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา

3. ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการแสวงหาสารสนเทศที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาที่แท้จริง

4. ขยายการเรียนรู้ให้ออกไปจากชั่วโมงที่เรียน จากห้องเรียน และจากโรงเรียน

5. เน้นถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อนักเรียนแต่ละคน

6. ละเว้นทรรศนะที่ว่าเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งหนึ่งที่นักเรียนจะต้องทำให้ได้ตอนสอบ

7. ย้ำในเรื่องที่ว่าทักษะกระบวนการเป็น "ทักษะพิเศษ" และต้องทำให้ได้เพราะเป็นทักษะที่นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้ให้น้อยลง

8. เน้นความตระหนักในเรื่องอาชีพ โดยเฉพาะอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

9. ให้นักเรียนได้มีโอกาสเสนอบทบาทของความเป็นพลเมืองดีโดยการแก้ปัญหาเกี่ยวกับประเด็นที่เขาสนใจ

10. สาธิตให้เห็นว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นปัจจัยหลักที่จะส่งผลถึงอนาคต

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การสอนแบบ The Constructivist learning Model (CLM) เป็นการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้ด้วยตนเองจากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจ และประสบการณ์ที่มีอยู่เดิม ผู้เรียนจะรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ คิด และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีระบบของการคิดโดยกระบวนการของการค้นคว้าหาความรู้ ครูจะมีหน้าที่เพียงจัดบรรยากาศการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้เท่านั้น

4. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

4.1 งานวิจัยต่างประเทศ

มินสเทรล (Minstrell. 1982) ได้ทำการทดลองปรับเปลี่ยนความเชื่อของนักเรียนในวิชาฟิสิกส์โดยให้นักเรียนได้ทำการตรวจสอบความเชื่อของนักเรียนตามเกณฑ์ 3 ข้อ ได้แก่ (1) ความสอดคล้องระหว่างบุคคล (2) ความสอดคล้องระหว่างเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน และ (3) ความสอดคล้องระหว่างความเชื่อกับผลการสังเกตในเชิงประจักษ์ ผลการทดลอง พบว่า ความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดขึ้นจากการตรวจสอบตามเกณฑ์ดังกล่าวสามารถทำให้นักเรียนสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญาและเปลี่ยนความเชื่อเดิม

4.2 งานวิจัยในประเทศ

ไพจิตร สดวกการ (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 148 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 75 คน กลุ่มควบคุม 70 คน พบว่า นักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่ได้รับการสอนตามปกติ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงและต่ำ

สาคร ธรรมศักดิ์ (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้มีจำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 40 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมแบบร่วมมือ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เป็นวิธีการสอนอีกวิธีหนึ่งจากหลายวิธีที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดและปฏิบัติจริงหรือแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง โดยเน้นกระบวนการด้านการค้นคว้าหาความรู้เพื่อให้นักเรียนได้รับทั้งตัวความรู้และทักษะในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก้ปัญหา ได้มีผู้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ในลักษณะต่างๆ ดังนี้

5.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ซันต์ (Sund. 1976 : 62-65) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการสอนที่เน้นความสำคัญของการแสวงหาความรู้หรือความจริงโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สุวัฒน์ นิยมค้า (2531 : 502) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นหาหรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียนยังไม่เคยมีความรู้ในสิ่งนั้นมาก่อน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆเป็นเครื่องมือ

ชุติมา วัฒนะคีรี (มปป. : 160) ได้กล่าวว่า วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อค้นพบความรู้(คำตอบ)ด้วยตนเอง

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537 : 119) ได้ให้ความหมายว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา

จากความหมายที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการหนึ่งที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ คิด และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีระบบของการคิด โดยใช้กระบวนการของการค้นคว้าหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่จัดบรรยากาศการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ คิดแก้ปัญหาโดยใช้การทดลองและอภิปรายซักถามเป็นกิจกรรมหลักในการสอน

ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็นโดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทมยาศาสตร์ได้อย่างแท้จริง

5.2 หลักการสืบเสาะหาความรู้

หลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท. (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) สรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับหลักการสอนได้ดังนี้ (สุวัฒน์ นิยมค้า. 2531 : 560-563)

1. กิจกรรมและลำดับขั้นของกิจกรรม

ในการสอนครั้งหนึ่งๆ สสวท. ได้แบ่งกิจกรรมออกเป็น 4 อย่าง เรียงตามลำดับ คือ

การนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งปัญหา

การอภิปรายก่อนการทดลอง

การทดลอง

การอภิปรายหลังการทดลอง

การนำเข้าสู่บทเรียน สสวท. กล่าวว่า การที่จะดึงความสนใจของนักเรียนต่อการเรียนได้นั้น ครูจำเป็นต้องใช้คำถามเพื่อกระตุ้นหรือเร่งให้นักเรียนคิด สงสัย และสนใจอยากรู้คำตอบ การ

ที่ไม่รู้คำตอบมาก่อนนี้เองเป็นทางหนึ่งที่จะทำให้นักเรียนอยากสืบเสาะหาคำตอบ ดังนั้นในแบบเรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรใหม่จึงเขียนขึ้นเป็นแบบที่นำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งปัญหา กิจกรรมขั้นนี้ครูเป็นผู้นำอภิปรายโดยตั้งปัญหาเป็นลำดับแรก

การอภิปรายก่อนการทดลอง กิจกรรมขั้นนี้ สสวท. ไม่ได้อธิบายว่าจะทำอะไร อย่างไร หรือจะมีการแนะแนวทางการทดลองมากน้อยแค่ไหน เพียงใด

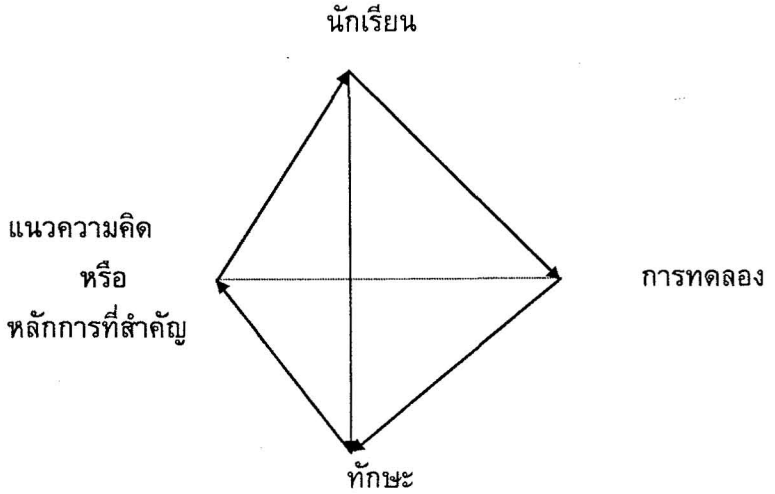
การทดลอง การทดลองเป็นกิจกรรมหลักของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท. นักเรียนจะต้องทำการทดลองภายหลังจากที่ได้มีการอภิปรายก่อนการทดลองแล้ว ในบางบทเรียนที่ไม่อาจทดลองได้ สสวท. ก็แนะนำให้ทำกิจกรรมอื่นทดแทนที่มีค่าพัฒนาความคิดเหมือนกัน สสวท. จะแนะนำว่า ในกรณีที่ครูไม่อาจจัดให้มีการทดลองได้เพราะอุปกรณ์ในเรื่องนั้นหาได้ยากในประเทศหรือมีราคาแพง หรือมีความปลอดภัยน้อย ครูก็อาจนำข้อมูลซึ่งเป็นผลการทดลองที่นักวิทยาศาสตร์อื่นๆทำไว้แล้วมาให้นักเรียนศึกษา โดยยังใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เช่นเดิม นั่นคือ นักเรียนจะต้องแปลความหมายข้อมูลนั้นเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปถึงแนวความคิดหรือหลักการสำคัญของเรื่องนั้นๆ

การอภิปรายหลังการทดลอง เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้วก็จะได้ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหางานขั้นต่อไปหรืองานขั้นสุดท้ายของบทเรียนคือการอภิปรายหลังการทดลอง กิจกรรมขั้นนี้ สสวท. อธิบายว่า ครูต้องนำอภิปรายโดยใช้คำถามนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปเพื่อให้ได้แนวความคิดหรือหลักการที่สำคัญของบทเรียนนั้นๆ

2. นักเรียนคือผู้ค้นพบ

บทบาทของนักเรียนในการสืบเสาะหาความรู้นี้ สสวท. พูดไว้ชัดเจนว่า ในบทเรียนต้องการให้นักเรียนค้นพบคำตอบและสรุปได้ด้วยตนเองนี้ ก็หมายความว่า นักเรียนมีส่วนร่วมในการค้นหาความรู้อย่างมาก ความรู้มิใช่มาจากครูทั้งหมด ที่มาจากครูมีเพียงส่วนน้อย เป็นแต่เพียงส่วนประกอบเท่านั้น นักเรียนเป็นผู้ทดลอง สังเกต บันทึกข้อมูลและในที่สุดก็เป็นผู้สรุปความรู้ นักเรียนได้ค้นพบความรู้โดยผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในเรื่องบทบาทของนักเรียน ถ้าดูแผนภูมิของ สสวท. จะเห็นว่านักเรียนคือผู้ค้นหาคำตอบ



ภาพประกอบ 2 แผนภูมิการสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท.

สสวท. ได้ยกตัวอย่างการทดลองเรื่อง เครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างง่ายหรือ ไดนาโม ในบทเรียนจะไม่บอกให้ทราบว่าหลักการของไดนาโมเป็นอย่างไร แต่ต้องการให้นักเรียนคิดด้วยตนเองว่ากระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร เพื่อจะนำไปสู่ความเข้าใจถึงหลักการของไดนาโม

3. บทบาทของครู

ตามแนวการสอนของ สสวท. ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยเหลือผู้ให้คำแนะนำเท่านั้น แต่ไม่ใช้ผู้ให้คำตอบโดยสิ้งเชิง เมื่อนักเรียนมีข้อขัดข้องตอนใด ครูจะหาวิธีตอบคำถามนักเรียนในแนวที่จะกระตุ้นให้คิด และจะพยายามแนะนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง

4. จุดหมายปลายทางของการสอน

สสวท. ชี้แจงว่า การเรียนการสอนแบบนี้จะไม่เน้นเนื้อหาวิชาแต่เพียงอย่างเดียว แต่จะมุ่งพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆและทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน

หลักการสอนวิทยาศาสตร์ ของ สสวท. ที่กล่าวมานี้ นับว่าสอดคล้องกับหลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้หรือการค้นพบ เน้นวิทยาศาสตร์เป็นทั้งความรู้และกระบวนการ

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2541 : 58) ได้กล่าวขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะไว้ว่า การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตารมแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนจะใช้คำถามต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น คิด สงสัย หรือเป็นการรแนะแนวทางในการทดลองรวมถึงการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. การให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนจะควบคุมและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้น สนับสนุนและเป็นที่ปรึกษาอยู่ด้วย นักเรียนจะเก็บรวบรวมข้อมูล

3. การอภิปรายหลังการทดลอง เป็นขั้นที่ผู้สอนจะต้องใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลจากการทดลองที่รวบรวมไว้มาสรุป เป็นความรู้ รวมทั้งอภิปรายถึงข้อผิดพลาดของการทดลองที่อาจจะเป็นไปได้ด้วยคำถามต่างๆที่ผู้สอนใช้ ตอนนี้นอกจากจะช่วยให้นักเรียนสรุปผลการทดลองแล้ว ยังช่วยให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น มีแนวคิดที่กว้างขวางยิ่งขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การสอบแบบสืบเสาะหาความรู้ จะช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อันเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการค้นหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น พร้อมทั้งมีความคิดอย่างรอบคอบในการตัดสินใจเลือกกระทำในสิ่งที่มีข้อมูลเพียงพอ เพื่อลงข้อสรุป การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จึงควรจัดกิจกรรมในการเรียนการสอน ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนให้มาก เพื่อก่อให้เกิดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆในชีวิตประจำวัน

5.3 บทบาทของครูในการสืบเสาะหาความรู้

ชุติมา วัฒนะคีรี (มปป.: 162) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. แนะนำนักเรียนและกระตุ้นความสนใจของนักเรียน

2. จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ที่จำเป็น

3. คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำขณะที่นักเรียนลงมือปฏิบัติงาน เช่น ถามคำถาม อธิบายข้อข้องใจบางอย่าง

4. แนะนำศัพท์ใหม่ๆที่พบขณะทำการทดลอง เช่น ละลาย ขยายตัว หดตัว แรงดัน อุณหภูมิ ฯลฯ

5. กระตุ้นให้นักเรียนบันทึกข้อมูล และอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง

วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2531 : 40 - 41) ได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ให้เป็นผู้มีคุณลักษณะ ดังนี้

1. กระตุ้นให้เด็กคิด โดยการสร้างสถานการณ์ ชักชวนให้เด็กตั้งคำถามสอบสวนตามลำดับขั้นของคำถามแบบสืบสวนสอบสวน

2. ให้การหนุนกำลัง เมื่อเด็กถามมาก็จะให้แรงหนุนยอมรับในคำถามนั้น กล่าวชมและช่วยปรับปรุงภาษาในคำถามเพื่อให้นักเรียนเข้าใจในคำถามให้กระจ่างดีขึ้น

3. ทวนกลับ ครูจะเป็นผู้ทบทวนคำถามอยู่บ่อยๆเพื่อพิจารณาดูว่า นักเรียนมีความเข้าใจอย่างไรบ้าง

4. แนะนำและกำกับ ครูจะชี้แนวทางเพื่อให้เกิดความคิดตามแนวทางที่ถูกต้อง เป็นผู้กำกับควบคุมเมื่อเด็กออกนอกลู่นอกทาง

5. จัดระเบียบ ครูดำเนินการจัดชั้นเรียนให้เหมาะสมกับวิธีการเรียน การสร้างบรรยากาศให้เหมาะสมโดยจัดเป็นกลุ่มหรือชั้นตามลักษณะของนักเรียน เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ

6. สร้างแรงจูงใจ ครูจะช่วยสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีกำลังใจในการเรียน

บทบาทหน้าที่ของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จึงเป็นผู้สร้างสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆด้วยตัวนักเรียนเอง เป็นผู้จัดหาวัสดุ อุปกรณ์เพื่ออำนวยความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เป็นผู้ถามคำถามต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนค้นหาความรู้

5.4 ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537 : 26) ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับประโยชน์และข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีดังนี้ คือ

1. นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความอยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา

2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิด และวิธีเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อีกด้วย

3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

4. นักเรียนสามารถเรียนรู้มโนมติและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5. นักเรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีดังนี้ คือ

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง

2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้น่าสงสัยแปลกใจ จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายและถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้ มุ่งควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไป จะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

3. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำและเนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก นักเรียนอาจไม่สามารถหาความรู้ด้วยตนเองได้

4. นักเรียนบางคนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหาและนักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมาก ๆอาจจะตอบคำถามได้ แต่นักเรียนจะไม่ประสบความสำเร็จด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร

5. ถ้าใช้กระบวนการแบบนี้อยู่เสมออาจทำให้ความสนใจของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าลดลง

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่เหมาะกับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยที่ครูเป็นผู้เตรียมสภาพแวดล้อม จัดลำดับเนื้อหา แนะนำหรือช่วยให้นักเรียนประเมินความก้าวหน้าของตนเอง ส่วนนักเรียนเป็นผู้เรียนภายใต้เงื่อนไขของครู นักเรียนมีอิสระในการดำเนินการทดลองอย่างเต็มที่

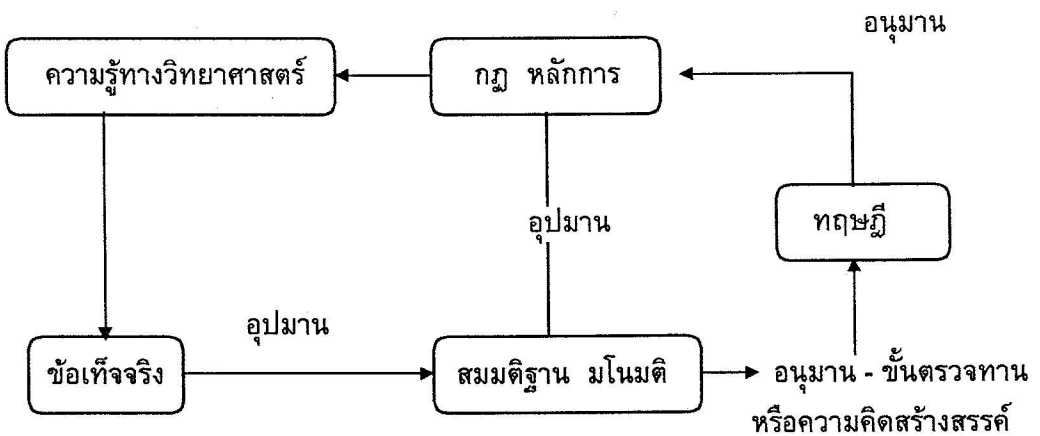
6. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้ (ผุสดี ตามไท. 2531 : 55-57)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อิทธิพลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม

ความหมายที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ หมายถึง ส่วนที่เป็นตัวความรู้ (Body of Knowledge) ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อเท็จจริง (Fact) มโนมติ (Concept) หลักการ (Principle) กฎ (Law) ทฤษฎี (Theory) สมมติฐาน (Hypothesis) และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ (Process of Scientific Inquiry) (สมจิต สวธนไพบูลย์. 2535 : 94)

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ ส่วนที่เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ดำเนินการค้นคว้าสืบเสาะตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้ ความรู้นั้นจะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งสรุปความสัมพันธ์ได้ดังนี้ (สมจิต สวธนไพบูลย์. 2535 : 101)



ภาพประกอบ 3 แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

6.1 กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดและการกระทำอย่างมีระบบในการค้นหา ข้อเท็จจริง หาความรู้ต่าง ๆจากประสบการณ์ และจากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเราด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้ (สมจิต สวธนไพบูลย์. 2535 : 101-103)

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. พิสูจน์หรือทดลอง
4. สรุปผลและการนำไปใช้

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะนิสัยของบุคคลนั้นๆเป็นองค์ประกอบอีกด้วย คุณลักษณะที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้ เรียกว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะดังต่อไปนี้

1. มีความละเอียดถี่ถ้วน อุตสาหะ
2. มีความอดทน
3. มีเหตุผลไม่เชื่อสิ่งใดง่ายๆ โดยปราศจากข้อเท็จจริงมาสนับสนุนเพียงพอ
4. มีใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดเห็นของตนฝ่ายเดียว
5. สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
6. มีความกระตือรือร้นที่จะค้นหาความรู้
7. มีความซื่อสัตย์สุจริต
8. ยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advencement of Science - AAAS) ได้พัฒนาโครงการปรับปรุงการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับอนุบาลจนถึงระดับประถมศึกษา โดยเน้นการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โครงการนี้แล้วเสร็จในปี ค.ศ.1970 และตั้งชื่อโครงการนี้ว่า วิทยาศาสตร์กับการใช้กระบวนการ (Science : A Process Approach) หรือเรียกชื่อย่อว่า โครงการซาปา (SAPA) โครงการนี้ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) 8 ทักษะ และทักษะขั้นพื้นฐานผสมผสาน (Intergrated Science Process Skills) 5 ทักษะ ดังนี้ (ภพ เลาหไพบูลย์. 2537 : 14 - 29)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการคำนวณหรือการใช้ตัวเลข
4. ทักษะการจำแนกประเภท
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
8. ทักษะการพยากรณ์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

12. ทักษะการทดลอง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปข้อมูล

1. ทักษะการสังเกต (Observation)

การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกาย เข้าไปสัมผัสวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆโดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งออกได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายคุณสมบัติของวัตถุได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด (Measurment)

การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนักและอื่นๆได้ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการจำแนกประเภท (Classification)

การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งของ ที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยที่เกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆจากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆโดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 เกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space / Space Relationship and Space - time Relationship)

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างของวัตถุนั้นครองที่ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุ มี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติกับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้

4.2 วาดรูป 2 มิติจากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้

4.3 บอกชื่อของรูปทรงและรูปทรงเรขาคณิตได้

4.4 บอกความสัมพันธ์ของรูป 2 มิติได้ เช่น ระบุรูป 3 มิติที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตุ (2 มิติ) เป็นต้นกำเนิดเงา

4.5 บอกรูปกรวยรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน

4.6 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุได้

4.7 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

4.8 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

4.10 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆกับเวลาได้

5. ทักษะการคำนวณ (Using Number)

การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนับตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

5.1 การนับ ได้แก่

5.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

5.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

5.1.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.1.4 ตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

5.2.1 บอกวิธีหาค่าเฉลี่ย

5.2.2 หาค่าเฉลี่ย

5.2.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)

การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆมาจัดกระทำเสียใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนี้ดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลให้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัด จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่ตนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Infering)

การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์มาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction)

การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำๆ หลักการ กฎ ทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆมาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การทำนายทั่วไป เช่น ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลที่จะเกิดภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulation Hypothesis)

การตั้งสมมติฐาน คือ คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Difining Operationally)

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายหรือขอบเขตของคำต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controling Variables)

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆหรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไปตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่นๆนอกเหนือจากตัวแปรต้นที่ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่สามารถควบคุมให้เหมือนกัน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting)

การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ การทดลอง ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีการทดลอง ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร

12.1.2 อุปกรณ์ หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่นๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

12.4 การออกแบบการทดลองโดย

12.4.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสม โดยคำนึงถึง ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

12.5 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม

12.6 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpretting data and conclusion)

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายคุณลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่

การตีความหมายในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

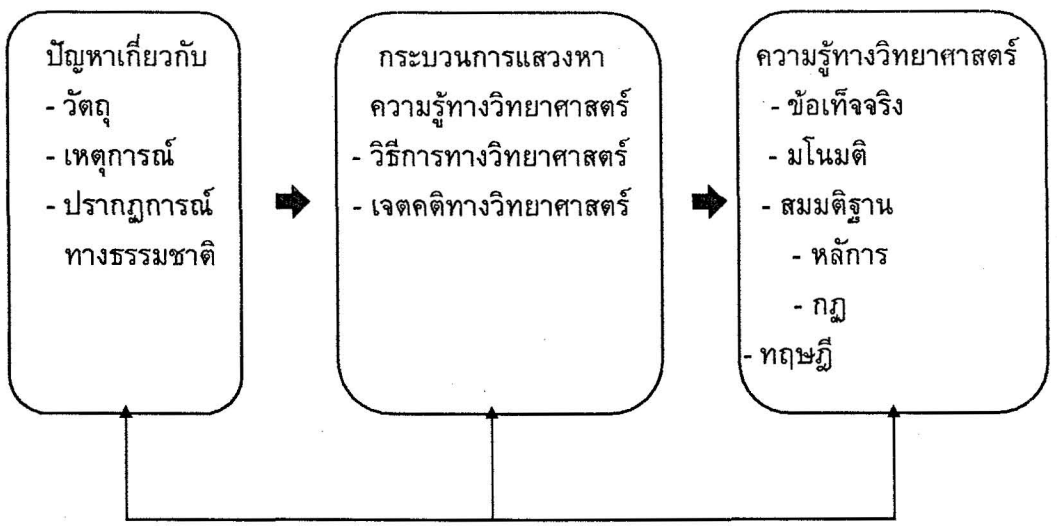
การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

13.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้(การตีความหมายข้อมูลที่ต้องอาศัยทักษะการคำนวณ)

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

ทักษะดังกล่าวเป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการศึกษาวิทยาศาสตร์จะต้องให้นักเรียนได้ทั้งความรู้และมีทักษะในการแสวงหาความรู้ ซึ่ง สมจิต สวธนไพบูลย์ (2535 : 103) ได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้



ภาพประกอบ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้รับเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดผลทั้งสองลักษณะและเพื่อความสะดวกในการประเมินผล ผู้วิจัยได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ใน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับเป็นเกณฑ์วัดผลว่านักเรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยหรือลึกซึ้งเพียงใด 4 พฤติกรรม ดังนี้ (ประวิตร ชูศิลป์. 2524 : 21-31)

1. ความรู้- ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆหรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้วโดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกต การวัด การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

จากเอกสารข้างต้นผู้วิจัยได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน คือ ความรู้- ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยพิจารณาให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว101) เรื่อง วิทยาศาสตร์เพื่อการสร้างสรรค์

7. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

7.1 งานวิจัยต่างประเทศ

ยัง (Young. 1970 : 53) ได้ทำการศึกษาการใช้อุปกรณ์การสอนสำหรับพัฒนาความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ สอนให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างอิสระ จัดเหตุการณ์ให้นักเรียนคาดหวัง และเร่งเร้าให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น นักเรียนต้องพยายามหาคำอธิบายสำหรับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างขัดแย้ง โดยเปรียบเทียบผลระหว่างสิ่งที่ได้ใช้ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้หลายทางด้วยกันโดยทดลอง 2 กลุ่ม เป็นนักเรียนเกรด 4 จำนวน 71 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม อีก 2 กลุ่มเป็นกลุ่มทดลอง และทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยสอบก่อนและหลัง ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองสามารถอธิบายปัญหาที่ตั้งขึ้นได้ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนอย่างอื่นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

โอลาลินอย (Olalinoye. 1978 : 4348-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) การสอนปกติ (Traditional) และแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง (Inquiry Role Approach) ในวิชาฟิสิกส์โดยให้กลุ่มควบคุมได้รับการสอนปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนการสอนแบบสืบ

เสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะแนวทาง และกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกัน

เดวิส (Davis. 1979 : 4164- A) ได้ศึกษาเปรียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการชี้แนะแนวทางในการค้นพบ (Guided Inquiry Discovery Approach) กับการสอนแบบครูบอกให้รู้ตามตำรา (Expository - Text Approach) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการทดลอง พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

7.2 งานวิจัยในประเทศ

มะลิวรรณ วีระจิตต์ (2533 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา จังหวัดนครปฐม ปีการศึกษา 2533 จำนวน 80 คน กลุ่มทดลอง 40 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน กลุ่มควบคุม 40 คน ได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กัญญา ทองมั่น (2534 : 83) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อรุณี เมฆาธร (2535 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนโดยการฝึกแบบสืบเสาะหาความรู้กับนักเรียนที่เรียนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้รูปแบบการสอนโดยการฝึกแบบสืบเสาะหาความรู้กับที่เรียนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อนันต์ เลขวรรณวิจิตร (2538 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้วีดีทัศน์วิชาวิทยาศาสตร์คหกรรมและศิลปหัตถกรรมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้วีดีทัศน์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาใกล้เคียงกัน

จากงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เห็นได้ว่า ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีทั้งแตกต่างกัน

และไม่แตกต่างกัน และจากการศึกษาสรุปได้ว่า จุดสำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นั้นก็คือ การให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ความจริงได้ด้วยตนเองโดยมีครูเป็นผู้สนับสนุนจัดเตรียมกิจกรรม สถานการณ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจต่อการแสวงหาความรู้ความจริงนั้น ซึ่งผู้วิจัยเชื่อว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการทางความรู้ ความสามารถที่จะแก้ปัญหาต่างๆได้ ดังนั้นครูผู้สอนควรใช้วิธีการที่เหมาะสมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

8. เอกสารเกี่ยวกับการพัฒนากระบวนการคิด

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปแล้วว่า ความสามารถใน "การคิด" หรือ "การคิดเป็น" เป็นคุณสมบัติที่พึงปรารถนาและเป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญของการศึกษาและการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานการณ์และสภาพปัจจุบันซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ความรู้และวิทยาการใหม่ๆ ซึ่งเพิ่มอย่างรวดเร็วทำให้บุคคลทั้งหลายจำเป็นต้องมีทักษะใน "การคิด" เพื่อที่จะช่วยให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกติสุขในสังคมที่ซับซ้อนและเต็มไปด้วยปัญหาต่างๆ บุคคลจำเป็นต้องใช้การตัดสินใจอยู่เสมอ และการตัดสินใจที่ดีนั้นก็ต้องอาศัยความสามารถในการคิดเป็นพื้นฐาน

8.1 ความหมายของการคิด

นักจิตวิทยาท่านต่างๆได้ให้ความหมายของการคิดไว้ดังนี้

กิลฟอร์ด (Guiford. 1967) ให้ทัศนะว่า การคิดเป็นการค้นหาหลักการ (Abstraction) โดยแยกแยะคุณสมบัติของสิ่งต่างๆหรือข้อความจริงที่ได้รับแล้วทำการวิเคราะห์ เพื่อหาข้อสรุปอันเป็นหลักการของข้อความจริงนั้นๆ รวมทั้งการนำหลักการดังกล่าวไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากเดิม (Generalization) ทัศนะของกิลฟอร์ดสอดคล้องกับการคิดในระดับการสร้างแนวคิดรวบยอดที่บลูมและคนอื่นๆได้เสนอไว้

ธัญญะ บุปผเวสและคณะ (2534: 206) ให้ทัศนะว่า การคิดเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในสมองของบุคคลโดยอาศัยข้อมูลประสบการณ์จากสิ่งแวดล้อมต่างๆที่ผ่านเข้ามาทางอวัยวะรับสัมผัสเกิดจากการรู้สึก การรับรู้และระบบความจำ

อรรพรรณ พรสีมา (2539 : 11) กล่าวว่า การคิดเป็นกระบวนการที่บุคคลรวบรวมและใช้ข้อมูลที่รวบรวมไว้ในสมองเมื่อเผชิญกับคำถาม เหตุการณ์ สถานการณ์ หรือกิจกรรมต่างๆที่ต้องแก้ปัญหา ข้อมูลที่นำมาอาจจะเป็นความจริงที่สัมผัสได้หรือเป็นเพียงจินตนาการที่ไม่อาจสัมผัส

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2541 : 38) กล่าวว่า การคิดเป็นการนำปัญญามาใช้ ปัญญา คือ เครื่องมือของการคิด การคิดสามารถที่จะพัฒนาได้ การคิดและการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้อย่างลึกซึ้งต่อเมื่อผู้เรียนได้มีโอกาสจัดกระทำกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆด้วยตนเอง

จากความหมายข้างต้น พอจะสรุปได้ว่า การคิดมีลักษณะเป็นทั้งกระบวนการและผลผลิต ซึ่งมีลักษณะที่ต่อเนื่องกันแยกออกจากกันโดยเด็ดขาดไม่ได้ แต่อาจนำมาอธิบายต่างกัน คือ ในกรณีที่กล่าวถึงกระบวนการก็จะใช้วิธีการคิดหรือทักษะการคิดมาอธิบาย ส่วนในกรณีของผลผลิตก็จะกล่าวถึงคุณภาพการคิดซึ่งเป็นผลที่เกิดจากการใช้วิธีการคิดมาแก้ปัญหาหรือทำงาน ในการจัดการศึกษา

นั้นมุ่งให้ผู้เรียนเกิดการคิดทั้งในลักษณะของกระบวนการหรือวิธีการคิดที่ดีเพื่อให้ได้ผลผลิตของการคิดที่มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในเชิงวิชาการและไม่ใช่วิชาการตลอดจนสร้างคุณลักษณะประจำตัวให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

8.2 ประเภทของการคิด

ศศิธร จิตตพุทธิ (2539 ; 16) กล่าวว่ารูปแบบของการคิดตามแนวคิดของ เบอร์เกอร์ ว่า การคิดขั้นพื้นฐานมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบสร้างสรรค์และรูปแบบตรรก ซึ่งแบบสร้างสรรค์จะใช้การจัดระบบข้อมูล ความคิดใหม่ๆ คิดค้นหาความน่าจะเป็น และทางเลือกต่างๆ รวมทั้งจินตนาการที่ปราศจากกรอบและการชี้นำ ส่วนรูปแบบตรรก เป็นรูปแบบการคิดที่มีความเป็นสัญลักษณ์ที่มีความสัมพันธ์กับเป้าหมายและการใช้ข้อมูลอย่างเป็นระบบเพื่อใช้ในการตัดสินใจ

สมสุข โถวเจริญ (2541 : 17) กล่าวถึง บลูม ว่ามีการแยกแยะระบบการคิดของคนตามความสามารถด้านความรู้ การคิดที่มีความซับซ้อน เพิ่มขึ้นเป็นลำดับ 6 ขั้น ดังนี้

1. ความรู้ ความจำ เป็นความสามารถในการระลึกสิ่งที่มีความหมายเชิงรูปธรรมและสัญลักษณ์

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถทางปัญญาในการจับใจความสำคัญของเรื่อง แล้วแปลหรือย่อ ขยายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเรื่องราว กฎเกณฑ์ หรือ ทฤษฎีต่างๆ ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์หนึ่งได้

4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวต่างๆออกเป็นส่วนย่อยว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร

5. การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการรวบรวมเรื่องราวองค์ประกอบต่างๆหรือผสมผสานองค์ประกอบเหล่านั้นให้เป็นสิ่งใหม่

6. การประเมินค่า หมายถึง การวินิจฉัยตัดสินคุณค่าสิ่งของหรือเรื่องราวใดเรื่องราวหนึ่งโดยอาศัยข้อเท็จจริงหรือเกณฑ์มาตราฐาน

8.3 ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด

8.3.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget's Theory of Intellectual Development)

พัฒนาการ เป็นผลที่เนื่องมาจากการกระบวนการเปลี่ยนแปลงไปสู่วุฒิภาวะ อันเนื่องมาจากความเจริญทางด้านร่างกายและการเปลี่ยนแปลง ที่ได้รับจากประสบการณ์ เด็กแต่ละคนจะมีอัตราความเจริญงอกงามแตกต่างกัน พัฒนาการเรียนรู้ก็แตกต่างกันเมื่อกล่าวถึงพัฒนาการสิ่งที่ต้องคำนึงถึงก็คือ ความพร้อม ซึ่งสำคัญมากต่อการเรียนรู้ พัฒนาการที่สำคัญคือ พัฒนาการทางสติปัญญา อารมณ์ สังคม และทางร่างกาย

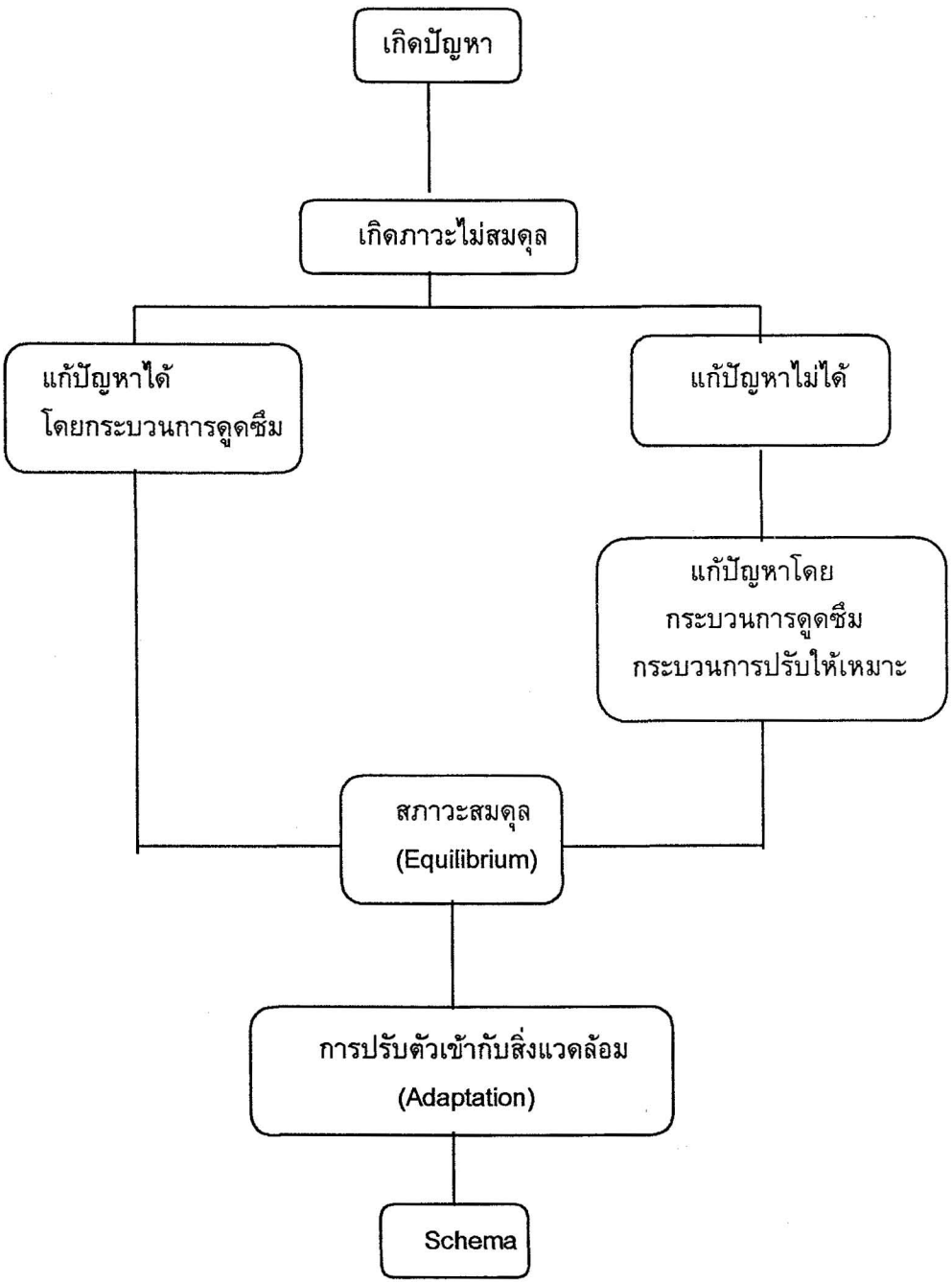
พัฒนาทางสติปัญญาของคนมีลักษณะเดียวกันในช่วงอายุเท่ากัน และแตกต่างกันในช่วงอายุต่างกัน พัฒนาการทางสติปัญญาเป็นผลจากการปะทะสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อม โดยบุคคลพยายามปรับตัวให้อยู่ในสภาวะสมดุลด้วยการใช้กระบวนการดูดซึมและกระบวนการปรับให้

เหมาะจนทำให้เกิดการเรียนรู้ เริ่มจากการสัมผัส ต่อมาเกิดความคิดทางรูปธรรมและพัฒนาเรื่อย ๆจนถึงนามธรรม ซึ่งเป็นการพัฒนาอย่างต่อเนื่องตามลำดับขั้น

การเกิดพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์เป็นผลเนื่องจากการปะทะสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อม บุคคลพยายามปรับตัวโดยใช้กระบวนการ 2 อย่าง คือ กระบวนการดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับให้เหมาะ (Accommodation)

กระบวนการดูดซึม เป็นกระบวนการที่เกิดจากเด็กพบหรือมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมแล้วรับหรือดูดซึมภาพและเหตุการณ์ต่าง ๆเข้าไว้ในความคิดของตน

กระบวนการปรับให้เหมาะ เป็นกระบวนการปรับความรู้เดิมเข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่ หรือสามารถปรับความคิดเดิมให้สอดคล้องกับสิ่งใหม่ ซึ่งในขณะนี้เด็กอยู่ในสภาวะสมดุล (Equilibrium) ซึ่งทำให้คนปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ (Adaptation) เป็นการช่วยสร้างรูปแบบเรียกว่า "Schema" เป็นรูปแบบที่ได้จากการจัดให้เป็นระบบ ซึ่งบุคคลใช้ตีความหมายสิ่งที่เห็นได้ยิน ดม สัมผัส



ภาพประกอบ 5 แผนภูมิแสดงการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมตามทฤษฎี

พัฒนาการทางสติปัญญา เพียเจต์ได้แบ่งกระบวนการทางสติปัญญา ออกเป็น 4 ขั้น ดังนี้

1. ระยะใช้ประสาทสัมผัส เป็นการพัฒนาของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุ 2 ปี ในวัยนี้เด็กจะเริ่มพัฒนาการรับรู้โดยใช้ประสาทสัมผัสต่างๆ เช่น ตา หู มือ และเท้า ตลอดจนเริ่มมีพัฒนาการใช้อวัยวะต่างๆได้ เช่น การฝึกหยิบจับสิ่งของต่างๆ ฝึกการได้ยินและการมอง

2. ระยะควบคุมอวัยวะต่างๆ ตั้งแต่อายุ 2 ปี จนถึง 7 ปี เด็กวัยนี้จะเริ่มพัฒนาการอย่างเป็นระบบมากขึ้น มีการพัฒนาของสมองที่ใช้ควบคุมการพัฒนาลักษณะนิสัยและการทำงานของอวัยวะต่างๆ เช่น นิสัยการขับถ่าย นอกจากนี้ยังมีการฝึกใช้อวัยวะต่างๆให้มีความสัมพันธ์กันภายใต้การควบคุมของสมอง เช่น การเล่นกีฬา

3. ระยะที่คิดเป็นรูปธรรม ตั้งแต่ช่วงอายุ 7 ปี ถึง 11 ปี เด็กช่วงนี้จะมีพัฒนาการสมองมากขึ้น สามารถเรียนรู้และจำแนกสิ่งต่างๆที่เป็นรูปธรรมได้แต่จะยังไม่สามารถจินตนาการกับเรื่องราวที่เป็นนามธรรมได้

4. ระยะที่คิดอย่างเป็นนามธรรม จะเป็นการพัฒนาช่วงสุดท้ายของเด็กที่มีอายุอยู่ในช่วง 12 - 15 ปี เด็กช่วงนี้สามารถคิดอย่างเป็นเหตุผลและคิดในสิ่งที่ซับซ้อนอย่างเป็นนามธรรมมากขึ้น เมื่อเด็กพัฒนาได้อย่างเต็มที่แล้วจะสามารถคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลและแก้ปัญหาได้อย่างดีจนพร้อมที่จะเป็นผู้ใหญ่ที่มีวุฒิภาวะได้

การพัฒนาของเด็กในแต่ละระยะจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจากระดับต่ำกว่าไปสู่อีกระดับที่สูงขึ้นโดยไม่มีการกระโดดข้ามขั้น แต่บางช่วงของการพัฒนาอาจมีขึ้นเร็วหรือช้าได้ การพัฒนาเหล่านี้จะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ แต่สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรมและประเพณีต่างๆรวมทั้งวิธีการดำเนินชีวิตอาจมีส่วนช่วยให้เด็กพัฒนาได้แตกต่างกัน แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาของเด็กดังกล่าวนี้ได้เป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายและนำไปใช้เป็นหลักการในการพัฒนาวิธีสอนหรือทฤษฎีการเรียนรู้ต่างๆในช่วงระยะ 20 ปีที่ผ่านมา

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์กับการเรียนการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิด

ในการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน ผู้มีหน้าที่ควรคำนึงในเรื่องต่อไปนี้

1. เมื่อทำงานกับนักเรียน ผู้สอนควรคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียน ดังต่อไปนี้

1.1 นักเรียนทุกคนจะผ่านขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาทั้งสี่ขั้นตามลำดับ นักเรียนที่มีอายุเท่ากันอาจมีขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาที่แตกต่างกัน ขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาที่แตกต่างกันเป็นเครื่องชี้แบบการให้เหตุผลที่ต่างกัน นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาในขั้นใดขั้นหนึ่งจากงานพัฒนาการงานหนึ่งไม่ได้เป็นเครื่องชี้ว่านักเรียนมีขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาอยู่ในระดับนั้น เพื่อจะชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีระดับพัฒนาการทางสติปัญญาอยู่ในขั้นใดจะต้องทดสอบด้วยงานพัฒนาการทางสติปัญญาหลายๆงาน พัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนแต่ละคนเป็นเครื่องแสดงความสามารถของบุคคลนั้น

1.2 นักเรียนแต่ละคนจะได้รับประสบการณ์ 2 แบบ คือ ประสบการณ์ทางกายภาพและประสบการณ์ทางตรรกศาสตร์ ประสบการณ์ทางกายภาพเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนแต่ละคนได้ปฏิสัมพันธ์กับวัตถุต่างๆในสภาพแวดล้อมโดยตรง ส่วนประสบการณ์ทางตรรกศาสตร์ เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนได้พัฒนาโครงสร้างทางสติปัญญา ใช้ความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรม นักเรียนแต่ละคนจะพัฒนาแบบการให้เหตุผลเมื่อมีประสบการณ์ที่กระตุ้นให้เกิดการคิด นักเรียนเป็นผู้ที่มีความกระตือรือร้นในการร่วมกิจกรรมเพื่อพัฒนาสติปัญญาของตน พัฒนาการทางสติปัญญาเกิดขึ้นจากความสมดุล อันเนื่องมาจากการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม

2. หลักสูตรที่สร้างขึ้นบนพื้นฐานทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

2.1 เน้นพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนโดยที่การสอนต้องไม่เน้นแต่เพียงข้อเท็จจริงเท่านั้น การสอนต้องเน้นให้นักเรียนใช้ศักยภาพของตนเองให้มากที่สุด ซึ่งถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของหลักสูตร

2.2 เสนอการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนพบกับความแปลกใหม่ เช่น เสนอปัญหาที่เกินขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนเพียงเล็กน้อย เพื่อให้ผู้เรียนหาหนทางที่จะแก้ปัญหานั้น เพียเจต์ เชื่อว่า ปัญหาที่ยากเพียงเล็กน้อยกับผู้เรียนจะทำให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทางสติปัญญาสูงขึ้น

2.3 เน้นการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยกิจกรรมการค้นพบ เพราะนักเรียนจะเกิดการเรียนรู้โดยผ่านการกระทำทางสมองต่อสิ่งที่กำลังค้นพบ การเรียนการสอนที่เน้นการค้นพบ การสืบเสาะและความคิดสร้างสรรค์จะช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการดีขึ้น นอกจากนี้วัฏจักรการสอน/ การเรียนที่เน้นนักเรียนให้รู้จักตั้งสมมติฐาน สรุป อ้างอิง ออกแบบการทดลอง เป็นกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนใช้กระบวนการคิดมากขึ้นอีกด้วย

2.4 เน้นกิจกรรมการสำรวจและการเพิ่มขยายความคิดในระหว่างการเรียน การสอนแทนที่จะให้นักเรียนนั่งฟังเฉยๆ ผู้สอนควรออกแบบการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนอ่านค้นคว้าเพิ่มเติมหรือไม่ก็ค้นคว้าทดลองสิ่งใหม่ๆ เช่น ทำโครงงานที่มีคุณภาพ ให้ความคิดสร้างสรรค์และสามารถทำได้ โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในระหว่างกลุ่มย่อย เพื่อให้กลุ่มตัดสินว่าจะทำอะไรและอย่างไร แล้วนำมาอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อการสรุปผล

2.5 ใช้กิจกรรมการขัดแย้ง เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาสติปัญญาของตนเอง นักเรียนจะร่วมมือกันแก้ความขัดแย้งที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มโดยการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นนอกเหนือจากความคิดเห็นของตนเอง

3. การสอนที่ส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนควรดำเนินการดังต่อไปนี้

3.1 ถามคำถามมากกว่าการให้คำตอบ โดยเฉพาะคำถามที่เป็นปลายเปิด เพราะคำถามประเภทนี้จะกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์และความคิดวิเคราะห์ของนักเรียน

3.2 ครูผู้สอนควรจะพูดให้น้อยลง และฟังให้มากขึ้น เมื่อถามคำถามแล้วควรให้เวลารอคำตอบของนักเรียนสัก 5 วินาที เพราะนักเรียนต้องการเวลาที่จะดูดซับคำถามและปรับเปลี่ยนขยายโครงสร้างของสมองเพื่อตอบคำถามนั้นๆ

3.3 ควรให้เสรีภาพแก่นักเรียนที่จะเลือกเรียนกิจกรรมต่างๆ เพราะนักเรียนจะได้มีโอกาสใช้สติปัญญาในการตัดสินว่าจะเรียนอะไรดี

3.4 เมื่อนักเรียนให้เหตุผลผิด อย่าพยายามแก้ไขข้อผิดพลาดในการให้เหตุผลของนักเรียน ควรถามคำถามหรือจัดประสบการณ์ใหม่เพื่อให้นักเรียนได้แก่ไขข้อผิดพลาดด้วยตนเอง

3.5 ชี้ระดับพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนจากงานพัฒนาการทางสติปัญญาขั้นนามธรรมหรือจากงานการอนุรักษ์ เพื่อดูว่านักเรียนคิดอย่างไร เช่น ให้นักเรียนบรรยายขั้นต่างๆ ในการแก้ปัญหา

3.6 ยอมรับความจริงที่ว่า นักเรียนแต่ละคนมีอัตราพัฒนาการทางสติปัญญาที่แตกต่างกัน เด็กที่มีพัฒนาการทางสติปัญญาล้าหลังเพื่อนในช่วงเวลาหนึ่ง อาจมีพัฒนาการทางสติปัญญาอยู่ในระดับเดียวกันกับเพื่อนคนนั้นในเวลาต่อมาก็ได้ และภายในชั้นเรียนหนึ่งอาจมีนักเรียนที่มีขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาแตกต่างกันมาก แต่ส่วนมากมักจะอยู่ในขั้นต่อเนื่อง

3.7 ผู้สอนต้องเข้าใจว่านักเรียนมีความสามารถเพิ่มขึ้นในระดับความคิดขั้นต่อไป

3.8 ตระหนักว่าการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเพราะจดจำมากกว่าที่จะเข้าใจ เป็นการเรียนรู้ที่ไม่แท้จริง

4. ในขั้นประเมินผล ควรดำเนินการดังต่อไปนี้

4.1 มีการทดสอบแบบการให้เหตุผลของนักเรียน ประเมินกระบวนการคิดด้วย เช่นเดียวกับทดสอบเนื้อหาวิชา

4.2 พยายามให้นักเรียนแสดงเหตุผลในการตอบคำถามนั้นๆ

4.3 ต้องช่วยเหลือนักเรียนที่มีพัฒนาการทางสติปัญญาต่ำกว่าเพื่อนร่วมชั้น

8.3.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนว Constructivist

ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนว Constructivist อธิบายการเรียนรู้บุคคลแต่ละคนพยายามที่จะนำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์ และปรากฏการณ์ที่ตนพบเห็นมาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญา (cognitive structure) หรือที่เรียกว่า Schema โครงสร้างทางปัญญานี้ประกอบด้วย ความหมายหรือความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่มีประสบการณ์ อาจเป็นความเชื่อความเข้าใจ คำอธิบายความรู้ของบุคคลนั้น

องค์ประกอบแรกของ ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนว Constructivist คือ ผู้เรียนสร้างความหมายโดยใช้กระบวนการทางปัญญาของตน ความหมายเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งไม่สามารถถ่ายทอดจากครูไปสู่ผู้เรียนได้ แต่จะถูกสร้างขึ้นในสมองของผู้เรียนจากความสัมพันธ์ระหว่างประสาทสัมผัสของผู้เรียนกับโลกภายนอก โครงสร้างทางปัญญาหรือความรู้ที่ผู้เรียนมีนี้ มักจะไม่สอดคล้องกับความรู้ที่ระบุไว้ในตำรา ความรู้ความเข้าใจที่ผู้เรียนมีอยู่เดิมและคลาดเคลื่อนจากหลักการ และความคิดนี้จัดเป็นแนวคิด หรือมโนมติที่คลาดเคลื่อน ผู้เรียนจะใช้ความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมในการคาดคะเนหรือทำนายเหตุการณ์

องค์ประกอบที่ 2 ของทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนว Constructivist คือ โครงสร้างทางปัญญาเป็นผลของความพยายามทางความคิด จัดเป็นกระบวนการทางจิตวิทยา หากการใช้ความรู้เดิมของตนทำนายเหตุการณ์ได้ถูกต้อง จะทำให้โครงสร้างทางปัญญาของเขาคงเดิมและมั่นคงยิ่งขึ้น

แต่ถ้าการคาดคะเนไม่ถูกต้อง ผู้เรียนจะประหลาดใจ สงสัย และคับข้องใจ หรือที่เพียเจต์กล่าวว่า เกิดภาวะไม่สมดุล เมื่อเกิดความขัดแย้งระหว่างการคาดคะเนและการสังเกตขึ้น ผู้เรียนมีทางเลือก 3 ทาง คือ

1. ไม่ปรับความคิดในโครงสร้างทางปัญญาของตนแต่ปฏิเสธข้อมูลจากประสาทสัมผัส หาเหตุผลที่จะหักล้างข้อมูลจากประสาทสัมผัสออกไป จัดเป็นความเฉื่อยชาทางปัญญา มีหลักฐานการวิจัยพบว่า การยกเลิกหรือปรับเปลี่ยน Schema ของแต่ละบุคคลเกิดขึ้นได้ยาก ผู้เรียนจะไม่สนใจข้อมูลใหม่ที่ได้จากการสัมผัส แต่ยึดติดกับโครงสร้างทางปัญญาของตน

2. ปรับความคิดในโครงสร้างทางปัญญาไปในทางที่การคาดคะเนนั้นเป็นไปตามประสบการณ์หรือการสังเกตมากขึ้น ในลักษณะนี้จะเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายขึ้น

3. ไม่สนใจที่จะทำความเข้าใจ

องค์ประกอบที่ 3 ของ ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนว Constructivist คือ โครงสร้างทางปัญญาเปลี่ยนแปลงได้ยาก ถึงแม้จะมีหลักฐานจากการสังเกตที่ขัดแย้งกับโครงสร้างนั้น

การเชื่อมโยงระหว่างโลกภายนอกและโลกภายในของผู้เรียนเกิดขึ้นผ่านประสาทสัมผัสและกลไกทางประสาท สรีรวิทยา ชีวเคมี การไหลของข้อมูลจากการสัมผัสไปสู่โครงสร้างทางปัญญาที่เรียกว่า กระบวนการดูดซึม (Assimilation) หากความคาดหวังของผู้เรียนไม่สอดคล้องกับประสบการณ์จากการสังเกต จะเกิดภาวะไม่สมดุล ภาวะไม่สมดุลจะทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของเขา เรียกว่า กระบวนการปรับให้เหมาะ (Accommodation) แล้วทำให้การคาดคะเนสอดคล้องกับประสบการณ์ตรงมากขึ้น กระบวนการปรับ Schema จัดเป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

โดยสรุป ผู้เรียนสร้างเสริมความรู้ผ่านกระบวนการทางจิตวิทยาด้วยตนเอง ผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยจัดสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น คือ สภาวะที่โครงสร้างทางปัญญาเดิมใช้ไม่ได้ ต้องมีการปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับประสบการณ์มากขึ้น

เด็กจะสร้างแนวคิดอยู่ตลอดเวลา โดยไม่จำเป็นต้องมีการสอนภายในห้องเรียนเท่านั้น แต่จะได้จากสิ่งแวดล้อมเป็นสำคัญ นอกจากนี้การเรียนรู้ตามแนวคิดของ Constructivism จะเกิดขึ้นได้ตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

1. การเรียนรู้เป็น Active process ที่เกิดขึ้นเฉพาะตัวบุคคล การสอนโดยวิธีบอกเล่า ซึ่งจัดเป็น Passive process จะไม่ช่วยให้เกิดการพัฒนาแนวความคิดหลักมากนัก แต่การบอกเล่าก็จัดเป็นวิธีให้ข้อมูลทางหนึ่งได้

2. ความรู้ต่างๆ จะถูกสร้างขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง โดยใช้ข้อมูลที่ได้รับมาใหม่ร่วมกับข้อมูลหรือความรู้ที่มีอยู่แล้วจากแหล่งต่างๆ เช่น สังคม สิ่งแวดล้อม รวมทั้งประสบการณ์เดิมมาเป็นเกณฑ์ช่วยในการตัดสินใจ

3. ความรู้และความเชื่อของแต่ละคนจะแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ขนบธรรมเนียมประเพณี และสิ่งที่นักเรียนได้พบเห็น ซึ่งจะถูกใช้เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจและใช้เป็นข้อมูลในการสร้างแนวคิดใหม่

4. ความเข้าใจจะแตกต่างจากความเชื่อโดยสิ้นเชิง และความเชื่อจะมีผลโดยตรงต่อการสร้างแนวคิดหรือการเรียนรู้

ตามแนวทางของ Constructivism ได้เน้นว่า การเรียนรู้ของนักเรียนเกิดขึ้นด้วยตัวของนักเรียนเอง วิธีการเรียนการสอนที่เหมาะสมก็คือ การเรียนรู้ด้วยการสืบสวน (Inquiry) ประกอบการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co - operative Learning)

8.4 กระบวนการเรียนการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิด

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2535 : 54) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิด สรุปได้ว่า นักวิทยาศาสตร์และนักการศึกษาในปัจจุบันต่างก็ตระหนักในเรื่องความสำคัญของการจัดการเรียนการสอน โดยมุ่งตัวนักเรียนเป็นศูนย์กลาง กิจกรรมต่าง ๆในชั้นเรียนถือว่าส่วนหนึ่งมาจากความต้องการและตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียน ในการเรียนการสอนครูจะต้องเปิดโอกาสได้แสดงความคิดเห็นของตน ฝึกให้หัดคิดหัดทำสิ่งต่าง ๆด้วยตนเอง แต่ปัญหาเกี่ยวกับพัฒนาการของเด็ก พ่อ แม่ ครู อาจารย์ต่างกำลังประสบอยู่คือ การทำความเข้าใจว่าเด็กคิดอย่างไรอันเป็นความพยายามอย่างหนึ่งที่จะเข้าใจธรรมชาติของผู้เรียน พื่อหาทางส่งเสริมแนะนำได้อย่างถูกต้อง ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะเอื้ออำนวยต่อการค้นคว้าหาความรู้จากวัตถุและปรากฏการณ์ธรรมชาติ เพื่อความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่เร้นลับและเพื่อการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบมาสร้างสรรค์งานเทคโนโลยี ฉะนั้นการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดที่นำมาออกแบบการสอนที่นิยมกันมาก ได้แก่ การคิดแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดตัดสินใจ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเน้นผลผลิตของความคิดที่จะต้องมีคุณค่าต่อสังคมและส่งผลผลักดันให้โลกเจริญไปข้างหน้ายิ่งขึ้นไป

สรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดสามารถพัฒนาขึ้นได้ด้วยการฝึก แต่จากการศึกษาที่ผ่านมายังขาดการฝึกตามแนวกว้าง ความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ครูและวิธีสอนมีอิทธิพลต่อการพัฒนาความคิด การคิดเป็นทั้งกระบวนการและผลผลิต ความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดวิจารณญาณเป็นส่วนหนึ่งที่ใช้วัดกระบวนการคิด และการฝึกทักษะการคิดควรเริ่มจากฝึกทักษะง่ายไปหายาก และให้นักเรียนได้ใช้ความคิดในการแก้ปัญหาที่พบเห็นจากสิ่งแวดล้อมรอบ ๆตัว

8.5 การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดระดับสูง (Higher - Order Thinking)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้อธิบายถึงการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์จะมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองโดยผ่านกระบวนการคิด อาจจำแนกเป็นประเภทของการคิดระดับต่ำ (Lower - Order Thinking) ที่ประกอบด้วย ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ และการคิดระดับสูง (Higher - Order Thinking) ที่ประกอบด้วยการนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินค่า การที่จะพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการคิดได้อย่างคล่องแคล่วและมีคุณภาพ ควรจะส่งเสริมและพัฒนาจากกระบวนการคิดที่สำคัญ 4 ประการ ได้แก่ การแก้ปัญหา (Problem solving) การคิดตัดสินใจ (Decision making) การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creative thinking) การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical thinking) (สมจิต สวธนไพบูลย์. 2541 : 90-97)

8.5.1 การแก้ปัญหา (Problem solving)

ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ หรือสิ่งที่พบแต่ยังไม่ทราบคำตอบ หรือยังไม่ทราบว่าจะดำเนินการอย่างใดได้ทันทีหรือเมื่อมีความสนใจต่อสิ่งนั้นๆแต่ยังมองไม่เห็นแนวทางของการดำเนินการ

กระบวนการของการแก้ปัญหา ส่วนใหญ่จะมีขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาปัญหาโดยการวิเคราะห์ปัญหาด้วยข้อมูลที่รวบรวมไว้
2. วางแผนแก้ปัญหา
3. ดำเนินการค้นหา ปฏิบัติการ ตามที่ออกแบบไว้
4. ตรวจสอบผลลัพท์ที่ได้ว่าถูกต้องและเป็นไปได้เพียงใด

สภาพการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา อาจจะส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน ซึ่งอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสติปัญญา ความรู้ พื้นฐาน สภาพสังคม ประสบการณ์ คุณลักษณะด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนแต่ละคนด้วย ฉะนั้นครูจึงควรอย่างยิ่งที่จะต้องจัดสภาพการที่ส่งเสริมการเรียนรู้ กล่าวคือ

1. จัดสถานการณ์ที่เป็นสถานการณ์ใหม่ๆและมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายๆวิธีมาให้นักเรียนฝึกฝนแก้ปัญหาให้มาก

2. ปัญหาที่หยิบยกมาให้นักเรียนได้ฝึกนั้น ควรเป็นปัญหาใหม่ที่นักเรียนยังไม่เคยประสบมาก่อน เป็นปัญหาที่ไม่พ้นวิสัยหรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ปัญหานั้นต้องอยู่ในกรอบของทักษะทางเชาว์ปัญญาของนักเรียน

3. การฝึกแก้ปัญหา ครูวิทยาศาสตร์ควรจะได้แนะให้นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาให้ชัดเจนก่อนว่าเป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร และถ้าเป็นปัญหาใหม่ก็แตกออกไปเป็นปัญหาย่อยๆแล้วคิดแก้ปัญหาย่อยทีละปัญหา และเมื่อแก้ปัญหาย่อยได้หมดทุกข้อก็เท่ากับแก้ปัญหาใหญ่ได้นั่นเอง

4. จัดบรรยากาศการเรียน หรือจัดสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นสภาพภายนอกของนักเรียนให้เป็นไปในทางเปลี่ยนแปลงได้ไม่ตายตัว นักเรียนจะเกิดความรู้สึกว่า เขาสามารถคิดคันเปลี่ยนแปลงอะไรได้บ้างในบทบาทต่างๆ

5. ให้โอกาสนักเรียนได้คิดอยู่เสมอ

6. การฝึกฝนการแก้ปัญหาหรือการแก้ปัญหาใดๆก็ตาม ครูไม่ควรจะบอกวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงๆเพราะถ้าบอกให้แล้วนักเรียนอาจจะไม่ได้ใช้ยุทธศาสตร์ของการคิดของตนเองเท่าที่ควร

8.5.2 การคิดตัดสินใจ (Decision making)

โดยธรรมชาติของมนุษย์จะมีการตัดสินใจตลอดเวลา การตัดสินใจจะเกิดขึ้นเสมอในกระบวนการแก้ปัญหา แต่การตัดสินใจไม่ใช่กระบวนการที่จบลงด้วยการแก้ปัญหาเสมอไป อาจนำไปใช้ในกระบวนการอื่นๆได้ บุคคลที่มีทักษะและประสบการณ์ในการใช้ความคิดอย่างมีเหตุผลจะสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม กระบวนการตัดสินใจมีความซับซ้อน ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1. กำหนดเป้าหมายของเรื่องที่ต้องการเลือก
2. รวบรวมข้อมูลที่เหมาะสมให้มากที่สุด
3. วิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลให้ชัดเจน
4. กำหนดวิธีการหรือทางเลือกที่มีอยู่ทั้งหมด
5. วิเคราะห์ทางเลือกที่เป็นไปได้
6. เลือกทางเลือกที่ดีที่สุด

แนวทางคิดเพื่อตัดสินใจมีลักษณะดังนี้

1.คิดในหลายแนวทาง โดยเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลที่จะใช้ประกอบการตัดสินใจ

2.แสดงกระบวนการแก้ปัญหา ถ้าการเลือกตัดสินใจเกี่ยวกับการแก้ปัญหา

3.ใช้กระบวนการลงข้อสรุปเพื่อตัดสินใจเลือกวิธีหรือแนวคิดที่ดีหรือเหมาะสมที่สุด

8.5.3 การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical thinking)

การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ หมายถึง ความสามารถคิดพิจารณาอย่างรอบคอบโดยใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจในด้านต่างๆ ดังนี้

1. การสรุปความ เป็นการสรุปเรื่องราวตามข้อมูลต่างๆ ที่ปรากฏในข้อความที่จัดให้ว่า จริง น่าจะจริง ข้อมูลยังไม่เพียงพอ น่าจะไม่จริง

2. การตระหนักถึงข้อตกลงเบื้องต้น เป็นการพิจารณาข้อความย่อยว่าเป็นข้อตกลงในข้อความที่จัดให้หรือไม่

3. การตีความ เป็นการพิจารณาข้อความย่อยว่า เป็นความจริงตามข้อความที่จัดให้หรือไม่ โดยการบรรยายข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

4. การอนุมาน เป็นการพิจารณาข้อความที่เป็นเหตุเป็นผลของกันและกันของข้อความหลัก 2 ข้อความที่มีอยู่ก่อน แล้วจึงพิจารณาข้อความที่สรุปต่อไป

5. การประเมินข้อโต้แย้ง เป็นการประเมินคำตอบที่อยู่ใต้ข้อความใหญ่ว่าสอดคล้องด้วยเหตุผลหรือไม่

8.5.4 การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creative thinking)

การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีลักษณะดังนี้

1. ความคิดหลายทิศทาง โดยผู้คิดไม่จำเป็นต้องจำกัดว่าการคิดมีลักษณะเป็นอย่างไร

2. สังเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่แล้วเพื่อใช้ประกอบการคิด

3. แสดงถึงความคิดที่เป็นการริเริ่มแตกต่างจากที่ผู้อื่นได้คิดไว้แล้ว

สำหรับคำนิยามของความคิดสร้างสรรค์นั้น นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้อาทิ

ทอแรนซ์ (Torrance. 1965) ได้ให้นิยามไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาด้วยการคิดอย่างลึกซึ้งที่นอกเหนือไปจากลำดับขั้นของการคิดอย่างปกติธรรมดา เป็นลักษณะเฉพาะภายในตัว บุคคลที่สามารถจะคิดได้หลายแง่หลายมุมผสม

ผสานจนได้ผลใหม่ ซึ่งถูกต้องสมบูรณ์กว่า ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยกระบวนการของการคิด 4 ขั้นคือ

1. กระบวนการของความรู้สึกว่ามีปัญหา มีความยุ่งยากเกิดขึ้น
2. กระบวนการคาดคะเน หรือตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวกับปัญหานี้
3. กระบวนการทดสอบสมมติฐานนั้น
4. การสื่อผลลัพท์ที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน

กิลฟอร์ด (Guilford. 1968) ได้จัดพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์อยู่ในมิติหนึ่งของโครงสร้างสติปัญญา (Structure of Intellect) โครงสร้างของสติปัญญาคือความสามารถทางสมอง ประกอบด้วยมิติ 3 ด้าน ได้แก่

1. ด้านเนื้อหา
2. ด้านวิธีการคิด
3. ด้านผลผลิต

ความคิดสร้างสรรค์เป็นส่วนหนึ่งที่มีอยู่ในมิติการคิด กล่าวคือ

1. รู้และเข้าใจ หมายถึง ความสามารถทางสมองที่จะสามารถเข้าใจสิ่งต่างๆได้อย่างรวดเร็ว

2. การจำ หมายถึง ความสามารถของสมองในการสะสมข้อมูลต่างๆที่ได้เรียนรู้และสามารถระลึกได้เมื่อต้องการ

3. การคิดแบบอเนกนัย หมายถึง ความสามารถทางสมองในการตอบสนองได้หลายทางจากสิ่งเร้าโดยไม่จำกัดจำนวนคำตอบหรือคิดได้หลายๆทาง

4. การคิดแบบเอกนัย หมายถึง ความสามารถทางสมองที่จะสรุปข้อมูลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

5. การคิดแบบประเมินค่า หมายถึง ความสามารถของสมองที่จะประเมินคุณค่าของข้อมูล หรือเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่าดี ไม่ดี สามารถปฏิบัติได้หรือไม่ได้

สำหรับการคิดแบบอเนกนัย นั้น กิลฟอร์ด กล่าวว่า เป็นความสามารถที่จะคิดคำตอบได้หลายแนวทางจากข้อมูลที่กำหนดให้ และพบว่า องค์ประกอบของความสามารถในการคิดแบบอเนกนัย มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการคิดแบบอเนกนัย ประกอบด้วย

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดคำตอบได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความพร้อมที่จะเปลี่ยนแนวทางหรือดัดแปลงข้อมูลให้ได้หลายๆแนวทาง

3. ความคิดริเริ่ม (Originallity) หมายถึง ความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ไม่เหมือนใครหรือคิดสิ่งที่ดูเหมือนไม่สัมพันธ์กันให้เข้ากันได้

4. ความละเอียดละออรอบคอบ (Claboration) หมายถึง ความสามารถที่จะต่อเติมความคิดให้สมบูรณ์ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิด

หลักความคิดสร้างสรรค์ของ กิลฟอร์ด มุ่งไปที่ความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้รวดเร็ว กว้างขวาง และมีความคิดริเริ่ม ถ้ามีสิ่งมากระตุ้นให้เกิดความคิดนั้นๆสิ่งเร้าที่จะมากระตุ้นให้เกิดความคิดนั้นมีอยู่ด้วยกัน 4 ชนิด คือ

1. รูปภาพ
2. สัญลักษณ์
3 .ภาษา
4. พฤติกรรม

จากแนวคิดดังกล่าว จะพบว่า นักการศึกษาและนักจิตวิทยาเชื่อว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถที่มีอยู่ในทุกคน และเราสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในตัวบุคคลได้ อันจะก่อให้เกิดประโยชน์อย่างยิ่งในการที่จะนำไปพิจารณาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการคิดดังกล่าวนี้ทำให้ทราบว่า กระบวนการในการคิดจะเกิดขึ้นไม่ได้หากนักเรียนไม่ได้รับการฝึกฝนเพียงพอ และการคิดเป็นไม่สามารถเกิดขึ้นได้จากการที่ครูบอกนักเรียนว่า ควรทำอะไร อย่างไร และเมื่อไร ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดนั้นครูจะต้องให้นักเรียนได้เป็นผู้ค้นคันหาความรู้ด้วยตนเองจากสถานการณ์ที่ครูจัดให้ การคิดเป็นตัวกลางระหว่างการเรียนรู้และการตอบสนอง และใช้ผลผลิตของความจำในการสร้างข้อมูลใหม่ การคิดวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ถือว่าเป็นการคิดขั้นสูงที่เป็นผลผลิตของการใช้เหตุผล การคิดทั้งสองแบบนี้จึงจัดได้ว่าเป็นการคิดในระดับสูงของมนุษย์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงคิดศึกษากระบวนการคิดในระดับสูงด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เป็นผู้ลงมือกระทำและค้นพบความรู้ด้วยตัวของนักเรียนเองและเป็นการช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดระดับสูงอีกด้วย

9. งานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนากระบวนการคิด

9.1 งานวิจัยต่างประเทศ

แบททิส อีลีเนอร์ และ คริสตัล (Battiste, Eleanor and Chirstal. 1981) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสอนทักษะการคิดโดยตรงกับการพัฒนาการทางสติปัญญา กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาคือ นักเรียนเกรด 6 ที่เป็นนักเรียนที่อยู่ในระดับฉลาดโดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม นักเรียนทั้งหมดจะได้รับการทดสอบการคิดเชิงตรรกศาสตร์ ซึ่งจำแนกออกเป็น 4 ระดับ พัฒนาการทางสติปัญญา กลุ่มทดลองจะได้รับการสอนทักษะการให้เหตุผล โดยใช้โปรมแกรมการพัฒนาความสามารถการคิดเชิงอุปมานและอนุมานโดยใช้เวลา 12 สัปดาห์ ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มทดลองมีพัฒนาการทางสติปัญญาสูงกว่า กลุ่มควบคุม นักเรียนหญิงมีทักษะการคิดเชิงตรรกศาสตร์ต่ำกว่าเด็กชาย ส่วน I.Q.และการทดสอบทักษะการคิดเชิงตรรกศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน

โนวิค (Novik 1981 : 1807 - A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาความสามารถทางสติปัญญา กับความคิดสร้างสรรค์ที่เกี่ยวพันกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 7 ถึง 11 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถทางสติปัญญามีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสนับสนุนว่าการพัฒนาหลักสูตรต้องมีการพัฒนาทั้งด้านความรู้และความคิดสร้างสรรค์ในด้านความคิดริเริ่ม ความคิดแบบอเนกนัย และจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และความสามารถทางสติปัญญา

9.2 งานวิจัยในประเทศ

ปราโมทย์ จันทร์เรือง (2536 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเรียนการสอนกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อทักษะการคิดของนักเรียนระดับประถมศึกษา ผลการวิจัยได้รูปแบบการเรียนการสอนซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 6 องค์ประกอบ คือ หลักสูตร จุดประสงค์การสอน โครงสร้างเนื้อหา การวิเคราะห์งาน หน่วยการเรียนการสอน การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ เอกสารประกอบรูปแบบการสอนมี 3 เล่ม คือ คำแนะนำการใช้รูปแบบการเรียนการสอน หน่วยการเรียนการสอน คำแนะนำการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ เมื่อนำรูปแบบการเรียนการสอนไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเรียนการสอนกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อทักษะการคิดพบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากเหตุผลข้างต้น พอสรุปได้ว่า กระบวนการคิดสามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้ โดยการจัดการเรียนการสอนที่เอื้อให้นักเรียนสามารถใช้ความสามารถทางพัฒนาการด้านสติปัญญาของตนเองอย่างเต็มที่

10. เอกสารเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การแก้ปัญหา (Problem - Solving)

ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นทักษะอย่างหนึ่งที่จะต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอ แม้ว่าครูไม่อาจจะฝึกฝนให้นักเรียนมี ทักษะในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ อย่างเดียวกับที่เราฝึกให้เด็กเล่นดนตรี แต่การให้เด็กมีโอกาสในการฝึกฝนอยู่เสมอนั้นย่อมเป็นประโยชน์แก่เด็กอย่างแน่นอน

10.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

เพียเจต์ (Piaget. 1970 : 63) ได้อธิบายถึงความสามารถในการคิดแก้ปัญหาตามทฤษฎีทางด้านพัฒนาการในแง่ที่ว่า ความสามารถด้านนี้จะเริ่มพัฒนาการมาตั้งแต่ขั้นที่สาม คือ Stage of Concrete Operation เด็กที่มีอายุประมาณ 7 - 8 ปี จะเริ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบง่ายๆภายในขอบเขตที่จำกัด ต่อมาถึงระดับพัฒนาการขั้นที่สี่ คือ Stage of Formal Operations

เด็กที่มีอายุประมาณ 11 - 12 ปี และสามารถคิดแก้ปัญหาแบบซับซ้อนได้ เด็กสามารถเรียนรู้ในสิ่งที่เป็นนามธรรมชนิดที่ซับซ้อนได้

กู๊ด (Good. 1973 : 518) ได้กล่าวว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ก็คือ การแก้ปัญหาเป็นแบบแผนหรือวิธีการดำเนินการซึ่งอยู่ในสภาวะที่มีความยากลำบากยุ่งยากหรืออยู่ในสภาวะที่พยายามตรวจข้อมูลที่หามาได้ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐานและมีการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์และทดสอบสมมติฐานนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่

กมลรัตน์ หล้าสุวงศ์ (2528 : 259) ได้อธิบายการแก้ปัญหาว่า หมายถึง ประสบการณ์เดิมทั้งทางตรงและทางอ้อมนำมาแก้ปัญหาใหม่ที่ประสบ ซึ่งในการแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะสำเร็จหรือประสบความสำเร็จขึ้นอยู่กับระดับความสามารถของเชาว์ปัญญา การเรียนรู้ การรู้จักคิดแบบเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งวิธีการแก้ปัญหามักแตกต่างกันแล้วแต่ประสบการณ์ของผู้เรียน และประสบการณ์ของปัญหาที่เกิดขึ้น

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นพฤติกรรมแบบแผนหรือวิธีดำเนินการที่ยุ่งยากซับซ้อนและต้องอาศัยความรู้ ความคิด ประสบการณ์ ตลอดถึงขั้นตอนในการศึกษาปัญหาเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

10.2 ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่มีหลักการและขั้นตอนอย่างมีระบบระเบียบและต้องใช้ความคิดอย่างซับซ้อน เพื่อมองปัญหาได้หลายแง่มุม หลายวิธีการ แล้วเลือกวิธีการที่ดีที่สุด ที่ทุกคนยอมรับไปใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้ผลที่เกิดขึ้นมีประสิทธิภาพอย่างแท้จริง ซึ่งหลักการและขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นมีมากมายและมีลักษณะขั้นตอนแตกต่างกันออกไป ดังนี้

บรูเนอร์ (Bruner. 1966 : 123 - 127) ได้ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาและได้สรุปว่า การคิดแก้ปัญหาของบุคคลนั้นต้องการกลไกแห่งความสามารถในการอ้างอิง และจำแนกประเภทของสิ่งเร้า ประสบการณ์ การรับรู้ต่างๆ ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งของกระบวนการการจัดประเภทอันที่จะนำไปสู่การตอบสนองในขั้นสุดท้าย ขั้นตอนต่างๆในการคิดแก้ปัญหามีดังนี้

1. ขั้นรู้จักปัญหา เป็นขั้นที่บุคคลรับรู้สิ่งเร้าที่ตนกำลังเผชิญอยู่ว่าเป็นปัญหา

2. ขั้นแสวงหาเค้าเงื่อน เป็นขั้นที่บุคคลใช้ความพยายามอย่างมากในการระลึกถึงประสบการณ์เดิม

3. ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง ก่อนที่จะตอบสนองในลักษณะของการจัดประเภทหรือแยกโครงสร้างของเนื้อหา

4. การตัดสินตอบสนองที่สอดคล้องกับปัญหา

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 313) กล่าวว่าความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาเป็นผลที่เกิดจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมิติทั้งสามในโครงสร้างทางสติปัญญา สำหรับดิวอี้ เห็นว่ากระบวนการในการแก้ปัญหานั้นควรประกอบด้วยกระบวนการต่างๆ 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ

ขั้นที่ 2 ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล

ขั้นที่ 5 ขั้นในการนำไปประยุกต์ใช้

กู๊ด (Good. 1973 : 518) ได้กล่าวว่า วิธีสอนนักเรียนให้รู้จักคิดแก้ปัญหา ก็คือ วิธีสอนเพื่อให้นักเรียนรู้จักคิด มองหาทางแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล แล้วดำเนินการคิดแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลด้วย โดยทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเป็นการหาทางเลือกอย่างมีระบบ เพื่อตัดสินข้อสรุปของปัญหา บางครั้งการแก้ปัญหาในสิ่งที่ยากอาจจะต้องอาศัยแนวความคิด ประสบการณ์ของผู้อื่นมาช่วยพิจารณา การแก้ปัญหาส่วนใหญ่แล้วจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาบ่อยๆ จะทำให้เกิดมโนทัศน์ในเนื้อหาและผสมผสานเข้ากับสถานการณ์ใหม่ได้เป็นอย่างดี โดยลักษณะการสอนแบบนี้เป็นที่ยอมรับในวงการศึกษาของอเมริกา ว่าเป็นแผนการสอนแบบใหม่ เรียกว่า วิธีการแก้ปัญหา (method of problem solving) หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดปัญหา

2. การตั้งสมมติฐาน

3. การทดลองและการเก็บข้อมูล

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

5. การสรุปผล

เวียร์ (Weir. 1974 : 16) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นในการตั้งปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นในการเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นในการตรวจสอบผลลัพท์

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 232 - 234) ได้กล่าวว่าขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นอาจแจกแจงได้มากหรือน้อยกว่า 4 ขั้นก็ได้ แล้วแต่ความละเอียดในการแบ่งและทบวงมหาวิทยาลัยก็ได้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. การระบุปัญหา สิ่งที่สำคัญในขั้นนี้ก็คือ ความสนใจที่มีต่อสิ่งที่พบเห็น ซึ่งเกิดเนื่องจากความอยากรู้อยากเห็น และทักษะในการสังเกต

2. การตั้งสมมติฐาน เป็นการคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ ซึ่งในทางวิทยาศาสตร์ เรียกว่า สมมติฐาน

3. การทดลอง เป็นการกำหนดวิธีการแก้ปัญหา โดยอาศัยทักษะในการควบคุมตัวแปร การสังเกต และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4. การสรุปผลการทดลอง เป็นการแปรความ อธิบายความหมายของข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้กับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2527 : 8) ได้เสนอว่า การแก้ปัญหามีวิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบจะมีมากมายหลากหลายวิธี เช่น วิธีลองผิด-ลองถูก วิธีคิดกลับไปกลับมา แต่ที่นิยมนำมาใช้ฝึกฝนนักเรียนให้เป็นคนช่างเสาะแสวงหาความรู้เยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลำดับขั้นตอน 4 ขั้นตอนใหญ่ๆ ด้วยกัน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นตั้งสมมติฐาน

ขั้นที่ 3 ขั้นพิสูจน์หรือการทดลอง

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผลและนำไปใช้

จากแนวคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับหลักการและขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว จะพบว่า การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีระบบ แบบแผน มีเหตุผล มีขั้นตอนที่เหมาะสม ต้องใช้การคิดอย่างซับซ้อน รวมทั้งสติปัญญา สมรรถภาพทางสมอง ประสบการณ์และความถนัด เพื่อที่จะหาวิธีการแก้ปัญหาตามสาเหตุและสามารถวิเคราะห์ผลที่จะเกิดจากการใช้วิธีการแก้ปัญหานั้นได้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะใช้ขั้นตอนในการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่ สมจิต สวธนไพบูลย์ สรุปไว้เป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นระบุปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง
4. ขั้นสรุปผลและนำไปใช้

10.3 การเรียนการสอนกับความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหาของบุคคลจะแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าบุคคลนั้นมีระดับสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ การจูงใจหรือไม่เพียงใด การแก้ปัญหาไม่มีขั้นตอนแน่นอนตายตัว การเรียนการสอนจะเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เด็กมีโอกาสฝึกอยู่เสมอย่อมเป็นประโยชน์แก่เด็ก

โกลดีนส์ (Goldstein. 1949 ; 233 - 239) ได้กล่าวว่า ครูควรสอนการแก้ปัญหาโดยตรงแก่นักเรียน ซึ่งควรจะมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้รู้จักคิด รู้จักพิสูจน์เพื่อหาข้อสรุปและให้นักเรียนมองเห็นคุณค่าของการแก้ปัญหา

แกรเออร์ (Gaier. 1953 : 138 - 141) กล่าวว่าในการแก้ปัญหานั้นจำเป็นต้องอาศัยข้อเท็จจริง แต่ข้อเท็จจริงเพียงอย่างเดียวไม่เป็นการเพียงพอในการแก้ปัญหา จำเป็นต้องรู้จักสังเกต พิจารณาคัดเลือกหาแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา การสอนที่บอกแนวทางและข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหานั้นไม่สามารถช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ ครูควรฝึกให้นักเรียนรู้จักสังเกตและหาแน

มังกร ทองสุขดี (2522 : 5 - 10) กล่าวถึงวิธีการต่างๆที่ครูจะช่วยให้เด็กมีความสามารถในการแก้ปัญหา ไว้มีดังนี้

1. ฝึกให้เด็กทำงานอยู่เสมอ วิธีการแบบนี้เป็นวิธีการที่ใช้กันมานาน เป็นวิธีการที่มีประโยชน์อยู่เสมอ การทำงานช่วยให้เรามีประสบการณ์เพิ่มขึ้นและจะช่วยให้เรามีหนทางในการแก้ปัญหามากขึ้น ในการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ครูและนักเรียนต้องเผชิญปัญหาอยู่ตลอดเวลา

2. ฝึกให้เด็กมีการทดลองอยู่เสมอ บางครั้งครูอาจกำหนดปัญหาให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบ โดยแนะให้นักเรียนกระทำกิจกรรมบางอย่างหรือการแสดงการสาธิต เพื่อให้นักเรียนหาคำตอบก็ได้ นักเรียนที่มีโอกาสฝึกการแก้ปัญหาอยู่เสมอนั้นอาจจะหาแนวทางต่างๆช่วยได้เป็นอย่างดี การสอนเนื้อหาวิชาบางครั้งครูไม่อาจทำการทดลองได้ เช่นการวัดระยะทางจากโลกกับดวงดาวในท้องฟ้าก็ให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยการทดสอบค้นคว้าจากแหล่งวิชาการต่าง

3. ฝึกให้เป็นผู้มีเหตุผลแก่ตนเอง การฝึกแบบนี้เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง บางครั้งอาจเป็นการเชื่อแบบมีลางสังหรณ์ ซึ่งเป็นสัญชาติญาณของคน มีผลงานของนักวิทยาศาสตร์หลายอย่างที่เกิดจากลางสังหรณ์ เช่น Sehwab ได้พบจุดดับในดวงอาทิตย์

4. ให้รู้จักการวิจารณ์ จอห์น ดิวอี้ นักการศึกษาผู้มีชื่อเสียงได้กำหนดวิธีการแก้ปัญหาโดยการวิเคราะห์ วิจารณ์ปัญหานั้นออกเป็นขั้นๆ ดังนี้

4.1 การกำหนดปัญหา

4.2 รวบรวมข้อเท็จจริง

4.3 ตั้งสมมติฐาน

4.4 ทดสอบสมมติฐาน

4.5 ประเมินผล

การแก้ปัญหาโดยวิธีการนี้ได้รับความนิยมมาก เพราะช่วยให้เราแก้ปัญหาต่างๆได้อย่างกว้างขวาง สามารถนำไปใช้กับทุกสาขาวิชา บางทีเรียกวิธีการนี้ว่า การแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific Method) หรือวิธีการใช้ปัญญา (The Method of Intelligence)

วิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ ครูควรจะฝึกให้นักเรียนใช้อยู่เสมอ เพราะสามารถจะนำไปใช้ในอนาคตได้อีกด้วย นอกจากนั้นครูควรจะได้แนะนำหรือหาทางช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดหรือกระทำในเรื่องเหล่านี้โดย

1. ฝึกให้รู้จักวิเคราะห์ - สังเคราะห์

2. ฝึกให้รู้จักออกความเห็น

การฝึกหรือกระตุ้นยั่วยุ ให้นักเรียนรู้จักแสดงความคิดเห็นอยู่เสมอนั้น จะเป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดของตนเอง เพราะการคิดจะช่วยให้การเรียนของนักเรียนดีขึ้น ดีกว่าการจะฝึกให้นักเรียนใช้แต่ความจำเพียงอย่างเดียว ครูจะต้องคอยช่วยเหลือนักเรียนเสมอเพราะนักเรียนอาจแสดงความคิดเห็นที่ไม่ถูกต้องมากนักก็ได้

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2541 : 91)กล่าวว่า การที่จะแก้ปัญหาต่างๆได้ ผู้สอนจะต้องจัดสภาพการณ์ต่างๆเพื่อยั่วยุให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการเหล่านี้แก้ปัญหา เช่น

1. จัดสถานการณ์ที่เป็นสถานการณ์ใหม่ และมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธีมาให้ผู้เรียนฝึกฝนในการแก้ปัญหาให้มากๆ

2. ปัญหาที่สอนได้หยิบยกมาให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนนั้น นอกจากจะเป็นปัญหาใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่เคยประสบมาก่อน ก็ควรเป็นปัญหาที่ไม่พ้นวิสัยของผู้เรียนหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งปัญหานั้นต้องอยู่ในกรอบของเชาว์ปัญญาของผู้เรียน

3. การฝึกแก้ปัญหานั้นผู้สอนควรจะได้แนะให้ผู้เรียนได้ตีปัญหาให้แตกก่อนว่าเป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร และถ้าเป็นปัญหาใหญ่ก็แตกออกไปเป็นปัญหาย่อยๆ แล้วคิดแก้ปัญหาย่อยแต่ละปัญหา และเมื่อแก้ปัญหาย่อยได้หมดทุกข้อก็เท่ากับแก้ปัญหาใหญ่ได้นั่นเอง

4. จัดบรรยากาศของการเรียนการสอนหรือจัดสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นสภาพภายนอกของผู้เรียนให้เป็นไปในทางที่เปลี่ยนแปลงได้ ไม่ตายตัว ผู้เรียนก็จะเกิดความรู้สึกว่า เขาสามารถคิดค้นเปลี่ยนแปลงอะไรได้บ้างในบทบาทต่างๆกับตัวอย่าง เช่น การจัดห้องเรียนให้มีสภาพที่เปลี่ยนแปลงได้บ้าง

5. ให้โอกาสผู้เรียนได้คิดอยู่เสมอ

6. การฝึกฝนแก้ปัญหาหรือการแก้ปัญหาใดๆก็ตาม ผู้สอนไม่ควรจะบอกวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงๆ เพราะถ้าบอกให้แล้วผู้เรียนจะไม่ได้ใช้ยุทธศาสตร์ในการคิด

จากแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนในการแก้ปัญหาสรุปได้ว่า การที่จะให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหานั้น ครูผู้สอนควรใช้กิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาอยู่เสมอ โดยฝึกจากการแก้ปัญหาอย่างง่ายๆไปสู่การแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ครูควรให้นักเรียนได้รู้จักคิดแก้ปัญหาด้วยตนเองมากกว่าการบอกถึงวิธีการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน นอกจากนี้ยังต้องจัดสภาพแวดล้อมต่างๆให้เอื้อต่อการแก้ปัญหาด้วย

10.4 จิตวิทยาในการแก้ปัญหา

ธอร์นไดค์ (Throndike. 1965 : 192) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้ข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหาและการนำเอาข้อเท็จจริงไปใช้ในการแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่ต่างกัน การเรียนรู้จากการแก้ปัญหาได้สำเร็จในสถานการณ์หนึ่งไม่ได้หมายความว่าจะต้องแก้ปัญหาสถานการณ์อื่นได้เสมอไป การแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูกใช้กับปัญหาที่ยุ่งยากซับซ้อน ใช้เมื่อเผชิญปัญหาที่มองไม่เห็นแนวทางหรือไม่อาจคิดหาวิธีแก้ปัญหาได้ต้องใช้วิธีเดาสุ่มหลายอย่าง เพื่อหาวิธีการที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา ซึ่งธอร์นไดค์ได้ศึกษาพฤติกรรมการลองผิดลองถูกโดยใช้แมวกับกล่องปริศนา ให้แมวอยู่ในกล่อง ข้างนอกมีอาหารวางล่อห่างจากแมว ซึ่งแมวไม่สามารถเอาเท้าออกมาเขี่ยถึงได้ ในกล่องมีคานซึ่งถ้าแมวเหยียบคานประตูจะเปิดออกแมวก็สามารถออกมากินอาหารข้างนอกได้ ปรากฏว่าแมวลองผิดมากว่า 24 ครั้ง จึงสามารถเรียนรู้ถึงวิธีการออกจากกล่องปริศนาได้

แชฟเทล (Shaftel. 1982 : 31) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการค้นพบตัวปัญหา คือ สถานการณ์อย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นกับบุคคลโดยที่สถานการณ์นั้นเป็นอุปสรรค ดังนั้นผู้ที่แก้ปัญหาได้จะต้องมีความคิดและพฤติกรรมใหม่ๆ ในการเรียนการสอนเพื่อฝึกให้ความสามารถในการแก้ปัญหาได้จะต้องใช้สถานการณ์สอนให้นักเรียนคิด ตั้งสมมติฐานเก็บข้อมูลด้วยตนเองและลงข้อสรุปตั้งหลักการเองทุกอย่าง การกระทำดังกล่าวนี้จะเป็นการสร้างเจตคติที่ดีต่อการแสวงหาความรู้และได้ใช้ความคิดหลายๆทางซึ่งจะทำให้เป็นคนฉลาดและมีเหตุผล

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นั้น จะเห็นได้ว่า การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นการใช้กระบวนการคิดตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ควรเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า เพื่อจะได้ค้นพบความรู้ใหม่ด้วยตนเองโดยครูจะต้องใช้สถานการณ์สอนให้นักเรียนคิดค้นพบตัวปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลองและเก็บข้อมูลด้วยตนเอง

11. งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

11.1 งานวิจัยต่างประเทศ

เกบริลลี (Gabrielli. 1972 : 5650 - A) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาครูในมหาวิทยาลัยซีราคิวส์ (Syracuse) จำนวน 50 คน โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 3 กลุ่ม ตามความสามารถในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษามีความสัมพันธ์ทางบวกกับความรู้ ประสบการณ์ การฝึกหัด ระดับการศึกษา และประสิทธิภาพในการติดต่อสื่อสารกับผู้อื่น แต่ความสามารถในการแก้ปัญหาไม่มีค่าความสัมพันธ์กับทัศนคติต่อการศึกษาทั่วไป

นาบอร์ (Nabor. 1975 : 3241 - A) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับเกรด 5 และเกรด 6 โดยใช้แบบทดสอบ Iowa Test of Education Progress : Science วัดความสามารถในการแก้ปัญหา และใช้แบบทดสอบ Iowa Test of Basic Skill Form 5 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

อิไนไอยิจุ (Eniaiyeju. 1983 : 795 - 801) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนโดยครูสาธิต (Teacher - Demonstration) กับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง (A Self paced Instruction) และทักษะในการแก้ปัญหาในวิชาเคมีระดับวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 60 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกสอนโดยให้นักเรียนศึกษาชุดการเรียนด้วยตนเอง (A Self paced Instruction) กลุ่มที่ 2 สอนโดยครู พบว่า การสอนโดยศึกษาด้านชุดการเรียนด้วยตนเองส่งผลต่อมโนมติและทักษะในการแก้ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนส่วนมากชอบบทเรียนด้วยตนเองมากกว่าการสอนโดยครูสาธิต

11.2 งานวิจัยในประเทศ

รัชนี บุญเรือง (2535 : 118) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะภาคปฏิบัติและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนโดยการประยุกต์กิจกรรมกลุ่มควบคุมคุณภาพกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการประยุกต์กิจกรรมกลุ่มควบคุมคุณภาพกับนักเรียนที่ไดรับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลัดดา สายพานทอง (2535 : 108) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กนกวรรณ โพธิ์ทอง (2537 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผล ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมชัย อุ่นอนันต์ (2539 : 115) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมเทคโนโลยีในท้องถิ่นกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมเทคโนโลยีในท้องถิ่นสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รัตนะ บัวรา (2540 : 102) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนด้วยตนเองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการวิจัยดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาได้หลายแนวทาง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีสอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาอย่างมีหลักการและใช้เหตุผลอยู่เสมอ การสอนที่มีลักษณะให้นักเรียนได้มีโอกาสค้นพบด้วยตนเอง เช่น การเรียนจากชุดกิจกรรมก็เป็นการเรียนการสอนอีกลักษณะหนึ่งที่สามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมมาใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งคาดว่าน่าจะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดระดับสูงด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

12. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดอย่างมีทิศทาง เป็นการคิดอย่างมีเหตุผล มีผู้ให้ชื่อเรียกแตกต่างกัน ได้แก่ ความคิดแบบวิพากษ์วิจารณ์ การคิดเป็น การคิดอย่างมีเหตุผล การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ การคิดวิจารณญาณ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

12.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ยินเกอร์ (Yinger, 1988 : 14) ได้ให้ความหมายว่า เป็นกิจกรรมการรู้คิดที่เกี่ยวพันกับการประเมินผลลัพท์ทางการคิด ที่มีความสำคัญต่อการแก้ปัญหา การคิดตัดสินใจ และการสร้างสรรค์ผลลัพท์ต่างๆอีกทั้งความคิดวิจารณญาณเป็นการคิดที่สะท้อนออกมาในรูปของการยอมรับ ปฏิเสธ หรือการปรับเปลี่ยนสภาพกาณ์เพื่อการแก้ปัญหาหรือการตัดสินใจ

วัตสันและเกลเซอร์ (Watson and Glaser . 1964) ได้ให้ความหมายของการคิดวิจารณญาณว่าเป็นสิ่งที่เกิดจากส่วนประกอบของทัศนคติ ความรู้ และทักษะ โดยทัศนคติเป็นการแสดงออกทางด้านจิตใจที่ต้องการการสืบค้นปัญหาที่มีอยู่ ความรู้จะเกี่ยวข้องกับการใช้เหตุผลในการประเมินสถานการณ์ การสรุปความอย่างเที่ยงตรงและการเข้าใจในความเป็นนามธรรม ส่วนทักษะจะประยุกต์รวมอยู่ในทัศนคติและความรู้

อุษณีย์ โพธิสุข (2537 : 95) กล่าวถึงความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามแนวคิดของ นอริสและเอ็นนิสว่า หมายถึง การคิดที่มีเหตุผลและมีประสิทธิภาพที่มุ่งเน้นการคิดตัดสินใจในสิ่งที่จะเชื่อหรือจะทำอะไร

อรพรรณ ลือบุญธวัชชัย (2538 ;78) ได้ให้ความหมายของการคิดวิจารณญาณตามแนวคิดของ ดิวอี้ว่า หมายถึง การคิดอย่างใคร่ครวญไตร่ตรอง ซึ่งเป็นการคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยากและสิ้นสุดลงด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจนมีเป้าหมายในการวิเคราะห์ข้อความรู้ เพื่อตัดสินใจเชื่อหรือปฏิบัติ

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2541 : 94) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบโดยใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ

จากความหมายดังกล่าวข้างต้นสรุป ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ ได้ว่า หมายถึง การคิดพิจารณาอย่างรอบคอบในข้อความที่เป็นปัญหาโดยหาหลักฐานที่มีเหตุผล หรือข้อมูลที่เชื่อถือได้มายืนยันการตัดสินใจตามเรื่องราวหรือสถานการณ์นั้น เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปที่ถูกต้อง ความคิดอย่างมีวิจารณญาณนี้มีลักษณะที่ใกล้เคียงกับการคิดอื่นๆ เช่น การคิดอย่างมีเหตุผล การคิดวิเคราะห์ การคิดไตร่ตรอง การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกวิทยา ซึ่งการคิดเหล่านี้เป็นการคิดที่ใช้การพิจารณาอย่างมีเหตุผล มีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ปัญหาหรือนำไปสู่จุดมุ่งหมาย ตัดสินใจในการกระทำต่างๆอย่างถูกต้องเหมาะสม

12.2 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

มลิวัลย์ สมศักดิ์(2540 : 30) กล่าวถึง กระบวนการในการคิดวิจารณญาณตามแนวคิดของเดรสเซลและเมย์ฮิวว่า ประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นไปตามลำดับ ดังนี้คือ

1. ความสามารถในการนิยามปัญหา ตระหนักถึงความมีอยู่ของปัญหา
2. การเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบของปัญหา พิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล พิจารณาความพอเพียงของข้อมูล จัดระบบข้อมูล
3. การระบุข้อสันนิษฐาน พิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อสันนิษฐานในการอ้างเหตุผล
4. การกำหนดและเลือกสมมติฐานที่เป็นไปได้มากที่สุด

5. การลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล พิจารณาตัดสินความสมเหตุสมผลของการคิดหาเหตุผลและประเมินข้อสรุปโดยอาศัยเกณฑ์การประยุกต์ใช้

วัตสันและเกลเซอร์ (Watson and Glaser . 1964 : 11) กล่าวว่า กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย

1. การอุปนัย
2. การระบุสมมติฐาน
3. การนิรนัย
4. การตีความ
5. การประเมินการอ้างเหตุผล

วรรณา บุญฉิม (2541 : 15 – 16) ได้สรุปความคล้ายคลึงกันของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างทฤษฎีของนักจิตวิทยากับทฤษฎีของนักปรัชญา ใน 4 ขั้นตอนย่อยของกระบวนการคิด ดังนี้

1. ขั้นการนิยามปัญหา ตามทฤษฎีของนักจิตวิทยาเป็นการค้นหาองค์ประกอบที่สำคัญของปัญหา ตรงกับขั้นการทำความกระจ่างตามทฤษฎีของนักปรัชญา ซึ่งประกอบด้วย การกำหนดคำถาม การวิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาและการนิยามคำ

2. ขั้นการระบุข้อมูล เนื้อหา และกระบวนการที่จำเป็นในการแก้ปัญหา ตามทฤษฎีของนักจิตวิทยา ตรงกับขั้นการตัดสินความเชื่อถือได้ของข้อมูลที่นำมาสนับสนุน แหล่งข้อมูล ตลอดจนข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ตามทฤษฎีของนักปรัชญา

3. ขั้นการนำเสนอมาใช้ประกอบเพื่อการแก้ปัญหาตามทฤษฎีของนักจิตวิทยา ตรงกับขั้นการคิดหาเหตุผล ตามทฤษฎีของนักปรัชญา ซึ่งประกอบด้วยการคิดหาเหตุผลเชิงอนุมาน และการคิดหาเหตุผลเชิงอุปมาน

4. ขั้นการประเมินความสำเร็จ ตามทฤษฎีของนักจิตวิทยา ตรงกับขั้นการใช้เกณฑ์ในการตัดสินความเพียงพอของคำตอบตามทฤษฎีของนักปรัชญา

นิพนธ์ วงค์เกษม (2534) ได้กล่าวถึง กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไว้ ดังนี้คือ

1. แยกแยะความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงกับความคิดเห็น
2. พิจารณาประเด็นปัญหา
3. พิจารณาข้ออ้างหรือข้อโต้แย้งที่คลุมเครือ
4. พิจารณาข้อมูลที่แสดงถึงอคติ ความลำเอียง การโฆษณาชวนเชื่อ
5. แยกสิ่งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับข้อมูลหรือความคิดเห็น
6. พิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
7. พิจารณาเหตุผลที่ผิดไม่เกี่ยวกับเรื่องนั้น
8. สรุปข้อความจากข้อมูลที่มีอยู่

จากเอกสารข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักการศึกษาได้กำหนดกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกัน สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้อาศัยหลักการของ วัตสันและเกลเซอร์ (Watson and Glaser) กำหนดกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอน ดังนี้

12.3 ลักษณะของนักคิดอย่างมีวิจารณญาณ

เอ็นนิส (Ennis. 1967 :144 - 146) มีแนวคิดว่าลักษณะของบุคคลที่มีความคิดวิจารณญาณนั้น บางลักษณะมีความหมายสอดคล้องกับที่ เครก (Craig. 1966 : 108 - 111) ได้รวบรวมไว้ ดังนี้

1. สามารถเข้าใจความหมายของข้อความและรู้เรื่องราวที่จะนำมาอ้างเพื่อสนับสนุนเหตุผลและข้อโต้แย้งต่าง ๆ

2. สามารถพิจารณาตัดสินข้อความที่คลุมเครือในเหตุผลที่เสนอต้องมีความเข้าใจในความหมายของข้อความที่แตกต่างกัน 2 ข้อความ โดยที่ข้อความแรกเป็นข้อความที่ยอมรับแล้ว ส่วนอีกข้อความนั้นจะเป็นการนำสิ่งที่ยอมรับมาประยุกต์ใช้ ถ้าข้อความทั้งสองมีความหมายตรงกันก็พิจารณา ตัดสินว่ามีความสอดคล้องกัน แต่ข้อความนั้นมีความหมายไม่ตรงกันก็พิจารณาตัดสินได้ว่ามีความคลุมเครือในเหตุผลที่เสนอ

3. เป็นบุคคลที่สามารถพิจาณา และตัดสินข้อความที่ขัดแย้งซึ่งกันและกันได้เพื่อประโยชน์ในการตัดข้อความที่ขัดแย้งออก ลักษณะเช่นนี้ก็ต้องอาศัยพื้นฐานทางตรรกศาสตร์

4. สามารถพิจารณาและตัดสินข้อความได้ว่ามีข้อมูลเพียงพอหรือไม่

5. สามารถพิจารณาและตัดสินข้อสรุปตามที่มีข้อมูลสนับสนุนได้ โดยใช้การตัดสินแบบอนุมาน

6. สามารถพิจาณา และตัดสินข้อความที่เป็นหลักการและนำไปประยุกต์ใช้ได้

7. สามารถพิจาณา และตัดสินข้อความที่สังเกตได้ว่าเชื่อถือได้เพียงใด

8. สามารถพิจาณา และตัดสินเหตุผลในการลงสรุปแบบอนุมานได้

9. สามารถพิจาณา และตัดสินได้ว่ามีการกำหนดปัญหาแล้วหรือยัง

10. สามารถพิจาณา และตัดสินข้อความที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นได้

11. สามารถพิจาณาว่ามีคำนิยามเพียงพอหรือยัง

13. สามารถพิจาณาข้อความที่กระทำโดยผู้เชี่ยวชาญว่าเป็นที่ยอมรับหรือไม่

ฮัดจินส์ (Hudgins. 1977 : 173 - 206) ได้อธิบายลักษณะของผู้ที่มีความคิดวิจารณญาณไว้ดังนี้

1. เป็นบุคคลที่มีความเข้าใจถึงองค์ประกอบสำคัญของข้อโต้แย้ง อธิบายว่าความคิดวิจารณญาณจะไม่เกิดขึ้น ถ้าไม่ตระหนักหรือเข้าใจในสิ่งที่เป็นข้อโต้แย้ง ดังนั้นจึงต้องมีพื้นฐานของสังกัปและข้อมูลเพียงพอในการพิจารณาความน่าจะเป็นจริงของข้อโต้แย้ง หรือทำนายผลที่น่าจะเกิดขึ้น

2. สามารถแสวงหาหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อโต้แย้ง หรือข้อสรุปได้ ลักษณะนี้มีความสำคัญมากต่อการตัดสินใจเรื่องราวให้ถูกต้อง มีเหตุผลซึ่งสามารถตรวจสอบหลักฐานตามวิธีการต่อไปนี้

2.1 พิจารณาจากข้อเท็จจริง จากข้อมูลที่สังเกตได้หรือข้อมูลอื่นๆ

2.2 พิจารณาถึงความคลาดเคลื่อนของหลักฐานที่จะนำมาประกอบการลงสรุป เช่นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจจะเชื่อถือไม่ได้ รายงานที่ขาดหลักฐานไม่น่าเชื่อถือ

อุษณีย์ โพธิสุข (2537 : 98 -99) ได้กล่าวถึงลักษณะของนักคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไว้ดังนี้

1. เสาะหาปัญหา

2. เสาะหาต้นตอของปัญหาหรือสาเหตุ

3. พยายามที่จะรับข้อมูล

4. ใช้แหล่งข้อมูลมาก

5. รวบรวมสถานการณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน รวมทั้งบริบทของปัญหา

6. แยกแยะประเด็นสำคัญแล้วมุ่งคิดแก้ปัญหาหรือทุ่มความคิดที่ประเด็นหลัก

7. สำรวจตรวจตราหรือใส่ใจว่าอะไรเป็นสิ่งที่น่าเกี่ยวข้อง

8. มองหาแนวทางหลากหลาย

9. มีจิตใจกว้างขวาง

10. กระตือรือร้นที่จะยื่นมือเข้าจัดการหากมีเหตุผลและความเหมาะสม

11. จัดการงานอย่างเป็นขั้นตอนด้วยความละเอียดลึกซึ้ง

12. ใช้ความสามารถในเชิงวิจารณญาณอย่างมาก

13. "ไว" ต่อความรู้สึก การรับรู้ ค่านิยม คุณค่าขององค์ความรู้ และความเชี่ยวชาญของผู้อื่น

สรุปได้ว่า บุคคลที่มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณจะมีลักษณะกระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้และข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาใช้พิจารณา ตัดสินใจ เกี่ยวกับเรื่องราวหรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาได้ถูกต้อง โดยมีเหตุผลและหลักฐานมาสนับสนุน

12.4 แนวทางการสอนให้นักเรียนมีความคิดอย่างมีวิจารณญาณ

เบเยอร์ (Beyer. 1985 : 279 - 303) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการเรียนการสอน ไว้ดังนี้

1. แนะนำทักษะที่ฝึก

2. ผู้เรียนทบทวนกระบวนการคัน ทักษะ กฎ และความรู้ ที่เกี่ยวข้องกับทักษะที่จะฝึก

3. ผู้เรียนใช้ทักษะเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนด

4. ผู้เรียนทบทวนสิ่งที่คิดหรือสิ่งที่เกิดขึ้นในสมองขณะที่ทำกิจกรรม

โกวิท ประวาลพฤษ์ (2532) ได้เสนอวิธีการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการคิด ไว้ดังนี้

1. พิจารณาความพร้อมของผู้เรียน

2. เสนอข้อมูล

3. ผู้เรียนรับ ค้นหา เปรียบเทียบ

4. ให้การเสริมแรง

อุษณีย์ โพธิสุข (2537 : 99 - 100) ได้เสนอแนวการสอนเพื่อช่วยปรับปรุงความคิดอย่างมีวิจารณญาณของเด็ก ไว้ดังนี้

1. ประสบการณ์ตรง การให้เด็กศึกษาเรื่องชุมชนของเราจากหนังสืออาจไม่ดีเท่าให้เด็กไปสถานที่ที่เป็นชุมชนของตนเอง เช่น โรงพยาบาล โรงพัก ตลาด บ้านผู้ใหญ่บ้าน และกิจกรรมที่เขาทำอยู่ว่ามีอะไรบ้าง มีประโยชน์อย่างไร ฯลฯ การจัดให้เด็กไปทัศนศึกษาหรือเปิดโอกาสให้เด็กทดลองปฏิบัติสิ่งต่างๆด้วยตนเองจะเป็นการให้โอกาสที่สำคัญยิ่ง

2. การทำวิจัย หรือการศึกษาหาความรู้ ความจริงด้วยตนเอง เป็นทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองให้เด็กได้มีขั้นตอนในการศึกษาอย่างถูกต้อง เช่น การทำรายงาน เรื่อง"ไดโนเสาร์"เป็นต้น

3. การใช้กิจกรรมเป็นสื่อกระตุ้นความคิด เช่น การพาไปดูการโต้วาที จัดให้โต้วาที การอภิปรายในหัวข้อต่างๆ การจัดมุมหรือชมรมนักคิด ฯลฯ

4. การใช้สถานการณ์สมมติ เป็นกิจกรรมและวิธีสอนที่จะทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจกระจ่างขึ้น และมองเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นรวมทั้งการพยายามคิดคันการแก้ปัญหา

5. ให้นักเรียนได้มีโอกาสเสนอผลงานสิ่งที่ตนเองศึกษามาให้ผู้อื่นฟังอาจเป็นเพื่อนระดับเดียวกัน หรือเพื่อนต่างระดับหรือให้คนอื่นฟัง

6. กิจกรรมกลุ่ม การระดมพลังสมอง การระดมความคิด การไตร่ตรองความคิดของกลุ่ม รวมถึงการวิจารณ์อย่างมีเหตุผล การวิจารณ์ในทางสร้างสรรค์ ล้วนเป็นทักษะระดับสูงทางสติปัญญาและทางสังคมทั้งสิ้น สิ่งเหล่านี้ จะช่วยทำให้เด็กได้มีข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับความคิดของตนเองและผู้อื่น รวมทั้งกลยุทธทางความคิดของผู้อื่นได้เป็นอย่างดี

สรุปได้ว่า แนวการสอนเพื่อพัฒนาความคิดอย่างมีวิจารณญาณ กระทำได้ดังนี้

1. เสนอสถานการณ์ที่กระตุ้นให้คิด
2. คิดอย่างเป็นระบบใช้เหตุผล
3. นำข้อมูลต่างๆมาใช้ในกระบวนการคิดบนพื้นฐานของความจริง ความดีงาม ความถูกต้อง
4. คิดและตัดสินใจ ลงมือปฏิบัติ
5. ตรวจสอบ วัด และประเมินผลการปฏิบัติรวมทั้งการประเมินผลของตนเอง

13. งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

13.1 งานวิจัยต่างประเทศ

ลัมพ์กิน (Lumpkin. 1990) ศึกษาอิทธิพลของการสอนทักษะการคิดเชิงวิจารณญาณต่อความสามารถทางการคิดวิจารณญาณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการจำเนื้อหาวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 , 6 ในรัฐอลาบาม่า โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า คะแนนการคิดวิจารณญาณของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนความสามารถในการจำเนื้อหาวิชาสังคมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ฟอส(Foss. 1995) ศึกษาลักษณะการคิดวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5, 6 ของโรงเรียนในรัฐทางตะวันตกตอนกลางของประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ทักษะการคิดวิจารณญาณของนักเรียนแต่ละระดับชั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะนักเรียนที่มีอายุมากกว่าจะทำคะแนนในกลุ่มคำถามเกี่ยวกับการเปรียบเทียบได้สูงกว่า และนักเรียนมีเพศต่างกันระดับคะแนนวิชาการคิดได้ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

13.2 งานวิจัยในประเทศ

วิไลวรรณ ปิยะปกรณ์ (2535 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างที่ใช้มีจำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 40 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มลิวัลย์ สมศักดิ์ (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนในโครงการขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 64 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 32 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนตามรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น ส่วนกลุ่มควบคุมไม่ได้รับการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลการทดลองพบว่า การคิดวิจารณญาณของนักเรียนที่ทดลองใช้รูปแบบการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< .01$) การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ทดลองใช้รูปแบบการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณในขณะทดลอง หลังการทดลอง และติดตามผลการทดลองสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< .01$)

วรรณา บุญฉิม (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านเหตุผลกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 584 คน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผลทั้ง 5 แบบ มีความสัมพันธ์กับคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้งของนักเรียนทั้งหมด นักเรียนชายและนักเรียนหญิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมสุข โถวเจริญ (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาพยาบาล วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ภาคใต้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาพยาบาลที่กำลังศึกษาชั้นปีที่ 1 - 4 จำนวน 336 คน ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาพยาบาลอยู่ในระดับปานกลาง นักศึกษาพยาบาลเพศชาย และนักศึกษาพยาบาลเพศหญิง มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่แตกต่างกัน

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกระบวนการคิดและการตัดสินใจอย่างรอบคอบในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างเหมาะสมถูกต้อง การคิดอย่างมีวิจารณญาณจะบรรลุผลสำเร็จได้นั้น ต้องได้รับการฝึกฝนอยู่เสมอ ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาโดยมีกระบวนการคิดอย่างรอบคอบ มีเหตุผล กล้าตัดสินใจในการกระทำนั้นๆ พร้อมทั้งให้ได้ค้นพบด้วยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย
3. ระยะเวลาในการวิจัย
4. แบบแผนการวิจัย
5. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 3 อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 จำนวน 9 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 405 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 3 อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 จำนวน 84 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) ดังนี้

1. สุ่มห้องเรียนโดยวิธีจับฉลาก 2 ห้องเรียนจากห้องเรียนทั้งหมด 9 ห้องเรียน
2. สุ่มกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยวิธีจับฉลากห้องเรียน 2 ห้องเรียน แล้วแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 42 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 42 คน ดังนี้

กลุ่มทดลอง ดำเนินการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

กลุ่มควบคุม ดำเนินการสอนตามคู่มือครู

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ว101) บทที่ 1 เรื่อง วิทยาศาสตร์เพื่อการสร้างสรรค์ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.)

ระยะเวลาในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยกระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 โดยใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 15 คาบ คาบละ 50 นาที โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเองทั้งสองกลุ่ม

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control Group Pretest - Posttest Design (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.2536 : 216) มีแบบแผนการทดลองดังนี้

ตาราง 1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	T_1	X	T_2
CR	T_1	-	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม (Random assignment)

C แทน กลุ่มควบคุม (Control group)

E แทน กลุ่มทดลอง (Experimental group)

T_1 แทน การสอบก่อนเรียน (Pretest)

T_2 แทน การสอบหลังเรียน (Posttest)

X แทน การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม (Treatment)

\- แทน การสอนตามคู่มือครู

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วิทยาศาสตร์เพื่อการสร้างสรรค์ ซึ่งแบ่งเป็น 2 แผน คือ

1.1 แผนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

1.2 แผนการสอนตามคู่มือครู

2. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนในการสร้างแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

ในการสร้างแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังต่อไๆปนี้

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์การเรียนรู้ ลำดับแนวความคิดต่อเนื่องและขอบข่ายของเนื้อหา จากหนังสือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) คู่มือครู และหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว101) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน และความคิดรวบยอดจากเนื้อหา วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วิทยาศาสตร์เพื่อการสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาย่อยดังนี้

2.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์

2.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาอย่างไร

2.3 การใช้เครื่องมือบางชนิด

2.4 บทบาทและผลกระทบของวิทยาสตร์และเทคโนโลยีต่อมนุษย์

วิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเนื้อหาทั้งหมด ได้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 8 ทักษะดังนี้

1. ทักษะการสังเกต

2. ทักษะการวัด

3. ทักษะการคำนวน

4. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

5. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

6. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

7. ทักษะการทดลอง

8. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

3. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ของกิจกรรม กิจกรรมการเรียนการสอนของแต่ละเนื้อหาสอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. สร้างแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ 2 แผน คือแผนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมและแผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

4.1 หัวข้อเรื่อง

4.2 ความคิดรวบยอด

4.3 จุดประสงค์ของกิจกรรม

4.4 กิจกรรมการเรียนการสอนทั้ง 2 แผน ดำเนินกิจกรรมแตกต่างกัน ดังนี้

ตาราง 2 เปรียบเทียบกิจกรรมการเรียนการสอนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนกลุ่มควบคุม

การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม	การสอนตามคู่มือครู
ขั้นที่ 1 ขั้นเชิญชวน 1. นักเรียนศึกษา , สังเกต และปฏิบัติตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งสถานการณ์อาจเป็นข้อความ เกม รูปภาพ กิจกรรมการทดลอง อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างประกอบกัน โดยอาศัยการสังเกตสิ่งรอบตัว การลงมือปฏิบัติกิจกรรม แล้วตั้งข้อสงสัย / ข้อคำถามที่เกิดจากสถานการณ์หรือมีความเกี่ยวข้องสอดคล้องกับสถานการณ์	**ขั้นที่ 1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง** 1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ซักถามปัญหาในหนังสือเรียน หรือจากสถานการณ์ที่กำหนด จากนั้นจึงร่วมกันอภิปรายสมมติฐานของการทดลอง
2. นักเรียนนำข้อสงสัย / ข้อคำถามของนักเรียนและเพื่อนในกลุ่มมาพิจารณาความเหมือนและความแตกต่างที่เกิดขึ้น พร้อมหาเหตุผล	2. ครูและนักเรียนอภิปรายถึงจุดประสงค์ของการทดลอง อุปกรณ์ วิธีการทดลองในแบบเรียน ระยะเวลาในการทดลอง ข้อควรระวังและความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นจากการทดลอง
3. นักเรียนร่วมกันพิจารณาเลือกข้อสงสัย / ข้อคำถาม ของกลุ่มมา 1 ข้อคำถาม พร้อมบอกเหตุผลหรือวิธีการที่ใช้ในการเลือกข้อสงสัย / ข้อคำถามนั้น	
4. นักเรียนพิจารณาหาสาเหตุ และผลของข้อสงสัย / ข้อคำถาม ที่เลือกไว้แล้วร่วมกันหาคำตอบที่เป็นไปได้ของข้อสงสัย / ข้อคำถามนั้น	
ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ 1. นักเรียนร่วมกันเลือกคำตอบของข้อสงสัย / ข้อคำถาม ที่สอดคล้องกับข้อสงสัย / ข้อคำถามมากที่สุด แล้วพิจารณาหาสาเหตุและผลที่จะเกิดขึ้นจากคำตอบของข้อสงสัย / ข้อคำถามนั้น	**ขั้นที่ 2 ขั้นทดลอง** นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการทดลองตามขั้นตอนในหนังสือเรียนพร้อมบันทึกผล
2. นักเรียนศึกษาข้อความรู้เพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบการทดลอง จากกรอบความรู้เพิ่มเติมภายในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม	

ตาราง 2 (ต่อ)

การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม	การสอนตามคู่มือครู
3. นักเรียนร่วมกันเลือกวัสดุ อุปกรณ์ที่กำหนดให้แล้วกำหนดวัตถุประสงค์ของการทดลอง 4. นักเรียนออกแบบการทดลอง และระบุวิธีการทดลอง โดยคำนึงถึงความสอดคล้อง คลอบคลุมสถานการณ์ ข้อสงสัย / ข้อคำถาม และข้อคำตอบที่ตั้งขึ้น ลงในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม 5. นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการที่ออกแบบไว้	
ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอคำอธิบายและคำตอบของปัญหา 1. นักเรียนเลือกรูปแบบการบันทึกผลการทดลองให้เหมาะสมกับวิธีการทดลอง จากนั้นจึงบันทึกผลการทดลอง โดยจดบันทึกผลข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองตามรูปแบบการบันทึกผลการทดลองที่เลือกและออกแบบไว้ ลงในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม 2. นักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง โดยการอภิปรายถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง 3. นักเรียนนำข้อความรู้ของนักเรียนและข้อความรู้ของเพื่อนในกลุ่มมาสรุปร่วมกันเป็นข้อความรู้ใหม่	
ขั้นที่ 4 ขั้นนำไปปฏิบัติ 1. นักเรียนร่วมกันพิจารณาและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลที่สอดคล้องกับความรู้ใหม่	**ขั้นที่ 3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง** 1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรมโดยการนำเสนอผลการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่ม และร่วมกันพิจารณาถึงข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทดลอง หลังจากนั้นจึงนำผลการทดลองมาสรุปเป็นความรู้

ตาราง 2 (ต่อ)

การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม	การสอนตามคู่มือครู
2. นักเรียนนำความรู้ใหม่และทักษะที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน พร้อมนำเสนอข้อความรู้ที่ได้แก่ผู้อื่นในรูปแบบต่างๆ	2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ที่ได้ เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และตั้งคำถามเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดต่อเนื่องเพื่อนำไปสู่การแสวงหาความรู้ใหม่ๆ โดยไม่คำนึงว่าคำตอบของนักเรียนที่ได้นั้นจะถูกหรือผิด
3. นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรมในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม เพื่อเป็นการทบทวนความรู้ที่ได้ และถ่ายโยงความรู้และทักษะไปสู่เนื้อหาใหม่ต่อไป	3. นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

4.5 สื่อการเรียนการสอน

4.6 การวัดผลประเมินผล

วิธีการหาคุณภาพแผนการสอน

ในการหาคุณภาพของแผนการสอน กระทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำแผนการสอนทั้ง 2 แผน ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขเกี่ยวกับการใช้ภาษา กิจกรรมการเรียนการสอน

2. นำแผนการสอนทั้ง 2 แผนที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างโดยดำเนินการดังนี้

2.1 ทดลองสอนกับนักเรียนในกลุ่มย่อยจำนวน 5 คน เพื่อหาข้อบกพร่องในการสื่อความหมาย กิจกรรมการเรียนการสอน ระยะเวลาที่ใช้ในการการสอนแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขด้านระยะเวลาและกิจกรรมการเรียนการสอน

2.2 ทดลองสอนทั้งห้องจำนวน 42 คน เพื่อหาข้อบกพร่องในการสื่อความหมายกิจกรรม การเรียนการสอน ระยะเวลาที่ใช้ในการสอน แล้วปรับปรุงแก้ไขจนเป็นแผนการสอนที่สมบูรณ์จึงนำไปใช้ทดลองจริง

ขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

ในการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสม

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม รูปแบบและขั้นตอนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม รวมทั้งแนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แล้วกำหนดขั้นตอนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมแบบ The Constructivist Learning Model (CLM) ของ เยเกอร์ (วรรณทิพา รอดแรงค้า. 2540 : 94-98) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเชิญชวน
ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ
ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอคำอธิบายและคำตอบของปัญหา
ขั้นที่ 4 ขั้นนำไปปฏิบัติ

3. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้จากคู่มือครูและหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ว101) บทที่ 1 เรื่องวิทยาศาสตร์เพื่อการสร้างสรรค์ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533)

4. สร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมโดยปรับปรุงมาจากขั้นตอนและหลักการสร้างชุดกิจกรรมของบัทส์ (Butts.1974 : 85) เนลสันและเลอเบียร์ (Nelson and Lorbeer.1975 : 247) และดีวิโตและครอกโคเวอร์ (Devito and Krockover.1976 : 388) ซึ่งประกอบด้วย

1. ชื่อกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุชื่อกิจกรรม
2. คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายวิธีการใช้ชุดกิจกรรม
3. จุดประสงค์ของกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่ต้องการให้นักเรียนบรรลุผล
4. เวลา เป็นส่วนที่ระบุเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมแต่ละชุด
5. สถานการณ์ เป็นส่วนที่ระบุสถานการณ์ที่เป็นการบรรยายด้วยข้อความ รูปภาพ เกมหรือกิจกรรมการทดลอง
6. กิจกรรม เป็นส่วนที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เช่น การตั้งข้อสงสัย / ข้อคำถาม การตอบคำถาม การหาคำตอบของปัญหา การแสดงความคิดเห็น การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง การบันทึกผลการทดลอง การสรุปผล ตลอดจนการเชื่อมโยงความรู้และการถ่ายทอดความรู้
7. อุปกรณ์ เป็นส่วนที่ระบุอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในแต่ละกิจกรรม
8. เนื้อหา เป็นส่วนที่ระบุรายละเอียดของเนื้อหา

9. คำถามท้ายกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุข้อคำถามหลังการปฏิบัติกิจกรรม

10. คำเฉลยกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุคำตอบในคำถามท้ายกิจกรรม

วิธีการหาคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

ในการหาคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม กระทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบเกี่ยวกับความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ภาษาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขด้านภาษา และรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาซึ่งเป็นความรู้เพิ่มเติม

2. นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม โดยดำเนินการดังนี้

2.1 ทดลองเป็นรายบุคคลเพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรม เวลาที่ใช้ และปัญหาที่เกิดขึ้นแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขโดยเพิ่มเวลาในแต่ละชุดให้มากขึ้น และปรับการใช้ภาษาให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

2.2 ทดลองกลุ่มเล็ก 5 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขด้านกิจกรรมในแต่ละสถานการณ์

2.3 ทดลองภาคสนาม นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียน 42 คน แล้วนำมาปรับปรุงด้านคำถามท้ายกิจกรรม และกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ

เกณฑ์ที่ใช้ในการปรับปรุงชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม พิจารณาจากการตอบคำถามท้ายกิจกรรมในแต่ละชุด ตามเกณฑ์มาตราฐาน 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ตอบคำถามท้ายกิจกรรมในแต่ละชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมได้คะแนนไม่ต่ำกว่า 80 %

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ได้คะแนนไม่ต่ำกว่า 80 %

เมื่อพิจารณาข้อมูล 80 ตัวแรกและ 80 ตัวหลัง พบว่า

ชุดกิจกรรม ฯ ที่ 1 ไข่ลอยน้ำ	ประสิทธิภาพ 85.00/80.21
ชุดกิจกรรม ฯ ที่ 2 นักวิทยาศาสตร์น้อย	ประสิทธิภาพ 80.24/80.21
ชุดกิจกรรม ฯ ที่ 3 ภาพลวงตา	ประสิทธิภาพ 80.95/80.21
ชุดกิจกรรม ฯ ที่ 4 สั้นหรือยาว	ประสิทธิภาพ 81.19/80.21
ชุดกิจกรรม ฯ ที่ 5 แว่นขยาย	ประสิทธิภาพ 81.43/80.21
ชุดกิจกรรม ฯ ที่ 6 ร้อนๆเย็นๆ	ประสิทธิภาพ 80.24/80.21

ชุดกิจกรรม ฯ ที่ 7 ชั่งถูก - ตวงเป็น ประสิทธิภาพ 80.00/80.21

7. นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ไปใช้กับกลุ่มทดลองต่อไป

ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการคิดและระบุขอบเขตของปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ ภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงที่กำหนดให้

2. ขั้นตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคิด วิเคราะห์ คาดคะเน และระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาจากข้อเท็จจริงของสถานการณ์ที่กำหนดให้

3. ขั้นทดลอง หมายถึง ความสามารถในการคิดค้น วางแผน หรือเสนอแนวทางการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหา หรือเสนอข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เป็นระบบอย่างสมเหตุสมผล

4. ขั้นสรุปผลการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการอธิบายได้ว่า ผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการแก้ปัญหานั้นสอดคล้องกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ระบุไว้หรือไม่ หรือผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

ลักษณะแบบทดสอบเป็นข้อคำถามที่สร้างขึ้นจากสถานการณ์ ประเภทเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยมีรายละเอียดการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

2.1 แบบทดสอบฉบับนี้ มี 10 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน

2.2 ในแต่ละข้อจะกำหนดสถานการณ์มาให้ ข้อละ 1 สถานการณ์ ซึ่งมีลักษณะเป็นเรื่องใกล้ตัว พบเห็นในชีวิตประจำวัน และแต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยข้อคำถามย่อยที่เกี่ยวเนื่องกัน 4 ข้อคำถาม คือ

ข้อคำถามย่อยที่ 1 ให้นักเรียนระบุปัญหา

ข้อคำถามย่อยที่ 2 ให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน, ระบุสาเหตุที่เป็นไปได้

ข้อคำถามย่อยที่ 3 ให้นักเรียนออกแบบการทดลองหรือวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน, เสนอแนวทางในการแก้ปัญหา

ข้อคำถามย่อยที่ 4 ให้นักเรียนสรุปผลการทดลองหรือนำผลที่ได้จากการตรวจสอบไปใช้แก้ปัญหาต่อไป

2.3 เกณฑ์การให้คะแนน ให้ข้อคำถามย่อยละ 1 คะแนน สำหรับคำตอบถูกและ 0 คะแนน สำหรับคำตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก โดยการตรวจจะพิจารณาข้อคำถามย่อยในแต่ละสถานการณ์ที่เกี่ยวเนื่องกัน นั่นคือ ถ้านักเรียนตอบถูกในข้อคำถามย่อยที่ 1 จะได้รับการตรวจในข้อคำถามย่อยที่ 2, 3 และ 4 ในสถานการณ์นั้นต่อไป แต่ถ้านักเรียนตอบข้อคำถามย่อยที่ 1 ผิด ก็จะไม่ได้รับการตรวจในข้อคำถามย่อยที่ 2 , 3 และ 4

คะแนนความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละข้อ ได้จากผลรวมของคะแนนในข้อคำถามย่อยแต่ละข้อที่ตอบถูก

คะแนนความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งหมด ได้จากผลรวมของคะแนนทุกข้อ

วิธีการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กระทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญทางการวัดผลจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความถูกต้องด้านภาษา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขด้านการใช้คำถามและความสอดคล้องกันระหว่างคำถามกับตัวเลือก

2. คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) เท่ากับ 0.5 หรือมากกว่า 0.5 ได้ข้อทดสอบจำนวน 48 ข้อ

3. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน

4. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน เมื่อตรวจรวมคะแนนเรียบร้อยแล้วนำมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

4.1 หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) โดยการทดสอบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มสูง กลุ่มต่ำ โดยวิธีการแจกแจงค่าที (t - distribution) คำนวนจากสูตรของ เอ็ดวาร์ด (Edward) แล้วเลือกข้อที่มีค่า t ตั้งแต่ 1.75 ขึ้นไป ได้ข้อทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้ออยู่ระหว่าง 2.15 – 8.44 จำนวน 40 ข้อ

5. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกไว้ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 100 คนเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของ ครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2536 : 170) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.72

ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แล้วนำมาเขียนนิยามเชิงปฏิบัติการ

2. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยอาศัยหลักการของ วัตสันและเกลเซอร์ (Watson and Glaser) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การอนุมาน (Inference) เป็นความสามารถในการแสดงความคิดเห็นต่อเรื่องราวตามข้อมูลที่ปรากฏในข้อความหรือสถานการณ์ที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งความคิดเห็นนั้นอาจจะเป็นจริงหรือบอกได้ว่าไม่เป็นจริงในกรณีที่ข้อมูลยังไม่เพียงพอ

2. การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumption) เป็นความสามารถในการพิจารณาข้อความที่สมมติขึ้น หรือคาดการณ์ไว้ล่วงหน้า เพื่อรับรู้หรือตระหนักถึงข้อตกลงเบื้องต้น

ข้อตกลงเบื้องต้น หมายถึง ข้อความที่กำหนดขึ้น อาจเป็นข้อเท็จจริงหรือสมมติขึ้น ซึ่งข้อความนั้นเป็นสิ่งที่ยอมรับไว้แล้วหรือเป็นสมมติฐานที่ตั้งไว้ล่วงหน้า

3. การนิรนัย (Deduction) เป็นความสามารถในการคิด พิจารณาข้อความเกี่ยวกับเหตุและผลของข้อความหลัก 2 ข้อความที่มีอยู่ก่อน โดยคำนึงถึงข้อเท็จจริงที่เป็นสาเหตุและอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุทั้งหมด เพื่อสรุปเป็นผลของข้อความนั้น

4. การตีความ (Interpretation) เป็นความสามารถในการคิดพิจารณาข้อความย่อยว่าเป็นความจริงตามข้อความที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยพิจารณาจากข้อมูลหรือเหตุผลที่กำหนดให้อย่างมีเหตุผลเพียงพอ

5. การประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Argument) เป็นความสามารถในการตีคุณค่า การประเมินคำตอบ การประเมินข้อสรุปของข้อความและการตัดสินความถูกต้องของข้อความที่กำหนดให้ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องด้วยเหตุและผล ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับสถานการณ์ที่กำหนด

ลักษณะของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นประกอบด้วยข้อความที่มีลักษณะเป็นปัญหา ข้อโต้แย้ง สถานการณ์ หรือ ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากบทความหรือรายงานต่างๆ แล้วให้นักเรียนตอบคำถาม แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบปรนัย 2 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ในแต่ละข้อจะมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีเกณฑ์ ดังนี้ คือ คำตอบถูกในแต่ละข้อจะให้คะแนนข้อละ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดในแต่ละข้อจะให้ 0 คะแนน

คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดจากผลรวมของข้อสอบที่ตอบถูก

วิธีการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กระทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญทางการวัดผลจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความถูกต้องด้านภาษา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขด้านความสอดคล้องระหว่างคำถามกับตัวเลือกและการใช้ภาษา

2. คัดเลือกข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) เท่ากับ 0.5 หรือมากกว่า 0.5 ขึ้นไป ได้ข้อทดสอบจำนวน 73 ข้อ

3. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน

4. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนนโดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือตอบเกิน 1 คำตอบให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจรวมคะแนนเรียบร้อยแล้วนำมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

4.1 หาค่าความยาก(p) และอำนาจจำแนก(r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่สร้างขึ้นเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ฟาน ได้ข้อทดสอบจำนวน 40 ข้อ มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.34 – 0.79 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.27 – 0.86

5. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่คัดเลือกไว้ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 100 คนเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์- ริชาร์ดสัน(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 168) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.76

ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล วิธีการสร้างแบบทดสอบและการเขียนข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาจุดประสงค์และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วิทยาศาสตร์เพื่อการสร้างสรรค์จากคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 1และหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว101) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรวิชาวิทยาศาสต ร์โดยแบ่งพฤติกรรมด้านต่างๆ ออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จุดประสงค์ที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนครั้งนี้ มีจำนวน 11 จุดประสงค์ ดังนี้

2.1 อธิบายความหมายของคำว่า วิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้

2.2 เข้าใจและตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงได้ของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เมื่อมีข้อมูลหรือหลักฐานเพิ่มเติม

2.3 ตระหนักถึงความสำคัญของการเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด ช่างสงสัย มีเหตุผล มีความพยายาม และความอดทน มีความคิดริเริ่ม

2.4 นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

2.5 เลือกใช้เครื่องมือบางชนิดในการช่วยและขยายขอบเขตจำกัดของประสาทสัมผัสได้อย่างเหมาะสม

2.6 ใช้และเก็บรักษาเทอร์มอมิเตอร์ แว่นขยาย ไม้บรรทัด เครื่องชั่ง และหลอดฉีดยาได้

2.7 ใช้หน่วยบอกปริมาณตามระบบหน่วยระหว่างชาติ (SI) ได้ถูกต้อง

2.8 ตระหนักถึงบทบาทและผลกระทบของผลิตผลทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อมวลมนุษย์

2.9 ตระหนักถึงคุณค่าและความจำเป็นที่ต้องเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.10 พัฒนาทักษะการสังเกต การวัด การคำนวน การตั้งสมมติฐาน การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

2.11 ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่เกิดขึ้นและคิดหาวิธีทดลอง ตลอดจนดำเนินการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานได้

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก โดยให้มีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์ และพฤติกรรมที่ต้องการวัดตรงตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร จำนวน 60 ข้อ

วิธีการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กระทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญทางการวัดผลจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถามตัวเลือก ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องด้านภาษา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขด้านความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์และพฤติกรรมที่ต้องการวัด รวมถึงการใช้ภาษาทั้งคำถามและตัวเลือก

2. คัดเลือกข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) เท่ากับ 0.5 หรือมากกว่า 0.5 ขึ้นไป ได้ข้อทดสอบจำนวน 51 ข้อ

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 100 คน

4. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนนโดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือตอบเกิน 1 คำตอบให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจรวมคะแนนเรียบร้อยแล้วนำมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

4.1 หาค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% ของจุง เตห์ ฟาน ได้ข้อทดสอบจำนวน 40 ข้อ มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.31 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.92 โดยแบ่งตามพฤติกรรมการเรียนรู้ ได้ดังนี้

พฤติกรรมด้านความรู้ – ความจำ	จำนวน 7 ข้อ
พฤติกรรมด้านความเข้าใจ	จำนวน 24 ข้อ
พฤติกรรมด้านการนำไปใช้	จำนวน 1 ข้อ
พฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	จำนวน 8 ข้อ

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกไว้ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 100 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์- ริชาร์ดสัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 168) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.81

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ขอจดหมายจากบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อใช้ในการดำเนินการติดต่อผู้ที่เกี่ยวข้องในการวิจัย

2. ดำเนินการติดต่อผู้เชี่ยวชาญ ผู้ที่เกี่ยวข้อง และผู้บริหารโรงเรียนเพื่อขอความร่วมมือในการวิจัย

3. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังได้กล่าวมาแล้วในเรื่องการสุ่มตัวอย่าง

4. แนะนำวิธีการและบทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอน

5. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 จำนวน 2 คาบ 100 นาที ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ครั้งที่ 2 จำนวน 1 คาบ 50 นาที ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

6. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้งสองกลุ่มในเนื้อหาเดียวกัน เรื่อง วิทยาศาสตร์เพื่อการสร้างสรรค์ ระยะเวลาที่ใช้ในการสอนเท่ากัน คือ ใช้เวลากลุ่มละ 15 คาบ คาบละ 50 นาที ดังนี้

6.1 กลุ่มทดลอง ดำเนินการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

6.2 กลุ่มควบคุม ดำเนินการสอนตามคู่มือครู

7. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 จำนวน 2 คาบ 100 นาที ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ครั้งที่ 2 จำนวน 1 คาบ 50 นาที ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียนทั้ง 3 ฉบับ

8. ตรวจผลการสอบ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้ t- test for Independent samples

2. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้ t- test for Independent samples

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้ t- test for Independent samples

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ย (Mean) จากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 59)

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

เมื่อ $\overline{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

1.2 หาค่าความแปรปรวน (Variance) จากสูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2536 : 62 - 63)

$$s^2 = \frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ s^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน

ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

ΣX^2 แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบเครื่องมือ

2.1 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการแจกแจงค่าที (t - distribution) คำนวนจากสูตรของ เอ็ดวาร์ด (Edward) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2536 : 185)

$$t = \frac{\overline{X}_H - \overline{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{N_H} + \frac{S_L^2}{N_L}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

$\overline{X}_H$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง

$\overline{X}_L$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ

S_H^2 แทน ค่าความแปรปรวนของกลุ่มสูง

S_L^2 แทน ค่าความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ

N_H แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง

N_L แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำ

2.2 หาค่าดัชนีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยหา

จากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด คำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 117) ดังนี้

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

เมื่อ IC แทน ดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับพฤติกรรมที่วัด

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของเชี่ยวชาญของข้อคำถามทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์

2.3 หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน เปิดตารางสำเร็จรูปของจุง เตห์ ฟาน (Fan.1952 : 6 -32)

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2536 : 168)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left\{1-\frac{\sum pq}{S_t^2}\right\}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่งๆ

$$= \frac{\text{จำนวนคนที่ที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$$

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในข้อหนึ่งๆ หรือ $1-p$

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2536 : 170) ดังนี้

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

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

S_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 ทดสอบสมมติฐานข้อ 1 , 2 และ 3 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t- test for Independent samples (ชูศรี วงศ์รัตนะ . 2537 : 177)

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2+(n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}\left\{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right\}}}$$

เมื่อ $\overline{X}_1$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง

$\overline{X}_2$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม

n_1 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

n_2 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม

s_1^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง

s_2^2 แทน ความแปรวนของกลุ่มควบคุม

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
x	แทน	คะแนนเฉลี่ย
s^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนน
df	แทน	ชั้นแห่งความอิสระ
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา t – distribution
กลุ่มทดลอง	แทน	กลุ่มของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม
กลุ่มควบคุม	แทน	กลุ่มของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
*	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลตามลำดับ ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3. ค่าสถิติพื้นฐานของความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

5. ค่าสถิติพื้นฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

6. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

1. ค่าสถิติพื้นฐานของความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ได้ผลดังตาราง 3

ตาราง 3 ค่าสถิติพื้นฐานของความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนทดลอง		หลังทดลอง	
	$\bar{X}$	S^2	$\bar{X}$	S^2
กลุ่มทดลอง	19.83	7.80	23.60	16.49
กลุ่มควบคุม	19.21	9.78	21.36	9.21

จากตาราง 3 แสดงว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

2. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้ t - test for Independent samples ได้ผลดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมจากคะแนนผลต่างเฉลี่ย

กลุ่มตัวอย่าง	n	x	s^2	t
กลุ่มทดลอง	42	3.738	9.563	2.482*
กลุ่มควบคุม	42	2.214	6.878	

t (.05 , df = 60) = 2.000

จากตาราง 4 แสดงว่า นักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมมีความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

3. ค่าสถิติพื้นฐานของความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ได้ผลดังตาราง 5

ตาราง 5 ค่าสถิติพื้นฐานของความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนทดลอง		หลังทดลอง	
	$\bar{X}$	S^2	$\bar{X}$	S^2
กลุ่มทดลอง	26.95	12.78	30.83	8.80
กลุ่มควบคุม	23.00	12.20	25.52	12.13

จากตาราง 5 แสดงว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

4. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้ t - test for Independent samples ได้ผลดังตาราง 6

ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมจากคะแนนผลต่างเฉลี่ย

กลุ่มตัวอย่าง	n	x	s^2	t
กลุ่มทดลอง	42	3.928	8.775	2.486*
กลุ่มควบคุม	42	2.523	5.133	

t (.05 , df = 60) = 2.000

จากตาราง 6 แสดงว่า นักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมมีความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

5. ค่าสถิติพื้นฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ได้ผลดังตาราง 7

ตาราง 7 ค่าสถิติพื้นฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนทดลอง		หลังทดลอง	
	$\bar{X}$	S^2	$\bar{X}$	S^2
กลุ่มทดลอง	22.83	12.00	31.40	9.12
กลุ่มควบคุม	21.59	11.91	29.00	11.12

จากตาราง 7 แสดงว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

6. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้ t - test for Independent samples ได้ผลดังตาราง 8

ตาราง 8 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมจากคะแนนผลต่างเฉลี่ย

กลุ่มตัวอย่าง	n	x	s^2	t
กลุ่มทดลอง	42	8.547	8.595	2.087*
กลุ่มควบคุม	42	7.428	3.909	

t (.05 , df = 60) = 2.000

จากตาราง 8 แสดงว่า นักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครู สรุปสาระสำคัญและผลการศึกษา ได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครู

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครู

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครู

สมมติฐานของการวิจัย

1. ความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

2. ความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 3 อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 จำนวน 9 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 405 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 3 อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 จำนวน 84 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) ดังนี้

1. สุ่มห้องเรียนโดยวิธีจับฉลาก 2 ห้องเรียนจากห้องเรียนทั้งหมด 9 ห้องเรียน

2. สุ่มกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยวิธีจับฉลากห้องเรียนทั้ง 2 ห้องเรียน แล้วแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 42 คนและกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 42 คน ดังนี้

กลุ่มทดลอง ดำเนินการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

กลุ่มควบคุม ดำเนินการสอนตามคู่มือครู

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แผนการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่อง วิทยาศาสตร์เพื่อการสร้างสรรค์ โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม จำนวน 7 แผนการสอน เป็นแผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม แบบ The Constructivist Learning Model (CLM) ของเยเกอร์ ซึ่งผ่านการตรวจแก้ไขในด้านความถูกต้อง เหมาะสมและความสอดคล้องของขั้นตอนในแผนการสอนของกลุ่มทดลอง โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 คน แล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลอง

2.2 แผนการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่อง วิทยาศาสตร์เพื่อการสร้างสรรค์ ใช้แผนการสอนตามคู่มือครู จำนวน 7 แผนการสอน เป็นแผนการสอนที่สร้างขึ้นโดยใช้คู่มือครูวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 1 (ว 101) ของ สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งผ่านการตรวจแก้ไขในด้านความถูกต้องเหมาะสมและความสอดคล้องของขั้นตอนในแผนการสอนของกลุ่มควบคุม โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 คน แล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มควบคุม

2.3 ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม จำนวน 7 ชุด ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สร้างเอง โดยปรับปรุงมาจากขั้นตอนและหลักการสร้างชุดกิจกรรมของบัทส์, เนลสันและเลอเบียร์ และดิวิโตและครอกโคเวอร์ ซึ่งได้ผ่านการแก้ไขด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม เวลาการใช้ภาษา และความสอดคล้องกับเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 คน แล้วนำไปหาประสิทธิภาพแต่ละชุดตามเกณฑ์มาตราฐาน 80/80 ซึ่งขั้นตอนแรกเป็นการนำไปทดลอง

กับนักเรียนเป็นรายบุคคล จากนั้นนำไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มเล็กจำนวน 5 คน และนักเรียนกลุ่มใหญ่จำนวน 42 คน ตามลำดับ ได้ผลดังนี้

ชุดกิจกรรม ฯ ที่ 1 ไข่ลอยน้ำ	ประสิทธิภาพ 85.00/80.21
ชุดกิจกรรม ฯ ที่ 2 นักวิทยาศาสตร์น้อย	ประสิทธิภาพ 80.24/80.21
ชุดกิจกรรม ฯ ที่ 3 ภาพลวงตา	ประสิทธิภาพ 80.95/80.21
ชุดกิจกรรม ฯ ที่ 4 สั้นหรือยาว	ประสิทธิภาพ 81.19/80.21
ชุดกิจกรรม ฯ ที่ 5 แว่นขยาย	ประสิทธิภาพ 81.43/80.21
ชุดกิจกรรม ฯ ที่ 6 ร้อนๆเย็นๆ	ประสิทธิภาพ 80.24/80.21
ชุดกิจกรรม ฯ ที่ 7 ชั่งถูก – ตวงเป็น	ประสิทธิภาพ 80.00/80.21

2.4 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สร้างเอง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ จำนวน 10 สถานการณ์ ในแต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยข้อคำถามย่อยที่เกี่ยวข้องกัน 4 ข้อคำถาม โดยในสถานการณ์หนึ่งๆนักเรียนจะต้องตอบคำถามย่อยที่ 1 ถูกจึงจะได้รับการตรวจในคำถามย่อยที่ 2 , 3 และ 4 ต่อไป หากนักเรียนตอบคำถามย่อยที่ 1 ไม่ถูก จะไม่ได้รับการตรวจในคำถามย่อยที่ 2 , 3 และ 4 ตามลำดับ แบบทดสอบเป็นชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งได้ผ่านการตรวจแก้ไขลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก และความถูกต้องด้านภาษา โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์และการวัดผล จำนวน 3 คน แล้วนำไปหาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยวิธีการแจกแจงที (t – distribution) ได้ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้ออยู่ระหว่าง 2.15 – 8.44 จากนั้นจึงนำไปหาค่าความเชื่อมั่น โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.72

2.5 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 2 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สร้างเองโดยอาศัยหลักการของวัตสันและเกลเซอร์ ซึ่งได้ผ่านการตรวจแก้ไขลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก และความถูกต้องด้านภาษา โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์และการวัดผล จำนวน 3 คน แล้วนำไปหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27 % ของจุง เตห์ ฟาน ได้ค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.34 – 0.79 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.27 – 0.86 จากนั้นนำไปหาค่าความเชื่อมั่น โดยคำนวณจากสูตร KR –20 ของ คูเดอร์ – ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.76

2.6 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วิทยาศาสตร์เพื่อการสร้างสรรค์ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สร้างเอง เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ซึ่งได้ผ่านการตรวจแก้ไขลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด และความถูกต้องด้านภาษา โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์และการวัดผล จำนวน 3 คน แล้วนำไปหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27 % ของ จุง เตห์ ฟาน ได้ค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.31 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.91 จากนั้นนำไปหาค่าความเชื่อมั่น โดยคำนวณจากสูตร KR –20 ของ คูเดอร์ – ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.81

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังได้กล่าวมาแล้วในเรื่องการสุ่มตัวอย่าง

3.2. แนะนำวิธีการและบทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอน

3.3. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 จำนวน 2 คาบ 100 นาที ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ครั้งที่ 2 จำนวน 1 คาบ 50 นาที ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

3.4. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้งสองกลุ่มในเนื้อหาเดียวกัน เรื่อง วิทยาศาสตร์เพื่อการสร้างสรรค์ ระยะเวลาที่ใช้ในการสอนเท่ากัน คือ ใช้เวลากลุ่มละ 15 คาบ คาบละ 50 นาที ดังนี้

3.4.1 กลุ่มทดลอง ดำเนินการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

3.4.2 กลุ่มควบคุม ดำเนินการสอนตามคู่มือครู

3.5. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 จำนวน 2 คาบ 100 นาที ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ครั้งที่ 2 จำนวน 1 คาบ 50 นาที ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียนทั้ง 3 ฉบับ

3.6. ตรวจผลการสอบ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1 , ข้อ 2 และ ข้อ 3 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้ t - test for Independent samples

สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมมีความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

2. ความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมมีความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

อภิปรายผล

การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครู สามารถอภิปรายได้ดังนี้

1. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม มีค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู เหตุที่เป็นเช่นนี้ เพราะ

ประการแรก ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามไแนวคอนสตรัคติวิซึมที่พัฒนาขึ้นมานี้ ได้มีการปรับปรุงหาคุณภาพมาแล้ว กิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดขึ้นเป็นกิจกรรมปลายเปิดที่ทำให้นักเรียนได้พบปัญหาด้วยตนเอง มีโอกาสเข้าร่วมกิจกรรมอย่างทั่วถึง ได้ฝึกกระบวนการทำงานกลุ่ม และหาวิธีการแก้ปัญหาร่วมกันภายในกลุ่มของตน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้หาคำตอบอย่างอิสระ จากการระบุข้อสงสัย/ข้อคำถาม การหาสาเหตุของปัญหา การหาคำตอบของคำถาม การออกแบบการทดลอง การลงมือปฏิบัติการทดลอง รวมถึงการสรุปผลและนำเสนอคำตอบของปัญหาในรูปแบบของความรู้ใหม่ การที่ผู้เรียนได้มีเสรีภาพในการปฏิบัติและเรียนรู้ด้วยตนเองไปที่ละ

ขั้นตอนอย่างมีระบบ จึงส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าว ของ สมจิต สวธนไพบูลย์ (2535 : 34) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการคิดและนำไปปฏิบัติที่ละขั้นตอน เป็นการจัดโอกาสให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียน การที่นักเรียนมีเสรีภาพในการปฏิบัติ ได้คิดได้ออกแบบการทดลองด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี และเกิดทักษะในการปฏิบัติการทดลองด้วย สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของ จอห์น ดิวอี้ ที่กล่าวว่า การเรียนรู้จะเกิดได้ดีต้องเป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการปฏิบัติ และสอดคล้องกับปรัชญาการศึกษา ที่กล่าวถึงการเรียนรู้ว่า การเรียนที่จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเอง จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี และมีทักษะในการปฏิบัติกิจกรรมด้วย และจากการที่นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาเป็นประจำจากชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวแนวคอนสตรัคติวิซึมที่มีหลายชุด แต่ละชุดจะประกอบด้วยสถานการณ์ ใหม่พร้อมกับแนวทางการแก้ปัญหาที่ไม่ซ้ำกัน จึงช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาและค้นพบความรู้ใหม่ด้วยตนเองอยู่เสมอ สอดคล้องกับ ทฤษฎีการเรียนรู้ของ ธอร์นไดต์ เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึก (Law of Exercise) ได้กล่าวว่า สิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหรือกระทำบ่อย ๆย่อมทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องและสามารถทำได้ดีกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึก สอดคล้องกับผลงานวิจัย ของ ตันหยง อิ่มมาก (2537 : 101) ที่พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกที่ให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยกระบวนการแก้ปัญหากับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัย ของ รัตนะ บัวรา (2540 : 102) ที่พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากลักษณะของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปลายเปิด ให้ผู้เรียนมองเห็นสถานการณ์ซึ่งเป็นลักษณะของสิ่งเร้าทั้งหลาย ทำให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยอยากรู้ ประกอบกับการที่ผู้เรียนได้รับการฝึกฝนอยู่เสมอจากการปฏิบัติกิจกรรมการแก้ปัญหาด้วยตนเอง จึงส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดี

ประการที่สอง การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม เน้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สร้างบรรยากาศ ที่เป็นอิสระในการเรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิดอย่างเต็มที่ ให้ทุกคนได้มีส่วนรวมในการจัดกิจกรรม และกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง ให้เวลาในการคิด ไม่เร่งรัดหรือคาดคั้นคำตอบมากเกินไป ทำให้เกิดความรู้สึกเป็นกันเอง เป็นการสร้างความรู้สึกปลอดภัยในการเรียน จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ สอดคล้องกับแนวคิดของ ปรีชา อมาตยกุล (2528 : 53) ที่กล่าวว่า การสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน นอกจากนี้ในขณะที่เรียนเป็นกลุ่มนักเรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันในการอภิปราย เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาร่วมกัน มีการสื่อความหมายด้วยประโยคที่เข้าใจง่ายในระดับเดียวกัน ย่อมส่งผลให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหาดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัย ของ สมชัย อุ่นอนันต์ (2539 : 115) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมเทคโนโลยีในท้องถิ่นกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .01 จากลักษณะของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวซึมที่กระตุ้นให้นักเรียนมีอิสระในการที่จะพูดและแสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างเต็มที่ ส่งเสริมความคิดเชิงปฏิบัติของแต่ละบุคคล ส่งเสริมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำให้บรรยากาศในการเรียนการสอนมีความเป็นกันเอง และเป็นอิสระมากขึ้น จึงส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

ด้วยเหตุผลดังกล่าว เป็นการสนับสนุนข้อค้นพบที่ว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวซึมมีความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

2. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวซึมกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวซึมกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวซึม มีค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู เหตุที่เป็นเช่นนี้ เพราะ

ประการแรก ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวซึมเป็นสื่อการเรียนการสอน ที่มีการจัดลำดับขั้นตอนไว้อย่างชัดเจนและเป็นระบบ ทั้งส่วนที่เป็นเนื้อหาด้านวิทยาศาสตร์และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ ผู้เรียนได้ศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองทั้งหมด ซึ่งการเรียนการสอนที่เน้นตัวนักเรียนเป็นผู้เรียนด้วยตนเองเช่นนี้ ครูทำหน้าที่เป็นเพียงที่ปรึกษาและคอยให้คำแนะนำแก่นักเรียนเท่านั้น ขณะทำงานเป็นกลุ่ม ผู้เรียนจะถูกกระตุ้นให้ใช้การระดมพลังสมองในการแก้ปัญหาตามขั้นตอนต่างๆ เพราะเทคนิคการระดมพลังสมอง เป็นกิจกรรมของการรวมความคิดเห็นต่างๆ ที่เน้นถึงการให้มีการคิดพิจารณา ไตร่ตรอง ติดสัน และวิพากษ์วิจารณ์ได้อย่างเสรี โดยใช้เหตุและผลมาประกอบการพิจารณเพื่อตัดสินใจกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ถูกต้อง การระดมพลังสมองจึงเป็นการกระตุ้นให้ใช้ความคิดมากที่สุด อันจะนำไปสู่ความคิดที่มีระเบียบแบบแผน นอกจากนี้ การใช้สถานการณ์ในการยั่วยุให้เกิดปัญหาและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปฏิบัติตามที่วางแผนไว้ เป็นการช่วยดึงดูดความสนใจในการคิดของผู้เรียนให้เป็นไปอย่างมีเหตุผลและยังเป็นการจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ อยากเห็น กระตือรือร้นที่จะแสดงออกซึ่งความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังที่ สมจิต สวธนไพบูลย์ (2527: 30) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดสถานการณ์ยั่วยุให้นักเรียนเกิดการแก้ปัญหา เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออกอย่างอิสระ จะเป็นแนวทางในการพัฒนาความคิดของนักเรียนได้ สอดคล้องกับแนวคิดของ เครก (Graig. 1966 : 108-111) ที่กล่าวว่า เราสามารถพัฒนาความคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนได้ทุกระดับชั้น ซึ่งครูมีส่วนช่วยส่งเสริมและปรับปรุงให้ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิไลวรรณ ปิยะปกรณ์ (2535 : 84) พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนด้วย

การจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับนักเรียนได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งลักษณะการจัดกิจกรรมของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมที่เน้นการระดมพลังสมองและเร้าความสนใจของผู้เรียนด้วยสถานการณ์ใหม่อยู่เสมอ จึงส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณดีขึ้น

ประการที่สอง นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ได้ฝึกการคิดและการกระทำด้วยการได้ปฏิบัติจริง ทุกคนได้ทำงานตามอิสระตามความคิดของตนเอง แต่ละครั้งได้พบกับสถานการณ์ใหม่ เป็นการเร้าความสนใจ และจูงใจให้นักเรียนเกิดข้อสงสัย ต้องการค้นพบคำตอบ เห็นความสำคัญของตนเอง มีความสนุกสนานในการเรียน ไม่เขินอายในการตอบคำถาม ยินดีที่จะแสดงความคิดเห็นของตนต่อสมาชิกในกลุ่ม เป็นการสร้างความพอใจและแรงจูงใจแก่นักเรียน ทำให้เกิดการเรียนได้ดีขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของ ฮาร์เลส ที่กล่าวว่า แบบฝึกเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบสนองต่อสิ่งเร้า และการที่นักเรียนได้ฝึกคิดบ่อย ๆ จะทำให้นักเรียนมีความคิดวิจารณญาณสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัย ของ เบญจมาศ สันประเสริฐ (2535 : 80) ที่พบว่า ความคิดวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากลักษณะของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาทั้งรายบุคคลและเป็นกลุ่ม ส่งผลให้นักเรียนรู้จักคิด วิเคราะห์พิจารณา หาเหตุผล รู้จักไตร่ตรองอย่างรอบคอบ จึงทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงขึ้น

ด้วยเหตุผลดังกล่าว เป็นการสนับสนุนข้อค้นพบที่ว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมมีความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม มีค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวทยยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู เหตุที่เป็นเช่นนี้ เพราะ

ประการแรก การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงและเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นเองโดยการถ่ายโยงประสบการณ์ สิ่งแวดล้อมและความรู้เดิม เพื่อสร้างเป็นความรู้ใหม่ การเรียนการสอนเน้นบทบาทของผู้เรียนเป็นหลัก ครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้คอยให้คำปรึกษาแก่นักเรียนเท่า

นั้น จึงทำให้นักเรียนเกิดการเรียนได้ดีและมีความคงทนในการเรียนรู้ได้นานกว่า สอดคล้องกับแนวคิด ของ เพียเจท์ ที่เชื่อว่า สติปัญญาและความคิดเริ่มต้นพัฒนาจากการมีปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องกันระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อม ปฏิสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นกระบวนการปรับตัวของอินทรีย์กับสิ่งแวดล้อมภายนอกและการจัดรวบรวมภายในซึ่งเป็นกระบวนการที่มีความต่อเนื่อง ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้เกิดความสมดุลย์กับสิ่งแวดล้อม ส่วนความรู้ เพียเจท์ มองว่า เป็นสิ่งที่ถูกสร้างขึ้นโดยผ่านการกระทำ เด็กไม่ใช่ผู้นั่งรับความรู้แต่เป็นผู้แสวงหาความรู้ โดยการกระทำของตนเองเพื่อพัฒนาสติปัญญา พลังที่จะสร้างสติปัญญาต้องมาจากภายในตัวเด็กเอง กิจกรรมที่เป็นระบบและมีขั้นตอนตามลำดับ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและสามารถเชื่อมโยงความรู้จากสถานการณ์หนึ่งไปสู่อีกสถานการณ์หนึ่งได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุมาลี ดำรงไชย (2537 : 113) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองจากวัสดุในท้องถิ่นสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัย ของวิโรจน์ เฉลยสุข (2541: 75) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา ชีววิทยา เรื่อง "การหายใจ" ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และจากลักษณะของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ที่ส่งเสริมกระบวนการคิดและลงมือปฏิบัติจริงในทุกขั้นตอน จึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ดี

ประการที่สอง นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอน สตรัคติวิซึมมีการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมอยู่เสมอจากการทำแบบทดสอบท้ายกิจกรรม ซึ่งจัดเป็นแบบทดสอบย่อย เพื่อหาข้อบกพร่องของตนเองและเรียนรู้ที่จะแก้ไขข้อบกพร่องนั้น ช่วยให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่จะเรียนในชุดการเรียนต่อไป จากการศึกษาค้นคว้าของบลูม สรุปว่า ความรู้พื้นฐานดีแล้วจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัย ของ แสงศิริ ศิริมงคล (2529: 79) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ สุรสิงห์ นิรชร (2528 : 17) ที่ได้รวบรวมงานวิจัยเกี่ยวกับการทดสอบย่อยและนำมาสรุปได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการทดสอบย่อยบ่อยๆ ระหว่างเรียน จะมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่ไม่มีการทดสอบย่อย และจากการกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลองตามความคิดของนักเรียนเอง ทำให้นักเรียนเกิดความรักในวิชาวิทยาศาสตร์ จึงส่งผลให้เกิดการเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น ดังนั้นการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน ได้คิด และนำไปปฏิบัติทีละขั้นตอน ทราบผลการกระทำของตนเองเสมอ จึงเป็นการจัดโอกาสให้นักเรียนได้ประสบความสำเร็จในการเรียน (สมจิต สวธนไพบูลย์ . 2535 : 34) สอดคล้องกับ วุฒิชัย จำนงค์ (2532 : 4) กล่าวว่า การที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมเช่นนี้ จะทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพัฒนาไปตามแนวทางที่พึงประสงค์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ วัชรี เลี่ยนบรรจง (2539: 106) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้วยลักษณะของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคตติวิซึมที่มีการทดสอบ

ท้ายกิจกรรมทุกชุดกิจกรรมและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างอิสระ ได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้เข้าร่วมกิจกรรมอย่างทั่วถึง จึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

ด้วยเหตุผลดังกล่าว เป็นการสนับสนุนข้อค้นพบที่ว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ผลการวิจัยชิ้นนี้ เมื่อพิจารณาจากภาพรวม จะเห็นว่า การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และสามารถพัฒนาความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ ดังนั้น ครูผู้สอน ผู้บริหารและผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องทางการศึกษาควรส่งเสริมและสนับสนุนให้ครูผู้สอนได้ใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน และการจัดกิจกรรมวิชาวิทยาศาสตร์ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ต่อไป

1.2 ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม มีข้อดี คือ นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง สามารถทำตามขั้นตอนของชุดกิจกรรมตั้งแต่ต้นจนจบ ได้ฝึกการคิดและการกระทำอย่างเต็มที่ สนองตอบความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม สร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองในการเรียนการสอน สามารถใช้แทนครูได้ในยามที่ขาดแคลน ส่วนข้อเสียของชุดกิจกรรมนี้ คือ ระยะแรกนักเรียนยังไม่มีความพร้อม เนื่องจากยังไม่เคยชินกับการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม ต้องใช้ระยะเวลาในการปรับตัวพอสมควร จึงควรเพิ่มระยะเวลาในการเรียนการสอนให้มากขึ้น และด้วยนักเรียนในระดับนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งอยู่ในวัยที่ซุกซนชอบเล่น ดังนั้นครูผู้สอนจะต้องเตรียมความพร้อมในบทบาทของตนเอง โดยการศึกษาเนื้อหา และวิธีการภายในชุดกิจกรรมให้ละเอียด จัดเตรียมอุปกรณ์ การเสริมแรงเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียน รู้ และแนะนำบทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอนให้ชัดเจน ฝึกนักเรียนให้มีความรับผิดชอบ รู้จักแบ่งเวลา ฝึกการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยการกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่ม ให้มีการหมุนเวียนเปลี่ยนหน้าที่กันตลอดเวลา และเตรียมความพร้อมของนักเรียนในด้านการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเกิดความชำนาญในเรื่องดังกล่าวอย่างเพียงพอ ซึ่งจะทำให้การเรียนการสอนดำเนินไปได้อย่างราบรื่นและรวดเร็ว

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาผลการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอน สตรัคติวิซึมที่มีต่อความสามารถในการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เปรียบเทียบกับนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ และนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.2 ควรมีการศึกษาผลการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวคอนสตรัคติวซึมกับตัวแแปรตามอื่นๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กนกวรรณ โพธิ์ทอง. (2537). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผล*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์. (2528). *จิตวิทยาการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ศรีเดชา.

กรมวิชาการ. (2535). *จิตวิทยาการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ศรีเดชา.

กรรณิกา ไผทฉันท์. (2541). *ผลการใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมตามวิธีการวิจัยในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมในกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

กัญญา ทองมั่น. (2534). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

โกวิท ประวาลพฤกษ์. (2532). *สรุปคำบรรยายเรื่องรูปแบบการสอนความคิด ค่านิยม จริยธรรม และทักษะ*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัยยงค์ พรหมวงษ์. (2533). "การปรับปรุงการสอนตามแบบจุฬา," *เอกสารประกอบการประชุมการปฏิบัติงานตามโครงการอบรมอาจารย์ครั้งที่ 1-4*. ฝ่ายวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชุติมา วัฒนะคีรี. (มปป.). *การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2537). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 6 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ทบวงมหาวิทยาลัย. (2525). *การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ : คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (เล่ม 2).

ธัญญะ บุปผเวศและคณะ. (2534). *จิตวิทยาเบื้องต้น*. ขอนแก่น : ภาควิชาจิตวิทยาการศึกษา.

นิพนธ์ วงค์เกษม. (2534). *ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการคิดวิจารณญาณและความสนใจในเรื่องอาชีพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดดอนตูม จังหวัดราชบุรี*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.(การสอนวิทยาศาสตร์) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

นิพนธ์ ศุขปรีดี. (2525). *เทคโนโลยีทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิฆเณศ.

ประพฤติ ศีลพิพัฒน์. (2540). *การศึกษาผลของการใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ในค่ายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

ประวิตร ชูศิลป์. (2524). *"หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่," เอกสารนิเทศการศึกษา.* กรุงเทพฯ : ภาคพัฒนาตำราและเอกสาร หน่วยศึกษานิเทศน์ กรมการฝึกหัดครู.

ปราโมทย์ จันทร์เรือง. (2536). *การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเรียนการสอนกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อทักษะการคิดของนักเรียนระดับประถมศึกษา.* ปริญญานิพนธ์ ค.ด. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

ผุสดี ตามไท. (2531, กรกฎาคม - สิงหาคม.). "โฉมใหม่ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ม.ต้น ," *จันทรเกษม.* : 53-57.

พนัส หันนาคินทร์. (2521). *การศึกษาไทย.* กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช

พยอม ธรรมบุตร. (2535, กันยายน.). "เด็กไทยที่พึงประสงค์ในศตวรรษที่ 21 ," *มศว.ปทุมวัน.* : 43.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2538). *วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.* พิมพ์ครั้งที่ 6 กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์. (2536). *พัฒนาการทางพุทธิปัญญา.* กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพจิตร สดวกการ. (2539). *ผลการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายโยงความรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.* วิทยานิพนธ์ ค.ด. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2537). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

มะลิวรรณ วีระจิตต์. (2533). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอธิบายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

มลิวัลย์ สมศักดิ์. (2540). *รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนในโครงการขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ด (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

มังกร ทองสุขดี. (2522). *การวางแผนการเรียนการสอน.* กรุงเทพฯ : บัวหลวงการพิมพ์.

รัชนี บุญเรือง. (2535). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษปฏิบัติและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนโดยการประยุกต์กิจกรรมกลุ่มควบคุมคุณภาพกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

รัตนะ บัวรา. (2540). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2536). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้.* กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก.

ลัดดา สายพานทอง. (2535). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

วนิดา อยู่ยืน. (2539). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนตามคู่มือครู.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. (2533). *เพื่อพัฒนาการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์.

----------. (2540). *CONSTRUCTIVISM.* กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรรณา บุญฉิม. (2541). *ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านเหตุผลกับคตวามสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

วิชัย ดิสสระ. (2533). *การพัฒนาหลักสูตรและการสอน.* กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

วิชัย วงษ์ใหญ่. (2541, พฤศจิกายน - ธันวาคม.). "โรงเรียนพัฒนากระบวนการคิด (Thinking School)," *ศึกษาศาสตร์.* 48(21) : 2.

วิภาภรณ์ เตโชชัยวุฒิ. (2533). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยชุดการเรียนด้วยตนเองแบบสืบเสาะหาความรู้กับการเรียนแบบปกติ.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

วิไลพร คำเพราะ. (2538). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

วิไลวรรณ ปิยะปกรณ์. (2535). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

วีระ ไทยพานิช. (2529). *57 วิธีการสอน.* กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วีระชาติ สวนไพรินทร์. (2531). *การสอนวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ : โครงการตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศศิธร จิตตพุทธ. (2539). *ปัจจัยที่สัมพันธ์กับความสามารถในการคิดวิจารณญาณของนักศึกษาสถาบันการศึกษาเอกชนในเขตกรุงเทพมหานคร.* วิทยานิพนธ์ วท.ม. (วิทยาศาสตร์) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.

สมจิต สมัตถพันธ์. (2535). *"สอนอย่างไรจึงพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน," การพัฒนาความสามารถพิเศษวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของเด็กและเยาวชน.* กรุงเทพฯ : 1-5

สมจิต สวธนไพบูลย์. (2527). *สมรรถภาพการสอนของครู : การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์.* กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

———— (2532). *"เทคนิคการจัดการเรียนการสอนคณะวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ," เทคนิคการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศนก์ สำนักงานการศึกษาเอกชน.

————. (2535). *ธรรมชาติวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

————. (2541). *เอกสารคำสอนวิชา กว.571 ประชุมปฏิบัติการการสอนวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สมชัย อุ่นอนันต์. (2539). *การศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมเทคโนโลยีในท้องถิ่นที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 .* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

สมชัย อุมะวรรณ. (2532). *ผลของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.* วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

สมปัญญา ศรีภคนานนท์. (2535). *การศึกษาความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

สมสุข โถวเจริญ. (2541). *ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาพยาบาลบรมราชชนนี ภาคใต้.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม (จิตวิทยาพัฒนาการ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

สาคร ธรรมศักดิ์. (2541). *ผลการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2539). *แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2540-2544).* กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี.

สิปปนนท์ เกตุทัต. (2541, พฤษภาคม.). "แนวความคิดเกี่ยวกับทิศทางและนโยบายด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาของประเทศไทย ," *วิชาการ.* 1(5) : 3.

สุวัฒน์ นิยมค้า. (2531). *ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้.* กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุคส์ เซ็นเตอร์.

อนันต์ เลขวรรณวิจิตร. (2538). *ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้วีดิทัศน์วิชาวิทยาศาสตร์คหกรรมและศิลปหัตกรรม สำหรับนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

อรุณี เมฆาธร. (2535). ผลการใช้รูปแบบการสอนโดยการฝึกแบบสืบเสาะหาความรู้กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

อุษา คำประกอบ. (2530). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

อุษณีย์ โพธิสุข. (2537). *เอกสารประกอบการสอน กพ 554 วิธีสอนเด็กปัญญาเลิศ.* ภาควิชาการศึกษาพิเศษ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

อรพรรณ บุญลือธวัชชัย. (2538). "การเรียนการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดวิจารณญาณของพยาบาลศาสตร์," *พยาบาลศาสตร์.* กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรพรรณ พรสีมา. (2539). *รายงานการวิจัยเรื่องการสัมมนาด้านการคิดและสังคมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนในโครงการนำร่องศูนย์พัฒนาอัจฉริยภาพเด็กและเยาวชน.* ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

Balacheff, N . (1991,). "Treatment of refutation : Aspeets of the complexity of a constructivist approach to mathametics learning. In E von Glasersfeld (ed.)," *Radical constructivism in mathematics education.* Dorodreeht, The Natherlands : Kluwer Academic : 89-110.

Beyer B. K. (1985, April). "Teaching Critical Thinking : A Direct Approach," *Socail Education.* 14(8): 297 -303.

Blatiste, Eleanor Christal. (1981, July). "The relationship between direct Instruction in Thinking Skills and growth in cognitive development," *Dissertation Abstract International.* 42(6) : 3065 A.

Bloom, Benjamin S . (1976). *Human Characteristics and School Learning.* New York : McGraw-Hill Book Co.

----------. (1956). *Taxonomy of Educational Objective Hand Book I : Cognitive Domain.* New York : David Mac kay Company,Inc.

Bruner, Jerome S . (1966). *Studies in Cognitive Growth : A Collaboration at the Center for Cognitive Studies.* New York : John Wiley and Sons.

Butts, Davis D . (1974). *The teacher of Science A Self Directed Planning Guide.* New York : Harper & Row Publisher.

Cobb, P . (1994,). "Where is the Mind? Constructivist and Sociocutural Perspective on Mathematical Development," *Education Researcher.* 23(7) : 13-20.

Cobb,P., Wood T.and Yaekel,E (1991,). "A constructivist approach to second grade mathematics. In E von Glasersfeld (ed.)," *Radical constructivism in mathematics education.* Dorodreeht, The Natherlands : Kluwer Academic : 157-176.

Confrey, J . (1991,). "Learning to listen : A student"s understanding of powers of ten. In E von Glasersfeld (ed.)," *Radical constructivism in mathematics education.* Dorodreeht, The Natherlands : Kluwer Academic : 119-138.

Craig Geralds. (1996). *Science for the Elementary Teacher.* Massachusett : Blaisdell.

Cudney, Shirley A. . (1975, November). "Mediated Self-Instruction of Basic Nursing Skill," *Audiovisual Instruction*. 34(11) : 245 – 311 ; November , 1975.

Davis, Maynord . (1979, January). "The Effectiveness of a Guided- Inquiry Discovery Approach in an Elementary School Science Curriculum," *Dissertation Abstracts International*. 39(1) : 4161-A.

Devito, Alfred . and Krockover, Genard H . (1976). *Creative Science Ideas.*, New York : Brow and Company.

Dewey, John . (1929). *Experience and nature*. Calcutta : Oxford Book.

Driver, R and Bell, B. (1986). "Students'thinking and the learning of science: A constructivist view," *The School Science Review*. 67(24) : 443-456.

Ennis, Robert H . (1967). "A Concept of Critical Thinking Approach Basic for Research in The Teaching and Evaluation of Critical Thinking Ability," *Psycological Concept in Education*. Chicago : Mcnall and Company.

Eniaiyeju, Paul A . (1983, November). "The Comparative Effects of Teacher-Demonstration and Self-Paced Instruction on Concept Acquisition and Problem-Solving Skill of College Level Chemistry Student," *Journal of Research in Science Teaching*. 39 (11) : 873 – 916.

Fan, Chung The. (1952). *Item Analysis Table*. New Jersey : Educational Services.

Foss, Margaret Louise. (1995, January). "An Investigation into The Critical Thinking of Elementary School Students," *Dissertation Abstracts International*. 55(1) : 3270 A.

Gabrielli, Ralph D. (1972, April). "A Study of the Characteristics of Pre – Service Teachers Indentified on and Experimental Instrument as High or Low in Problem – Solving Ability," *Dissertation Abstracts International*. 32(4) : 5650 -A.

Gagne', R M. (1970). *The Condition of Learning*.(2d.ed.) New York : Holt Rinehart amd Winstin,Inc.

Gaier, B. L. (1953,). "The Role of knowledge in Problem-Solving," *Progressive Education*. 30(15) : 138-141.

Gilbert, J. K., R.J. Osbone and P.J. Fensham,. (1982). "Childern's Science and its Consequnces for Teaching," *Science Education*. 66 : 623-633.

Gilbert, J.K.,D.M. Walts and R.T. Osborne. (1982). "Students'Conceptions of Ideas in Machanice," *Phisics Education*. 17(43) : 62-66.

Goldstein, Joseph J. (1949,). "Thinking Can be Learned," *Educational Leadership*. 6.

Good, G V. (1973). *Dictionary of Education*. New York : Mc. Graw - Hill Book,Inc.

Green, Eroc . (1976). *Towards Independent Leaning in Science.*, London : Billing snd Sons.Limited.

Guiford, J.P . (1967). *The Nature of Human Intelligence.*, New Jersey : McGraw-Hill,Book Company.

----------. (1968). *The Nature of Human Intelligence.* New York : Mc Graw Hill Book Co.

Hewson, P.and M.Hewson. (1988,). "Aan appropriate Conception of teaching science: A view form the studies of science learning," *Science Education.* 72(5) : 597-614.

Houston, W.Robert. and others. (1972). *Developing Instruction Modules, A Modular System for Writing Modules.* Texas : University of Houston.

Hudgin, Bryce B. (1977). *Learning and Thinking.* Illinois : F.E. Peacock.

James, W . (1975). *Pragmatism.* Cambridge, Mass : Harvard University.

Kapffer, Phillip . and Mirion Kapfer, . (1972). *Learning Package in American Education.* New Jersey : Educational Technology Publication.

Lumpkin , Cunthia Rolen. (1990, February). "Effect of Teaching Critical Thinking Skills on the Critical Thinking Ability, Achievement, and Retention of Socail Studies Content by Fifth and Sixth - Graders (Fifth- Graders)," *Dissertation Abstracts International.* 51(2) : 1084 A.

Minstrell, J. (1982,). "Explaining the Wat Rest condition of on object," *The Physics Teacher.* 20(11) : 10-14.

Nabors, D G. (1975, December). "A Comparative Study of Academic Achievement and Problem-Solving Abilities of Black Pupils at the Intermidiate Level on Computer-Supported Instruction and Self – contained Instructional Program," *Dissertation Abstracts International.* 36(12) : 3241-3242-A.

Nelson, Leslie W . and Geoge, C Lorgbeer. (1975). *Science Activities for Elementary Children.* Iowa : WM.C. Broom Company Publishers.

Noddings, N . (1990,). "Constructivism in mathematics education In R.B. Davis, C.A. Maher,and N. Noddings (eds)," *Constructivist views on the teaching and learning of mathematics,.* 7(4) : 7-18.

Novik, Ruth . (1981, September). "A Study of the relationship between two fielded of inquiry and implication for science Education," *Dissertation Abstract International.* 42(9) : 1087 - A.

Olarinoye, Rappel Dale. (1978, February). "A comparative Study of the Effectiveness of Three Methods of Teaching A Secondary School Physic Corces in Nigerian Secondary School," *Dissertation Abstracts International.* 39(2) : 4848-A.

Osborne, R J B.F.Bell and J.K. Gilbert (1983,). "Science Teaching and Children's View of the World," *European Journal of Science Education.* 5(1) : 1-14.

Osborne, R J. (1982,). "Conceptual Change-for Pupils and Teachers," *Research in Science Education*. 12(8) : 25-31.

Osborne, R. J. and R, Freyberg . (1985). *Learning in science : The implications of childrens' science*. Auckland,N.Z : Heinemann.

Piaget, J . (1970). *The Origins of Intelligence in Children*. New York : W.W.Norton.

---------- . (1965). *Judgement and reasoning in the child*. London: Routledge & Kegan paul.

Shaffer, david R. (1985). *Developmental Psychology : Thoery, Research and Applications*. Montacy: Wad worth Inc.

Shaftel, Fannio T. and George Straftel, . (1982). *Role Playing in the Curriculum*. New Jersey : Englewood Cliffs,Prentice-Hall Inc.

Sund , Robert B. (1976). *Piaget for Education A Multimedia Program*. Ohio : Charles E.Merrill Publishing Company , A Bell & Howell Company.

Sutherland, P . (1992). *Cognitive development Today: Piaget and his critics*. London : Paul Chapman.

Throndike, Robert L . (1965). *Animal Intelligence,Psychology Monograph,8:2 , quoted in Gary A Davis. Psychology of Problem-Solving : Theory and Practice*. New York : Basic Book Inc.,Publisher.

Torrance, E.P. (1965). *Rewarding Creative Behavior.*, New Jersey : Englewood Cliffs, N.J. : Prentice Hall.

Underhill, R. G. (1991,). "Two layers of constructivist curricular interaction. In E von Glasersfeld (ed.)," *Radical constructivism in mathematics education*. Dorodreeht, The Natherlands : Kluwer Academic.46(3) : 229-248.

Vivas, David A . (1985, September). "The Design and Evaluation of a Course in Thinking Operations for First Grade in Venezuela (Cognitive , Elementary Learning)," *Dissertation Abstracts International*. 46(3) : 603.

Von , Glasersfeld ,E . (1991). *Radical constructivism in mathematics education*. Dorodreeht, The Natherlands : Kluwer Academic.

----------. (1989). *Constructivism in education In the International Encyclopaedia of Education : Research and Studies*. New York : Pergamen Press.

Watson, G. and Edward, M. Glasre. (1964). *Watson - Glaser Critical Thinking Appraisal Manaul for Ym and Zm.* New York : Harcovrt Brace and world.

Wilson, Cynthia Lovise . (1996, August). "An Analysis of a Direct Instruction Produce in teaching Word Problem-Solving to Learning Disabled Student," *Dissertation Abstracts International*. 50(2) : 416.

Yinger,R.J. (1988) . "Can We really teach them to think?, " *The forstering Critical Thinking.* San Francisgo : Jassey.

Youngs, Richard C . (1970, February). "The Murturance of Independence and Learning in Fourth Grade Children Through Inquiry Development : Final Report," *Research in Educational* . 5(2) : 53.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ

1. ผศ. ดร. ดิลก ดิลกานนท์	สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มศว.ประสานมิตร ตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. ดร. สมปรารถนา วงษ์บุญหนัก	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มศว.ประสานมิตร ตรวจแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
3. ดร. บุญชู ชลัษเสฐียร	กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
4. อาจารย์มาลินี มณีธวัช	กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
5. อาจารย์ธัญญา เรืองแก้ว	กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
6. อาจารย์อรางลักษณ์ มณีศิริ	กองแผนงาน กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ตรวจแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม
7. อาจารย์ลัดดา สายพานทอง	โรงเรียนบางปะแก้วพิทยาคม จังหวัดสมุทรปราการ ตรวจแบบทดสอบวัดความสมารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
8. อาจารย์สุนทรี วัฒนพันธ์	โรงเรียนโพธิ์ทอง (จินดามณี) จังหวัดอ่างทอง ตรวจแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ภาคผนวก ข
ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

ตาราง 9 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IC	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1	21	0	1	1	0.67
2	0	1	1	0.67	22	0	1	1	0.67
3	1	1	1	1	23	1	1	1	1
4	1	1	0	0.67	24	1	1	1	1
5	0	1	1	0.67	25	1	1	1	1
6	1	1	1	1	26	1	1	1	1
7	1	1	0	0.67	27	1	1	1	1
8	1	1	1	1	28	1	0	1	0.67
9	1	1	1	1	29	0	1	1	0.67
10	1	1	1	1	30	1	1	0	0.67
11	1	1	1	1	31	1	1	1	1
12	1	1	1	1	32	0	1	1	0.67
13	1	1	0	0.67	33	1	0	1	0.67
14	1	1	0	0.67	34	1	1	1	1
15	0	1	1	0.67	35	1	1	0	0.67
16	0	1	1	0.67	36	0	1	1	0.67
17	1	1	1	1	37	1	1	1	1
18	1	1	1	1	38	0	1	1	0.67
19	1	1	1	1	39	1	0	1	0.67
20	1	1	1	1	40	1	1	1	1

ตาราง 10 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IC	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1	21	1	1	1	1
2	1	1	1	1	22	1	1	1	1
3	1	1	1	1	23	1	1	1	1
4	1	1	1	1	24	1	1	1	1
5	1	1	1	1	25	1	1	1	1
6	1	1	1	1	26	1	1	1	1
7	1	1	1	1	27	1	1	1	1
8	1	1	1	1	28	1	1	1	1
9	1	1	1	1	29	1	1	1	1
10	1	1	1	1	30	1	1	1	1
11	1	1	1	1	31	1	1	1	1
12	1	1	1	1	32	1	1	1	1
13	1	1	1	1	33	1	1	1	1
14	1	1	1	1	34	1	1	1	1
15	1	1	1	1	35	1	1	1	1
16	1	1	1	1	36	1	1	1	1
17	1	1	1	1	37	1	1	1	1
18	1	1	1	1	38	1	1	1	1
19	1	1	1	1	39	1	1	1	1
20	1	1	1	1	40	1	1	1	1

ตาราง 11 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IC	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	0	1	1	0.67	21	1	1	1	1
2	1	1	1	1	22	1	1	1	1
3	0	1	1	0.67	23	1	0	1	0.67
4	1	1	0	0.67	24	1	1	1	1
5	1	1	0	0.67	25	1	1	1	1
6	1	1	1	1	26	1	1	1	1
7	1	1	1	1	27	1	1	1	1
8	1	1	0	0.67	28	1	1	1	1
9	0	1	1	0.67	29	1	1	1	1
10	1	1	1	1	30	1	1	1	1
11	1	1	1	1	31	0	1	1	0.67
12	1	1	1	1	32	1	1	1	1
13	0	1	1	0.67	33	1	1	0	0.67
14	0	1	1	0.67	34	1	0	1	0.67
15	1	0	1	0.67	35	1	1	1	1
16	1	1	1	1	36	1	1	1	1
17	1	1	0	0.67	37	1	1	1	1
18	1	1	1	1	38	0	1	1	0.67
19	1	1	1	1	39	1	1	1	1
20	1	1	1	1	40	1	0	1	0.67

ภาคผนวก ค
ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ตาราง 12 แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สถานการณ์ที่	ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก(t)	สถานการณ์ที่	ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก (t)
1	1	2.77	6	21	2.77
	2	4.40		22	4.73
	3	3.00		23	4.00
	4	15.45		24	6.00
2	5	3.08	7	25	5.45
	6	5.45		26	2.29
	7	4.31		27	2.67
	8	2.17		28	6.00
3	9	8.44	8	29	6.40
	10	3.00		30	8.44
	11	6.00		31	5.45
	12	2.50		32	5.45
4	13	5.09	9	33	8.00
	14	2.15		34	5.09
	15	2.50		35	5.82
	16	3.20		36	2.21
5	17	3.60	10	37	5.09
	18	4.00		38	5.09
	19	3.00		39	2.15
	20	3.69		40	4.33

มีค่าความเชื่อมั่น 0.72

ตาราง 13 แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ข้อ	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อ	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.57	0.59	21	0.52	0.52
2	0.34	0.64	22	0.67	0.84
3	0.40	0.53	23	0.70	0.59
4	0.46	0.41	24	0.64	0.86
5	0.75	0.78	25	0.58	0.49
6	0.73	0.32	26	0.68	0.83
7	0.75	0.78	27	0.75	0.78
8	0.45	0.69	28	0.73	0.66
9	0.56	0.76	29	0.54	0.48
10	0.56	0.30	30	0.75	0.78
11	0.56	0.76	31	0.77	0.49
12	0.57	0.27	32	0.38	0.78
13	0.52	0.58	33	0.49	0.64
14	0.56	0.46	34	0.79	0.31
15	0.67	0.84	35	0.46	0.34
16	0.62	0.61	36	0.52	0.58
17	0.48	0.44	37	0.68	0.62
18	0.66	0.65	38	0.64	0.47
19	0.67	0.84	39	0.75	0.78
20	0.43	0.59	40	0.59	0.31

มีค่าความเชื่อมั่น 0.76

ตาราง 14 แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ข้อ	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อ	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.42	0.42	21	0.74	0.79
2	0.35	0.20	22	0.55	0.91
3	0.74	0.79	23	0.54	0.41
4	0.67	0.32	24	0.32	0.72
5	0.70	0.48	25	0.55	0.69
6	0.59	0.64	26	0.38	0.61
7	0.31	0.29	27	0.68	0.62
8	0.58	0.34	28	0.77	0.76
9	0.48	0.58	29	0.54	0.27
10	0.44	0.51	30	0.75	0.52
11	0.30	0.59	31	0.59	0.31
12	0.44	0.31	32	0.32	0.83
13	0.62	0.87	33	0.68	0.62
14	0.46	0.55	34	0.80	0.73
15	0.35	0.66	35	0.46	0.48
16	0.63	0.68	36	0.35	0.36
17	0.70	0.59	37	0.46	0.41
18	0.56	0.76	38	0.58	0.34
19	0.35	0.66	39	0.60	0.71
20	0.48	0.52	40	0.64	0.63

มีค่าความเชื่อมั่น 0.81

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่เป็นสถานการณ์จำนวน 10 สถานการณ์ ซึ่งแต่ละสถานการณ์มีคำถามย่อยอยู่ 4 คำถาม รวมทั้งหมดมี 40 ข้อ
2. ให้นักเรียนเขียนชื่อ – นามสกุล ชั้น ห้อง และโรงเรียนลงในกระดาษคำตอบ
3. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์แล้วใช้ข้อมูลในสถานการณ์นั้นตอบคำถามโดยเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อละคำตอบเดียวแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ
4. ถ้าต้องการเปลี่ยนแปลงคำตอบ ให้นักเรียนขีดเส้นทับที่คำตอบเดิม ดังนี้ ✳ แล้วทำเครื่องหมาย X ลงบนคำตอบที่ต้องการ
5. ห้ามนักเรียนทำเครื่องหมายใด ๆลงในแบบทดสอบนี้
6. เมื่อหมดเวลาให้นักเรียนคืนแบบทดสอบและกระดาษคำตอบแก่อาจารย์ผู้ควบคุมสอบ

สถานการณ์ที่ 1

สมพรปลูกบ้านไม้ชั้นเดียว ใต้ถุนสูง และทำรางน้ำเป็นรูปทรงกระบอกตั้งรับลมอยู่กลางทุ่งนา ในเวลากลางคืนลมจะพัดแรงมาก และมีเสียงหวีดดังหนวกหูรบกวนให้นอนไม่หลับอยู่เสมอ

1. ปัญหาในสถานการณ์นี้ คืออะไร
   - ก. นอนไม่หลับ
   - ข. เกิดเสียงดังรบกวน
   - ค. บ้านตั้งอยู่กลางทุ่งนา
   - ง. ลมพัดแรงมากในเวลากลางคืน
2. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร
   - ก. บ้านมีใต้ถุนสูงตั้งอยู่กลางทุ่ง
   - ข. บ้านไม้ชั้นเดียว ใต้ถุนสูงมาก
   - ค. เสียงลมพัดผ่านต้นข้าวกลางทุ่งนา
   - ง. เสียงลมพัดผ่านเข้าไปในรางน้ำทรงกระบอก
3. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร
   - ก. เปิดวิทยุกลบเสียงที่ดังรบกวน
   - ข. สอบถามชาวบ้านเพื่อหาที่มาของเสียง
   - ค. หาวัสดุไปปิดที่ปากกระบอกของรางน้ำ
   - ง. ปิดประตูหน้าต่างให้หมดในเวลากลางคืน
4. จากวิธีที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร
   - ก. ได้รับความบันเทิงจากการฟังวิทยุ
   - ข. เสียงดังรบกวนในเวลากลางคืนลดน้อยลง
   - ค. ไม่หวาดกลัวเมื่อได้ยินเสียงหวีดดังรบกวน
   - ง. ได้ทราบข้อมูลที่แท้จริงของเสียงที่ดังในเวลากลางคืน

สถานการณ์ที่ 2

บ้านของสุดาตั้งอยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ซึ่งปล่อยควันรบกวนไปทั่วบริเวณนั้น และสุดาพบว่า ต้นกุหลาบในสนามหน้าบ้านไม่ค่อยเจริญเติบโต ทั้งๆที่สนามหญ้ายังคงสภาพที่สมบูรณ์อยู่ เมื่อสุดาสังเกตที่ต้นกุหลาบอย่างใกล้ชิดก็พบว่า มีละอองสีดำเล็กๆปกคลุมไปทั่วทั้งส่วนที่เป็นใบ

5. ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร
   - ก. ต้นกุหลาบไม่เจริญเติบโต
   - ข. บ้านสกปรกเพราะเขม่าจากโรงงาน
   - ค. สนามหญ้ามีความสมบูรณ์มากเกินไป
   - ง. โรงงานอุตสาหกรรมปล่อยควันรบกวน

6. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร
   - ก. บ้านอยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรม
   - ข. ขาดคนดูแลสนามหญ้าและต้นกุหลาบ
   - ค. ควันจากโรงงานลอยมาติดใบของกุหลาบ
   - ง. ปล่องไฟของโรงงานมีเขม่าสีดำติดอยู่มาก

7. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
   - ก. จ้างคนดูแลสนามหญ้าและต้นไม้
   - ข. เสนอแนะให้โรงงานควบคุมมลพิษ
   - ค. ย้ายบ้านออกไปให้ไกลจากโรงงาน
   - ง. รดน้ำที่ลำต้นและใบของต้นกุหลาบทุกวัน

8. จากการที่นักเรียนได้เสนอวิธีการเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จากเป็นอย่างไร
   - ก. มีสนามหญ้าที่สวยงาม
   - ข. บ้านสะอาดปราศจากเขม่าควัน
   - ค. ต้นกุหลาบเจริญเติบโตต่อไปได้
   - ง. บ้านอยู่ไกลจากโรงงานอุตสาหกรรมมาก

สถานการณ์ที่ 3

ครอบครัวของมะลิมีสมาชิกทั้งหมด 5 คน คือ พ่อ แม่ พี่ มะลิ และน้อง ทุกคนในครอบครัวยกเว้นมะลิ ชอบกินอาหารที่มีรสจืดและรับประทานอาหารพวกเป็ด ไก่ เนื้อหมู ไม่รับประทานผักและผลไม้ ต่อมามะลิสังเกตเห็นว่า คนในครอบครัวของเธอมีเลือดออกตามไรฟัน แต่ตัวเธอไม่เป็น

9. ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร
   - ก. ทำไมมะลิไม่มีเลือดออกตามไรฟัน
   - ข. การมีเลือดออกตามไรฟันป้องกันได้อย่างไร
   - ค. ทำไมคนในครอบครัวของมะลิจึงมีเลือดออกตามไรฟัน
   - ง. ในผักและผลไม้มีอะไรที่ทำให้มะลิไม่มีเลือดออกตามไรฟัน

10. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร
   - ก. กินแต่อาหารที่มีรสจืด
   - ข. รับประทานแต่เนื้อสัตว์
   - ค. การไม่รับประทานผักและผลไม้
   - ง. กรรมพันธ์ทำให้มีอาการเลือดออกตามไรฟัน

11. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาจากสถานการณ์นี้อย่างไร
   - ก. กินอาหารพวกผักและผลไม้
   - ข. ให้ทุกคนฝึกกินอาหารที่มีรสจัด
   - ค. ต้องเอาใจใส่เรื่องการกินอาหารให้ถูกต้อง
   - ง. แนะนำถึงประโยชน์ของอาหารประเภทต่างๆ

12. จากวิธีการที่นักเรียนนำเสนอเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร
   - ก. ทุกคนกินอาหารที่มีรสจัดได้
   - ข. ทุกคนจะอ้วนท้วนสมบูรณ์แข็งแรง
   - ค. ทุกคนมีความรู้เรื่องอาหารประเภทต่างๆ
   - ง. ทุกคนหายจากการมีเลือดออกตามไรฟัน

สถานการณ์ที่ 4

ที่ดินแปลงหนึ่งอยู่ติดริมแม่น้ำ ทุกปีเมื่อมีการวัดเนื้อที่ พบว่าเนื้อที่ของบริเวณนี้ลดลงโดยเฉพาะเนื้อที่บริเวณใกล้กับฝั่งแม่น้ำที่เป็นที่โล่ง

13. ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร
    - ก. แม่น้ำสายนี้เปลี่ยนทางเดิน
    - ข. น้ำในแม่น้ำมีปริมาณเพิ่มขึ้น
    - ค. เนื้อที่ของที่ดินแปลงนี้ลดลง
    - ง. ที่ดินแปลงนี้อยู่ใกล้แม่น้ำมากเกินไป
14. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร
    - ก. น้ำกัดเซาะดิน
    - ข. ฝนไม่ตกทำให้น้ำลดลง
    - ค. การตัดต้นไม้มากเกินไป
    - ง. การสร้างเขื่อนกั้นน้ำทำให้น้ำเพิ่มขึ้น
15. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
    - ก. ปลูกต้นไม้ริมตลิ่ง
    - ข. ทำรั้วกั้นแนวริมตลิ่ง
    - ค. ขนดินจากที่อื่นมาถมริมตลิ่ง
    - ง. ให้เขื่อนปล่อยน้ำปริมาณน้อยลง
16. จากวิธีการที่นักเรียนนำเสนอเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร
    - ก. ปริมาณน้ำในแม่น้ำลดลง
    - ข. ที่ดินแปลงนี้เพิ่มขึ้นทุกปี
    - ค. ที่ดินแปลงนี้ไม่เปลี่ยนแปลง
    - ง. แม่น้ำสายนี้จะมีขนาดกว้างกว่าเดิม

สถานการณ์ที่ 5

ชาลีเลี้ยงปลาทองตัวผู้และตัวเมีย จำนวน 3 ตัว ไว้ในขวดโหล โดยให้ลูกน้ำเป็นอาหาร ปรากฏว่าเลี้ยงได้ 4 วัน ปลาทองตาย 1 ตัว วันที่ 5 ปลาทองตายอีก 2 ตัว โดยปลาทองทั้งหมดจะท้องแตกตาย

17. ปัญหาในสถานการณ์นี้ คืออะไร
    - ก. ปลาทองตายเพราะอะไร
    - ข. ปลาทองกินอะไรเป็นอาหาร
    - ค. ทำไมปลาทองจึงท้องแตกตายทุกตัว
    - ง. เพราะเหตุใดปลาทองตัวผู้จึงไล่กัดปลาทองตัวเมีย

18. สมมติฐานในสถานการณ์นี้คืออะไร
    - ก. โหลมีขนาดเล็กเกินไป
    - ข. น้ำที่ใช้เลี้ยงปลาทองเริ่มเน่า
    - ค. ปลาทองกินอาหารมากเกินไป
    - ง. ปลาตัวผู้กัดกันเพื่อแย่งตัวเมีย

19. นักเรียนจะมีวิธีการพิสูจน์หรือทดสอบสมมติฐานได้อย่างไร
    - ก. ให้ลูกน้ำเป็นอาหารปลาน้อยลง
    - ข. แยกปลาตัวผู้และตัวเมียออกจากกัน
    - ค. ปรับปรุงคุณภาพของน้ำโดยใช้น้ำฝนแทนน้ำประปา
    - ง. เพิ่มขนาดของโหลเลี้ยงปลาให้ใหญ่ขึ้นแล้วให้อาหารเหมือนเดิม

20. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีพิสูจน์หรือทดสอบสมมติฐาน ถ้าผลการทดสอบเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ นักเรียนจะสรุปเป็นความรู้นำไปใช้อย่างไร
    - ก. กำหนดปริมาณอาหารที่จะใช้เลี้ยงปลาได้อย่างเหมาะสม
    - ข. เมื่อจะเลี้ยงปลาควรมีการศึกษาลักษณะนิสัยของปลาที่จะเลี้ยง
    - ค. เมื่อจะเลี้ยงปลา ขนาดของโหลที่เลี้ยงควรสมดุลกับจำนวนปลา
    - ง. น้ำที่ใช้เลี้ยงปลาควรจะมีสภาพพอเหมาะกับชนิดของปลาที่จะเลี้ยง

สถานการณ์ที่ 6

น้อยปลูกต้นนางกวักไว้ในกระถาง บำรุงอย่างดี แล้วนำกระถางไปตั้งไว้สนามริมหน้าบ้าน เมื่อเวลาผ่านไป 2-3 สัปดาห์ ปรากฏว่า ต้นนางกวักค่อยๆเหี่ยวเฉาลงเรื่อยๆ น้อยจึงนำกระถางต้นนางกวักมาวางไว้ในบริเวณริมชายคาบ้าน ปรากฏว่า 1 เดือนต่อมา ต้นนางกวักค่อยๆสดชื่นขึ้นและออกใบเขียวแข็งแรงเต็มที่

21. ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร
    - ก. ต้นนางกวักสดชื่นและออกใบเขียวได้อย่างไร
    - ข. ทำไมต้นนางกวักจึงแข็งแรงเมื่อปลูกใต้ชายคา
    - ค. มีอะไรเกิดขึ้นกับต้นนางกวักเมื่อปลูกอยู่ริมสนามหญ้า
    - ง. ทำไมจึงต้องใส่ปุ๋ยให้ต้นนางกวักเมื่อปลูกอยู่ริมสนามหญ้า

22. สมมติฐานของปัญหาในสถานการณ์นี้ คืออะไร
    - ก. ต้นนางกวักเจริญเติบโตดีในที่ร่ม
    - ข. ต้นนางกวักมีอายุมากจึงเหี่ยวเฉาลง
    - ค. ต้นนางกวักขาดแร่ธาตุจึงไม่แข็งแรง
    - ง. ปุ๋ยที่ใส่ให้ต้นนางงกวักเป็นปุ๋ยที่เสื่อมสภาพ

23. นักเรียนจะมีวิธีการพิสูจน์หรือทดสอบสมมติฐานได้อย่างไร
    - ก. เปลี่ยนต้นนางกวักใหม่และใส่ปุ๋ยที่ตรวจสอบคุณภาพแล้ว
    - ข. นำปุ๋ยที่ใส่ต้นนางกวักไปตรวจสอบว่าเป็นปุ๋ยที่เสื่อมคุณภาพหรือไม่
    - ค. นำต้นนางกวักไปไว้ริมสนามหญ้าอีกครั้งเพื่อดูว่าจะเหี่ยวเฉาอีกหรือไม่
    - ง. ปลูกต้นนางกวักในบริเวณที่มีการกันกันแสงแดดกับที่ไม่มีการกันแสงแดดเปรียบเทียบกัน

24. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีพิสูจน์หรือทดสอบสมมติฐาน ถ้าผลการทดสอบเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ นักเรียนจะสรุปเป็นความรู้นำไปใช้อย่างไร
    - ก. เมื่อต้องการจะปลูกต้นไม้ควรใส่ปุ๋ยทุกครั้ง
    - ข. ควรเลือกชนิดของปุ๋ยให้เหมาะสมกับชนิดของพืช
    - ค. ปุ๋ยที่จะนำมาใส่ต้นไม้ควรได้รับการตรวจสอบทุกครั้ง
    - ง. การเจริญเติบโตของต้นไม้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น แสงแดด ปุ๋ยและน้ำ เป็นต้น

สถานการณ์ที่ 7

วัชรีเป็นคนรักต้นไม้ บ้านของวัชรีจึงปลูกต้นไม้ไว้โดยรอบ วัชรีสังเกตเห็นว่า ต้นไม้ที่อยู่บริเวณชายคาบ้านลักษณะของลำต้นมักจะเอนออกมาจากนอกชายคาบ้าน ส่วนต้นไม้ชนิดและขนาดเดียวกันที่ขึ้นอยู่ที่สนามหญ้าบ้านลำต้นจะตรง

25. ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร
    - ก. เพราะเหตุใดวัชรีจึงชอบปลูกต้นไม้
    - ข. ต้นไม้ชนิดใดควรปลูกไว้ในบริเวณบ้าน
    - ค. ควรจะปลูกต้นไม้ในบริเวณใดจึงจะเหมาะสม
    - ง. เพราะเหตุใดต้นไม้ 2 ต้นจึงมีลำต้นแตกต่างกัน

26. สมมติฐานของปัญหาในสถานการณ์นี้ คืออะไร
    - ก. ต้นไม้ขาดปุ๋ย
    - ข. ต้นไม้ได้รับน้ำไม่เพียงพอ
    - ค. ต้นไม้ได้รับแสงแดดไม่เพียงพอ
    - ง. ดินบริเวณชายคาบ้านไม่เหมาะสมกับการปลูกต้นไม้

27. นักเรียนจะมีวิธีการพิสูจน์หรือทดสอบสมมติฐานได้อย่างไร
    - ก. พรวนดินบ่อยๆ
    - ข. รดน้ำต้นไม้มากๆ
    - ค. ใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยคอกแก่ต้นไม้
    - ง. ย้ายต้นไม้ไปปลูกบริเวณที่ได้รับแสงแดดมากๆ

28. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีพิสูจน์หรือทดสอบสมมติฐาน ถ้าผลการทดสอบเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ นักเรียนจะสรุปเป็นความรู้นำไปใช้อย่างไร
    - ก. ควรรดน้ำต้นไม้ทุกเช้า
    - ข. เมื่อปลูกต้นไม้ควรหมั่นพรวนดิน
    - ค. ควรใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยคอกแก่พืชตามความเหมาะสม
    - ง. ควรปลูกต้นไม้ในที่มีแสงพอเหมาะกับชนิดของต้นไม้

สถานการณ์ที่ 8

คุณพ่อของน้ำฝนชอบรับประทานยำเนื้อที่คุณแม่ทำ เทคนิคของคุณแม่ คือ ก่อนที่จะยำคุณแม่จะหมักเนื้อกับสารที่ได้จากยางของผลไม้ชนิดหนึ่งเสมอ วันหนึ่ง น้ำฝนลองทำยำเนื้อให้คุณพ่อทาน โดยวิธีการหมักและเวลาที่ใช้หมักเหมือนกับที่คุณแม่ทำ คุณพ่อบอกว่าเนื้อเหนียวไม่นุ่ม

29. ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร
    - ก. เหตุใดจึงต้องหมักเนื้อ
    - ข. เหตุใดคุณแม่จึงไม่หมักเนื้อ
    - ค. น้ำฝนใช้สารใดในการหมักเนื้อ
    - ง. เพราะเหตุใดเนื้อจึงเหนียวไม่นุ่ม

30. สมมติฐานของปัญหาในสถานการณ์นี้ คืออะไร
    - ก. น้ำฝนไม่ได้ล้างเนื้อก่อนหมัก
    - ข. ภาชนะที่น้ำฝนใช้หมักเนื้อไม่เหมือนที่แม่ใช้
    - ค. เนื้อที่ใช้หมักเป็นเนื้อคนละชนิดกับที่แม่เคยทำ
    - ง. น้ำฝนอาจใช้ยางของผลไม้คนละชนิดกับที่แม่เคยใช้

31. นักเรียนจะมีวิธีการพิสูจน์หรือทดสอบสมมติฐานได้อย่างไร
    - ก. เปลี่ยนภาชนะที่ใช้หมักเนื้อ
    - ข. ล้างเนื้อก่อนที่จะทำการหมัก
    - ค. ใช้เนื้อวัวแทนเนื้อควายในการหมัก
    - ง. นำเนื้อไปหมักกับยางของผลไม้หลายๆชนิดในเวลาเท่ากัน

32. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีพิสูจน์หรือทดสอบสมมติฐาน ถ้าผลการทดสอบเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ นักเรียนจะสรุปเป็นความรู้นำไปใช้อย่างไร
    - ก. ยำเนื้อมีรสชาดอร่อยขึ้น
    - ข. รู้จักเลือกเนื้อที่จะนำมาใช้ในการยำ
    - ค. กำหนดระยะเวลาในการหมักเนื้อถูกต้อง
    - ง. สามารถเลือกใช้สารธรรมชาติในการหมักเนื้อให้นุ่มได้

สถานการณ์ที่ 9

คุณยายของแจ๋วเคยเล่าให้แจ๋วฟังว่า สมุนไพรสามารถใช้ทำยารักษาโรคได้ และผิวของผลไม้บางชนิด สามารถนำไปใช้ในการกำจัดยุงได้ แจ๋วจึงทดลองทำยากันยุงจากผิวของผลไม้บางชนิด ปรากฏว่า ใช้กำจัดยุงไม่ได้

33. ปัญหาในสถานการณ์นี้ คืออะไร

ก. เหตุใดยุงจึงมีจำนวนมาก

ข. สมุนไพรธรรมชาติที่สารใดที่กำจัดยุงได้

ค. แจ๋วใช้สมุนไพรชนิดใดในการกำจัดยุง

ง. เพราะเหตุใดยากันยุงที่แจ๋วทำจึงกำจัดยุงไม่ได้

34. สมมติฐานของปัญหาในสถานการณ์นี้ คืออะไร

ก. น้ำเน่าจึงมียุงมาก

ข. ยากันยุงของแจ๋วไม่มีประสิทธิภาพ

ค. ผิวของผลไม้ที่แจ๋วใช้ไม่สามารถใช้กำจัดยุงได้

ง. สมุนไพรธรรมชาติมีสารใดที่ใช้กำจัดยุงได้

35. นักเรียนจะมีวิธีการพิสูจน์หรือทดสอบสมมติฐานได้อย่างไร

ก. รักษาสภาพน้ำอย่าให้มีน้ำเน่า

ข. นำผิวของผลไม้หลายๆชนิดมาทดลองทำยากันยุง

ค. สกัดสารจากสมุนไพรเพื่อศึกษาคุณสมบัติของสาร

ง. เพิ่มประสิทธิภาพของยากันยุงโดยเพิ่มกลิ่นให้แรงขึ้น

36. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีพิสูจน์หรือทดสอบสมมติฐาน ถ้าผลการทดสอบเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ นักเรียนจะสรุปเป็นความรู้นำไปใช้อย่างไร

ก. ถ้าไม่มีน้ำเน่าก็ไม่มียุง

ข. พืชสมุนไพรใช้กำจัดยุงได้

ค. กลิ่นของสมุนไพรมีผลต่อการกำจัดยุง

ง. นำผิวของผลไม้ที่มีกลิ่นมาใช้ในการกำจัดแมลงชนิดอื่นๆ

สถานการณ์ที่ 10

พัชราทำสวนพริกขี้หนู โดยการดูแลรดน้ำใส่ปุ๋ยเป็นอย่างดี ในระยะแรก ต้นพริกขี้หนูจะงอกงามและออกผลดี แต่ในระยะต่อมา พริกขี้หนูกลับไม่งอกงามเท่าที่ควร ทั้งๆที่ยังรดน้ำ และใส่ปุ๋ยตามปกติ

37. ปัญหาในสถานการณ์นี้ คืออะไร

ก. ทำไมจึงต้องใส่ปุ๋ยให้ต้นพริก

ข. ถ้าไม่รดน้ำต้นพริกจะเป็นอย่างไร

ค. เพราะเหตุใดต้นพริกในระยะหลังจึงไม่เจริญงอกงามเท่าที่ควร

ง. ชนิดของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นพริกอย่างไร

38. สมมติฐานของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

ก. พันธ์พริกที่ใช้ปลูกไม่เหมาะสมกับดิน

ข. ต้นพริกต้องการปุ๋ยในปริมาณที่มากขึ้น

ค. ต้นพริกไม่งดงามเนื่องจากรดน้ำมากเกินไป

ง. ต้นพริกไม่งอกงามเนื่องมาจากดินและรากอัดแน่นเกินไป

39. นักเรียนจะมีวิธีการพิสูจน์หรือทดสอบสมมติฐานได้อย่างไร

ก. เปลี่ยนพันธ์พริก

ข. พรวนดินต้นพริกแล้วรดน้ำให้ปุ๋ยตามปกติ

ค. เพิ่มปริมาณปุ๋ยให้ต้นพริกแล้วรดน้ำตามปกติ

ง. ลดปริมาณน้ำที่รดต้นพริกแล้วให้ปุ๋ยตามปกติ

40. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีพิสูจน์หรือทดสอบสมมติฐาน ถ้าผลการทดสอบเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ นักเรียนจะสรุปเป็นความรู้นำไปใช้อย่างไร

ก. ดินเหนียวจะทำให้ต้นไม้เจริญเติบโตได้ดี

ข. เมื่อต้องการจะปลูกต้นไม้ควรใส่ปุ๋ยทุกครั้ง

ค. ควรเลือกชนิดของพืชที่จะปลูกให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม

ง. ไม่ควรรดน้ำต้นไม้มากเกินไปเพราะต้นไม้บางชนิดไม่ชอบน้ำ

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 2 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ
2. ให้นักเรียนเขียนชื่อ – นามสกุล ชั้น ห้อง และโรงเรียนลงในกระดาษคำตอบ
3. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์แล้วใช้ข้อมูลในสถานการณ์นั้นตอบคำถามโดยเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อละคำตอบเดียวแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ
4. ถ้าต้องการเปลี่ยนแปลงคำตอบ ให้นักเรียนขีดเส้นทับที่คำตอบเดิม ดังนี้ ✳ แล้วทำเครื่องหมาย X ลงบนคำตอบที่ต้องการ
5. ห้ามนักเรียนทำเครื่องหมายใด ๆลงในแบบทดสอบนี้
6. เมื่อหมดเวลาให้นักเรียนคืนแบบทดสอบและกระดาษคำตอบแก่อาจารย์ผู้ควบคุมสอบ

<u>คำแนะนำ</u> ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ ตอบคำถามในสถานการณ์ที่กำหนดให้ ตั้งแต่ข้อ 1 – 8

ก. ข้อสรุปนั้นเป็นจริงหรือเป็นไปได้

ข. ข้อสรุปนั้นไม่จริง, เป็นไปไม่ได้ หรือข้อมูลยังไม่เพียงพอ

นักวิทยาศาสตร์ไทยค้นพบว่าโปรตีนชนิดหนึ่งที่อยู่ในเมล็ดของมะระขี้นกที่แก่จัดสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อไวรัส HIV ในหลอดทดลองได้ผลดี

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อสรุปต่อไปนี้เป็นจริงหรือไม่

1. สารที่อยู่ในเมล็ดมะระขี้นกยับยั้งเชื้อไวรัส HIV ในหลอดทดลองได้
2. นักวิทยาศาสตร์ไทยค้นพบยารักษาโรคเอดส์ได้สำเร็จ
3. สารโปรตีนในเมล็ดมะระขี้นกช่วยยืดอายุของคนที่ติดเชื้อ HIV
4. ในอนาคตจะมีการปลูกมะระขี้นกมากขึ้น

"น้ำกำลังจะหมดฟ้า ป่ากำลังจะหมดไป มันจึงร้อนขึ้นและหนาวจับใจอย่างนี้ แต่ชาวดอยอย่างเราก็ต้องสู้ เราจะไม่ทิ้งแผ่นดินเกิด"

จากข้อความที่กำหนดให้ ข้อสรุปต่อไปนี้เป็นจริงหรือไม่

5. ฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาลเพราะป่าไม้ถูกทำลายเหลือน้อยลง
6. ชาวดอยต้องอพยพเข้าเมืองเพื่อหนีปัญหาความแห้งแล้ง

ปัญหาอากาศเป็นพิษในกรุงเทพมหานคร รุนแรงขึ้นทุกวัน โดยเฉพาะควันพิษจากรถยนต์ แม้จะมีการรณรงค์ให้ใช้น้ำมันไร้สารตะกั่ว การตรวจคุณภาพของเครื่องยนต์มิให้เกิดควันดำ แต่ก็ยังพบว่ามีรถยนต์ควันดำออกมาวิ่งในถนน

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อสรุปต่อไปนี้เป็นจริงหรือไม่

7. ปัญหาอากาศเป็นพิษในกรุงเทพ ฯ จะทวีความรุนแรงมากขึ้น
8. ในอนาคตประชาชนในกรุงเทพ ฯ จะเป็นโรคทางเดินหายใจมากขึ้น

<u>คำแนะนำ</u> ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ ตอบคำถามในสถานการณ์ที่กำหนดให้ ตั้งแต่ข้อ 9 – 16

ก. เป็นข้อตกลงที่กล่าวไว้ในข้อความ

ข. ไม่ได้เป็นข้อตกลงที่กล่าวไว้ในข้อความ

น้ำเป็นสารประกอบที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส สิ่งมีชีวิตจะขาดน้ำไม่ได้ คนเราถ้าขาดน้ำจะมีชีวิตอยู่ได้ไม่เกิน 2 – 3 วัน พืชต่างๆก็ขาดน้ำไม่ได้ ถ้าขาดน้ำก็เหี่ยวเฉาตายหมด

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อความต่อไปนี้ตรงกับเงื่อนไขใด

9. น้ำเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิตทุกชนิด
10. การดื่มน้ำบริสุทธิ์จะทำให้ร่างกายแข็งแรง
11. ทั้งคนและพืชต้องการน้ำเพื่อดำรงชีวิตอยู่รอด
12. คนเราต้องการน้ำเพื่อทำให้ร่างกายเกิดความสดชื่น

ปกติร่างกายของคนเราเคลื่อนไหวได้ตามที่สมองสั่งการ การเดินหรือการนอนก็อยู่ภายใต้การสั่งการของสมอง

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อความต่อไปนี้ตรงกับเงื่อนไขใด

13. การเคลื่อนไหวของร่างกายเป็นไปโดยอัตโนมัติ
14. การเคลื่อนไหวของร่างกายกระทำตามจิตใจ
15. ความต้องการของร่างกายทำให้สมองสั่งการ
16. สมองควบคุมการทำงานของระบบต่าง ๆในร่างกาย

<u>คำแนะนำ</u> ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ ตอบคำถามในสถานการณ์ที่กำหนดให้ ตั้งแต่ข้อ 17 – 24

ก. สรุปตามข้อความหลักที่เสนอไว้
ข. ไม่ได้สรุปตามข้อความหลักที่เสนอไว้

"สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมทุกตัวเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลัง ปลาวาฬเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม"

จากข้อความที่กำหนดให้ สรุปได้อย่างไร

17. ปลาวาฬเป็นสัตว์น้ำ
18. ปลาวาฬเป็นสัตว์เลือดเย็น
19. ปลาวาฬเป็นสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง
20. สัตว์ที่มีกระดูกสันหลังทุกตัวเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

"กรุงเทพฯเป็นเมืองใหญ่ เมืองใหญ่มีการใช้รถยนต์มาก การใช้รถยนต์มากทำให้การจราจรติดขัด การจราจรติดขัดทำให้คนเกิดความเครียด"

จากข้อความที่กำหนดให้ สรุปได้อย่างไร

21. กรุงเทพฯมีคนเครียดมาก
22. คนเครียดเพราะการจราจรติดขัด
23. ในเมืองใหญ่ การจราจรมักติดขัด
24. กรุงเทพฯมีการใช้รถยนต์มาก

คำแนะนำ ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ ตอบคำถามในสถานการณ์ที่กำหนดให้ ตั้งแต่ข้อ 25 – 32

ก. จริงตามข้อความที่เสนอ

ข. ไม่จริงตามข้อความที่เสนอ

เจ้าหน้าที่กระทรวงสาธรณสุข เดินหน้าเร่งตรวจคุณภาพของน้ำประปาและน้ำดื่มที่บรรจุขวดยี่ห้อต่างๆ เพื่อให้ผู้ใช้น้ำและผู้ดื่มมีความมั่นใจในการบริโภคมากขึ้น

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อสรุปต่อไปนี้เป็นจริงหรือไม่

25. คุณภาพของน้ำที่ใช้ในการอุปโภค บริโภคลดลง
26. เจ้าหน้าที่สาธารณสุขต้องการให้ผู้บริโภคมีความมั่นใจในการบริโภคน้ำ

ดาวนำปลาทองสองตัวมาเลี้ยงไว้ในตู้ปลา เวลาผ่านไปไม่นาน ปลาก็ว่ายน้ำผุดขึ้นผุดลงตลอดเวลา

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อสรุปต่อไปนี้เป็นจริงหรือไม่

27. ปลากำลังขาดอาหาร
28. ปลากำลังขาดอากาศ
29. ปลาเกิดความกลัวอะไรบางอย่าง
30. ปลาขึ้นมาว่ายน้ำเล่นที่ผิวน้ำ

ประธานชมรมสภาวะแวดล้อมกล่าวถึงอันตรายจากพลังงานไฟฟ้าและนิวเคลียร์ว่า ก่อนที่จะนำมาใช้ได้นั้น ต้องผ่านกระบวนการต่างๆซึ่งผู้ใช้มั่นใจได้

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อสรุปต่อไปนี้เป็นจริงหรือไม่

31. การใช้พลังงานไฟฟ้าและนิวเคลียร์ได้คำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้
32. พลังงานไฟฟ้าและนิวเคลียร์มีผลต่อสิ่งแวดล้อมมาก จึงควรพิจารณากระบวนการต่าง ๆให้ดี

<u>คำแนะนำ</u> ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ ตอบคำถามในสถานการณ์ที่กำหนดให้ ตั้งแต่ข้อ 33 – 40

ก. มีเหตุผลดี

ข. เหตุผลยังไม่เหมาะสม

"ควรใช้เครื่องจักรแทนแรงงานคนในโรงงานอุตสาหกรรม"

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อคิดเห็นต่อไปนี้มีเหตุผลเหมาะสมหรือไม่

33. เห็นด้วย เพราะผลผลิตมีคุณภาพและลดต้นทุนการผลิต
34. ไม่เห็นด้วย เพราะงานบางประเภทที่ต้องใช้ความประณีตมาก ๆจะใช้เครื่องจักรทำแทนคนไม่ได้

"ควรนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มาใช้แทนครู"

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อคิดเห็นต่อไปนี้มีเหตุผลเหมาะสมหรือไม่

35. เห็นด้วย เพราะนักเรียนสามารถศึกษาเนื้อหาต่าง ๆด้วยตนเองได้ตลอดเวลา
36. เห็นด้วย เพราะเร้าความสนใจของนักเรียนและแบ่งเบาภาระของครูผู้สอนได้มาก
37. ไม่เห็นด้วย เพราะจะทำให้นักเรียนและครูขาดปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน
38. ไม่เห็นด้วย เพราะมีราคาแพงและไม่จำเป็นในสังคมปัจจุบัน

"การยกเลิกโรงงานยาสูบ เป็นผลดีต่อประชาชนส่วนใหญ่"

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อคิดเห็นต่อไปนี้มีเหตุผลเหมาะสมหรือไม่

39. เห็นด้วย เพราะจะทำให้คนเลิกสูบบุหรี่ได้วิธีหนึ่ง
40. ไม่เห็นด้วย เพราะคนที่สูบบุหรี่จะซื้อบุหรี่จากต่างประเทศ

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ตาราง 15 การวิเคราะห์จุดประสงค์และพฤติกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 101) เรื่อง วิทยาศาสตร์เพื่อการสร้างสรรค์

จุดประสงค์	พฤติกรรมที่ต้องการวัด				รวม	ลำดับที่
	รู้-จำ	เข้าใจ	นำไปใช้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์		
1. อธิบายความหมายของคำว่า วิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้		2			2	7
2. เข้าใจและตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงได้ของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เมื่อมีข้อมูลหรือหลักฐานเพิ่มเติม	1	1			2	7
3. ตระหนักถึงความสำคัญของการเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด ช่างสงสัย มีเหตุผล มีความพยายาม และความอดทน มีความคิดริเริ่ม	1	2			3	4
4. นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้		4			4	3
5. เลือกใช้เครื่องมือบางชนิดในการช่วยและขยายขอบเขตจำกัดของประสาทสัมผัสได้อย่างเหมาะสม	1	2			3	4
6. ใช้และเก็บรักษาเทอร์มอมิเตอร์ แว่นขยาย ไม้บรรทัด เครื่องชั่ง และหลอดฉีดยาได้	4	7	1		12	1
7. ใช้หน่วยบอกปริมาณตามระบบหน่วยระหว่างชาติ (SI) ได้ถูกต้อง		3			3	4
8. ตระหนักถึงบทบาทและผลกระทบของผลิตผลทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อมวลมนุษย์		1			1	9
9. ตระหนักถึงคุณค่าและความจำเป็นที่ต้องเรียนรู้วิทยาศาสตร์		1			1	9
10. พัฒนาทักษะการสังเกต การวัด การคำนวน การตั้งสมมติฐาน การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป		1		7	8	2
11. ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่เกิดขึ้นและคิดหาวิธีทดลอง ตลอดจนดำเนินการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานได้				1	1	9
รวม	7	24	1	8	40	
ลำดับที่	3	1	4	2		

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 101)
เรื่อง วิทยาศาสตร์เพื่อการสร้างสรรค์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ
2. ให้นักเรียนเขียนชื่อ – นามสกุล ชั้น ห้อง และโรงเรียนลงในกระดาษคำตอบ
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อละคำตอบเดียวแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ
4. ถ้าต้องการเปลี่ยนแปลงคำตอบ ให้นักเรียนขีดเส้นทับที่คำตอบเดิม ดังนี้ ✳ แล้วทำเครื่องหมาย X ลงบนคำตอบที่ต้องการ
5. ห้ามนักเรียนทำเครื่องหมายใด ๆลงในแบบทดสอบนี้
6. เมื่อหมดเวลาให้นักเรียนคืนแบบทดสอบและกระดาษคำตอบแก่อาจารย์ผู้ควบคุมสอบ

1. ขั้นตอนใดต่อไปนี้ทำให้ข้อสรุปของนักวิทยาศาสตร์เป็นความจริงและใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงได้ **(เข้าใจ)**

ก. การสังเกต
ข. การทดลอง
ค. การระบุปัญหา
ง. การตั้งสมมติฐาน
จ. การศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล

2. ในการออกแบบการทดลอง จะต้องยึดสิ่งใดเป็นหลัก **(ความรู้ – ความจำ)**

ก. ปัญหา
ข. ทฤษฎี
ค. สมมติฐาน
ง. ข้อเท็จจริง
จ. ความคิดรวบยอด

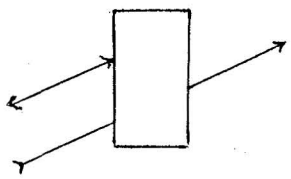
3. การที่วิทยาศาสตร์มีความเจริญก้าวหน้าอยู่เสมอ เพราะสาเหตุใด **(เข้าใจ)**

ก. สามารถทำการทดลองที่มีการควบคุมได้
ข. ทฤษฎีที่ตั้งขึ้นเป็นที่แน่นอนและถูกต้องเสมอ
ค. ไม่มีนักวิทยาศาสตร์พบข้อบกพร่องของทฤษฎีที่ตั้งขึ้นแล้ว
ง. ยึดมั่นในกฎและทฤษฎีเดิมอยู่ตลอดเวลาไม่มีการเปลี่ยนแปลง
จ. มีการศึกษาตลอดเวลา และเมื่อค้นพบว่าทฤษฎีใดมีข้อบกพร่องก็จะเปลี่ยนแปลง

4. เมื่อส่ายมือเร็วๆจะมองเห็นมือมีลักษณะเป็นอย่างไร **(ความรู้ – ความจำ)**

ก. เห็นจำนวนนิ้วมือมากขึ้น
ข. เห็นจำนวนนิ้วมือน้อยลง
ค. เห็นฝ่ามือแต่ไม่เห็นนิ้วมือ
ง. เห็นฝ่ามือและนิ้วมือติดกัน
จ. เห็นฝ่ามือและนิ้วมือเหมือนเดิม

<u>คำชี้แจง</u> จงพิจารณาภาพต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 5 และ 6



5. จากภาพข้อความใดถูกต้อง **(เข้าใจ)**
   - ก. A สั้นกว่า B และ C
   - ข. A เท่ากับ B และ C
   - ค. B เท่ากับ C แต่สั้นกว่า A
   - ง. B สั้นกว่า C แต่ยาวกว่า A
   - จ. C สั้นกว่า A แต่ยาวกว่า B
6. ข้อใดสรุปได้ถูกต้องเกี่ยวกับประสาทสัมผัสทางตา **(เข้าใจ)**
   - ก. ช่วยให้เห็นภาพได้ชัดเจน
   - ข. ให้ความเชื่อถือไม่ได้ในบางครั้ง
   - ค. มีความแม่นยำและเที่ยงตรงเสมอ
   - ง. มองใกล้หรือไกลให้รายละเอียดเหมือนกัน
   - จ. ช่วยตัดสินข้อผิดพลาดในเรื่องภาพต่าง ๆได้เป็นอย่างดี

คำชี้แจง ศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 7 – 9

> "ก้อยสังเกตเห็นว่ารอบๆภายนอกแก้วใส่น้ำหวาน มีหยดน้ำเล็กๆเกาะอยู่เต็ม เธอจึงตั้งข้อสงสัยว่า น้ำหวานซึมผ่านเนื้อแก้วออกมาได้จริงหรือไม่ เธอคาดคะเนว่า แก้วอาจมีรูเล็กๆที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น น้ำหวานจึงซึมผ่านออกมาได้ เธอลองชิมน้ำที่เกาะอยู่ภายนอกแก้ว ผลปรากฏว่ามีรสไม่เหมือนน้ำหวาน เธอจึงทดลองใหม่โดยใช้น้ำชาแช่เย็นใส่อีกแก้วหนึ่ง ลองชิมน้ำนอกแก้วก็ได้ผลว่า รสไม่เหมือนน้ำชาในแก้วอีกเช่นเคย เธอได้ความรู้จากการทดลองว่า หยดน้ำที่เกาะอยู่ภายนอกแก้วนั้นไม่เหมือนน้ำที่ซึมออกมาจากในแก้ว"

7. ข้อความใดหมายถึงการระบุปัญหา **(เข้าใจ)**
   - ก. มีหยดน้ำเล็กๆเกาะอยู่เต็ม
   - ข. น้ำหวานซึมผ่านเนื้อแก้วออกมา
   - ค. ชิมหยดน้ำที่เกาะอยู่ภายนอกแก้ว
   - ง. แก้วอาจมีรูเล็กๆที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น
   - จ. หยดน้ำที่เกาะอยู่ภายนอกแก้วรสไม่เหมือนเดิม

8. ข้อความใดหมายถึงการตั้งสมมติฐาน **(เข้าใจ)**
   ก. น้ำหวานซึมผ่านแก้วออกมาได้
   ข. ทดลองใหม่โดยใช้น้ำชาแช่เย็นใส่อีกแก้วหนึ่ง
   ค. หยดน้ำที่เกาะอยู่ภายนอกแก้วนั้นไม่ใช่น้ำที่ซึมออกมาจากแก้ว
   ง. แก้วอาจมีรูเล็กๆที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าน้ำหวานจึงซึมผ่านมาได้
   จ. ชิมหยดน้ำที่เกาะอยู่ภายนอกแก้ว ผลปรากฏว่า มีรสไม่เหมือนน้ำหวาน
9. ข้อความทั้งหมดครบถ้วนตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ **(เข้าใจ)**
   ก. ไม่ครบ เพราะขาดการสรุปผล
   ข. ไม่ครบ เพราะขาดการตั้งปัญหา
   ค. ไม่ครบ เพราะขาดการบันทึกข้อมูล
   ง. ครบ เพราะการทดลองใดสิ้นสุดลงแล้วถือได้ว่าครบถ้วน
   จ. ครบ เพราะมีการตั้งปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลอง และการสรุปผล
10. เพราะเหตุใดเมื่อใส่เกลือลงในน้ำแล้วไข่ไก่จึงลอยน้ำได้ **(เข้าใจ)**
   ก. ความหนาแน่นของน้ำลดลง
   ข. ความหนาแน่นของน้ำเพิ่มขึ้น
   ค. ไข่ไก่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำเกลือ
   ง. เกลือทำให้ไข่ไก่มีน้ำหนักลดลงจากเดิม
   จ. เกลือทำให้ไข่ไก่มีขนาดเล็กลงกว่าเดิม
11. "ในการสอบวิชาวิทยาศาสตร์ แอน คิดว่าตัวเองทำคะแนนได้ดี แต่เมื่อประกาศผลออกมา ปรากฏว่า แอนสอบตก จึงตั้งปัญหาถามตัวเองว่า คงเนื่องมาจากสาเหตุต่างๆมากมาย" การกระทำดังกล่าวของแอนเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในขั้นตอนใด **(เข้าใจ)**
   ก. การสังเกต
   ข. การตั้งปัญหา
   ค. การตั้งสมมติฐาน
   ง. การแปลความหมายข้อมูล
   จ. การศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล
12. จากการทดลองอ่านตัวอักษรของนักเรียนห้องหนึ่ง ถ้าต้องการทราบว่าระยะทางที่เห็นชัดเจนของคนควรเป็นเท่าไร สามารถดูได้จากสิ่งใด **(เข้าใจ)**
   ก. ระยะทางที่นักเรียนส่วนใหญ่มองเห็นชัดเจน
   ข. ระยะทางที่นักเรียนส่วนน้อยมองเห็นชัดเจน
   ค. ระยะทางที่ใกล้ที่สุดของนักเรียนที่เห็นชัดเจน
   ง. ระยะทางที่ไกลที่สุดที่นักเรียนเห็นชัดเจน
   จ. ระยะทางที่เป็นค่าเฉลี่ยของนักเรียนที่เห็นชัดเจน

13. อุปกรณ์ใด ไม่เกี่ยวข้อง กับเลนส์นูน **(ความรู้ - ความจำ)**

ก. แว่นขยาย

ข. กล้องโทรทรรศน์

ค. กล้องส่องทางไกล

ง. แว่นสายตาสำหรับคนสายตาสั้น

จ. แว่นสายตาสำหรับคนสายตายาว

14. ถ้าจุ่มมือข้างหนึ่งลงในน้ำเย็น แล้วมาจุ่มในน้ำที่อุณหภูมิห้อง มือข้างนั้นจะมีความรู้สึกอย่างไร เพราะเหตุใด **(เข้าใจ)**

ก. ร้อน เพราะความร้อนจากน้ำถ่ายเทให้แก่มือ

ข. ร้อน เพราะความร้อนจากมือถ่ายเทให้แก่น้ำ

ค. เย็น เพราะความร้อนจากน้ำถ่ายเทให้แก่มือ

ง. เย็น เพราะความร้อนจากมือถ่ายเทให้แก่น้ำ

จ. เย็น เพราะความร้อนไม่ถูกถ่ายเทไปที่ใดเลย

15. ในการสร้างเทอร์มอมิเตอร์ต้องกำหนดจุดใดบ้างเพื่อใช้เป็นจุดหลัก **(ความรู้ – ความจำ)**

ก. จุดเยือกแข็งและจุดเดือดของน้ำ

ข. จุดหลอมเหลวและจุดเดือดของปรอท

ค. จุดเยือกแข็งและจุดหลอมเหลวของน้ำ

ง. จุดเยือกแข็งและจุดหลอมเหลวของปรอท

จ. จุดเยือแข็งและจุดหลอมเหลวของแอลกอฮอล์

16. วิธีการใดเป็นการใช้เทอร์มอมิเตอร์ที่ ไม่ถูกต้อง **(เข้าใจ)**

ก. เทอร์มอมิเตอร์ต้องตั้งตรง

ข. อ่านค่าอุณหภูมิขณะที่ของเหลวในเทอร์มอมิเตอร์หยุดนิ่ง

ค. กระเปาะต้องอยู่ในสิ่งที่จะวัด และให้แตะกับภาชนะพอดี

ง. อ่านค่าอุณหภูมิขณะที่เทอร์มอมิเตอร์ยังสัมผัสอยู่กับสิ่งที่ต้องการจะวัด

จ. อ่านค่าอุณหภูมิโดยให้สายตาอยู่ระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์มอมิเตอร์

17. ในการปฏิบัติการทดลองเพื่อวัดอุณหภูมิของสิ่งต่างๆ มีข้อห้ามว่า " ไม่ให้เอาเทอร์มอมิเตอร์ไปวัดอุณหภูมิปลายไฟ" ทั้งนี้เพราะเหตุใด **(เข้าใจ)**

ก. แก้วที่ทำเทอร์มอมิเตอร์จะหลอมละลายเกิดการงอโค้งได้

ข. ของเหลวในเทอร์มอมิเตอร์หดตัว จนไม่สามารถอ่านค่าได้

ค. เทอร์มอมิเตอร์ที่ใช้ มีขีดบอกอุณหภูมิไม่สูงพอ อ่านค่าไม่ได้

ง. อุณหภูมิเปลวไฟไม่สม่ำเสมอ เพราะมีลมพัดเปลวไฟเคลื่อนไหวตลอดเวลา

จ. ของเหลวที่อยู่ภายในขยายตัวมากเกินไป เทอร์มอมิเตอร์จะแตกเกิดอันตรายได้

18. เมื่ออ่านอุณหภูมิของเทอรมอมิเตอร์ควรปฏิบัติเช่นไร **(นำไปใช้)**

ก. อ่านเมื่อยกกระเปาะเทอร์มอมิเตอร์ขึ้นพ้นจากสิ่งที่ต้องการวัด และอุณหภูมิหยุดนิ่ง

ข. อ่านขณะที่เทอร์มอมิเตอร์ยังสัมผัสสิ่งที่ต้องการวัดอยู่ และสายตาอยู่ระดับใดก็ได้

ค. อ่านเมื่อยกกระเปาะเทอร์มอมิเตอร์ขึ้นพ้นจากสิ่งที่ต้องการวัดแล้ว และสายตาจะอยู่ระดับใดก็ได้

ง. อ่านขณะที่เทอร์มอมิเตอร์ยังสัมผัสสิ่งที่ต้องการวัดอยู่ และสายตาอยู่ระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์มอมิเตอร์

จ. อ่านเมื่อยกกระเปาะเทอร์มอมิเตอร์ขึ้นพ้นจากสิ่งที่ต้องการวัดแล้ว และสายตาอยู่ระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์มอมิเตอร์

19. เทอร์มอมิเตอร์ที่ใช้สำหรับวัดไข้มีขีดบอกอุณหภูมิอยู่ที่ระดับใด **(ความรู้ – ความจำ)**

ก. 0 – 100 องศาเซลเซียส

ข. 0 – 50 องศาเซลเซียส

ค. 22 – 45 องศาเซลเซียส

ง. 35 – 42 องศาเซลเซียส

ง. 40 – 90 องศาเซลเซียส

20. แต้ววัดอุณหภูมิของร่างกายโดยสอดเทอรมอมิเตอร์ไว้ใต้ลิ้น อมทิ้งไว้สักครู่ แล้วอ่านอุณหภูมิได้ 39 องศาเซลเซียส สรุปได้อย่างไร **(เข้าใจ)**

ก. ผิดปกติ มีอาการไข้

ข. ปกติ เพราะเป็นอุณหภูมิของร่างกาย

ค. ผิดปกติ เพราะอุณหภูมิของร้างกายต่ำเกินไป

ง. ปกติ แต่สอดเทอร์มอมิเตอร์นานเกินไป อุณหภูมิจึงสูงขึ้น

จ. ปกติ เพราะอุณหภูมิของร่างกายของแต่ละคนย่อมไม่เท่ากัน

21. การที่เทอร์มอมิเตอร์วัดไข้ มีหลอดแก้วเหนือกระเปาะงอโค้งและมีรูตีบตันเพื่อประโยชน์อะไร **(ความรู้ –ความจำ)**

ก. วัดอุณหภูมิได้ละเอียดยิ่งขึ้น

ข. วัดได้เฉพาะช่วงอุณหภูมิแคบๆ

ค. ป้องกันไม่ให้ปรอทไหลกลับสู่กระเปาะ

ง. ป้องกันการโค้งงอเมื่อถูกความร้อน

จ. ให้เป็นข้อแตกต่างกับเทอร์มอมิเตอร์ชนิดอื่น

22. การใช้เครื่องมือวัดหาค่าสิ่งต่างๆ ควรทำอย่างไรจึงจะได้ค่าใกล้เคียงกับข้อเท็จจริงมากที่สุด **(เข้าใจ)**

ก. วัดเพียงครั้งเดียว
ข. วัดหลายๆครั้งแล้วใช้ค่าที่มากที่สุด
ค. วัดหลายๆครั้งแล้วใช้ค่าที่น้อยที่สุด
ง. วัดหลายๆครั้งแล้วนำไปหาค่าเฉลี่ย
จ. วัดหลายๆครั้งแล้วใช้ค่าที่ได้เท่ากับเพื่อน

23. เครื่องมือวัดปริมาตรชนิดใดที่ให้ผลการวัดละเอียดที่สุด **(ความรู้ – ความจำ)**

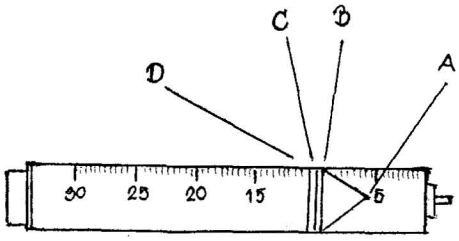
ก. ยูเรก้า
ข. บีกเกอร์
ค. หลอดหยด
ง. หลอดฉีดยา
จ. กระบอกตวง

24. การแทนที่น้ำเป็นวิธีที่เหมาะกับการหาปริมาตรของวัตถุที่มีลักษณะอย่างไร **(เข้าใจ)**

ก. ใช้กับวัตถุที่มีขนาดเล็ก
ข. ใช้กับวัตถุรูปทรงเรขาคณิต
ค. ใช้กับวัตถุที่มีขนาดใหญ่มากๆ
ง. ใช้กับวัตถุที่สามารถละลายน้ำได้ดี
จ. ใช้กับวัตถุที่ไม่เป็นรูปทรงเรขาคณิต

25. สารชนิดใดที่ <u>ไม่สามารถ</u> หาค่าปริมาตรโดยการแทนที่น้ำได้ **(เข้าใจ)**

ก. เกลือ กรวด
ข. ดินน้ำมัน โฟม
ค. ทราย ก้อนหิน
ง. สารส้ม น้ำตาล
จ. ถ่าน พลาสติก



26. จากรูป การอ่านปริมาณของของเหลวในหลอดฉีดยา ต้องอ่านตรงกับระดับใด **(เข้าใจ)**

ก. ระดับ A

ข. ระดับ B

ค. ระดับ C

ง. ระดับ D

จ. อ่านตรงจุดใดก็ได้

27. ลูกกลมเหล็ก A มีมวล 2,500 กิโลกรัม ลูกกลมเหล็ก B มีมวล 2,500,000 กรัม ลูกกลมเหล็กทั้งสองหนักเท่ากันหรือไม่ **(ทักษะการคำนวณ)**

ก. ลูกกลมเหล็กทั้งสองหนักไม่เท่ากัน

ข. ลูกกลมเหล็ก A หนักกว่า B

ค. ลูกกลมเหล็ก B หนักกว่า A

ง. ลูกกลมเหล็กทั้งสองหนักเท่ากัน

จ. ไม่สามารถเปรียบเทียบน้ำหนักกันได้

28. ถ้ามีน้ำในกระบอกตวง 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อหย่อนก้อนหินลงไป ระดับน้ำเลื่อนขึ้นมาอยู่ที่ 65 ลูกบาศก์เซนติเมตร อยากทราบว่าก้อนหินมีปริมาตรเท่าใด **(เข้าใจ)**

ก. 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ข. 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ค. 40 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ง. 65 ลูกบาศก์เซนติเมตร

จ. 90 ลูกบาศก์เซนติเมตร

29. ถ้านำเหล็กก้อนหนึ่งไปแทนที่น้ำ ได้น้ำล้นออกมา 30 กรัม อยากทราบว่าเหล็กก้อนนี้มีปริมาตรเท่าใด **(เข้าใจ)**

ก. 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ข. 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ค. 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ง. 40 ลูกบาศก์เซนติเมตร

จ. 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร

30. ถ้านักเรียนได้ยินข่าวว่า "นายดำช่างวิทยุถูกไฟฟ้าช็อตตาย" ทั้งนี้เนื่องมาจากสาเหตุอะไร **(เข้าใจ)**

ก. ขาดความระมัดระวัง
ข. ขาดประสบการณ์
ค. ขาดความรับผิดชอบ
ง. ขาดความรู้ ความชำนาญ
จ. ขาดทักษะในการปฏิบัติงาน

31. การพยากรณ์อากาศเพื่อทำนายลักษณะของอากาศที่จะเกิดขึ้น ถือว่าเป็นการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ **(เข้าใจ)**

ก. เป็น เพราะมีกระบวนการดำเนินงานอย่างมีเหตุผล
ข. ไม่เป็น เพราะการทำนายแต่ละครั้งไม่เป็นความจริง
ค. ไม่เป็น เพราะเป็นการใช้ประสบการณ์ของผู้ทำนายเอง
ง. เป็น เพราะสามารถทำนายเหตุการณ์ให้เห็นผลได้ทันที
จ. ไม่เป็น เพาะเป็นการเดาเหตุการณ์โดยอาศัยข้อมูลเดิม

32. "ถ้าแสงสว่างมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว ดังนั้นต้นถั่วที่ได้รับแสงสว่างจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าต้นถั่วที่ไม่ได้รับแสงสว่าง" ข้อความดังกล่าวเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในขั้นตอนใด **(เข้าใจ)**

ก. การสรุปผล
ข. การทดลอง
ค. การระบุปัญหา
ง. การตั้งสมมติฐาน
จ. การศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล

33. ถ้าต้องการทดลองว่า "ขนาดของไข่มีผลต่อการลอยหรือจมน้ำหรือไม่" จะต้องทำอย่างไร **(ทักษะการทดลอง)**

ก. เตรียมไข่ต่างชนิดกัน แต่มีขนาดเท่ากัน
ข. เตรียมไข่ชนิดเดียวกัน แต่มีขนาดต่างกัน
ค. เตรียมภาชนะสำหรับบรรจุน้ำให้มีขนาดเท่ากัน
ง. เตรียมน้ำจากแหล่งต่างๆกัน ให้มีปริมาณเท่ากัน
จ. เตรียมภาชนะสำหรับบรรจุน้ำ ให้มีขนาดแตกต่างกัน

<u>คำชี้แจง</u> ศึกษาข้อมูลในตาราง แล้วตอบคำถามข้อ 34 – 36

ตารางแสดงความสามารถในการมองเห็นของนักเรียน

ระยะที่มองเห็นได้ชัดเจน (เมตร)	จำนวนนักเรียน (คน)
2	1
3	1
4	3
5	8
6	12
7	4
8	1

34. นักเรียนที่มองเห็นได้ชัดเจนในระยะ 5 – 6 เมตร มีจำนวนเท่าใด **(ทักษะการคำนวณ)**

ก. 12 คน

ข. 13 คน

ค. 20 คน

ง. 25 คน

จ. 30 คน

35. นักเรียนที่มองเห็นได้ชัดเจนตั้งแต่ระยะ 3 เมตรลงมา มีกี่เปอร์เซนต์ของทั้งหมด **(ทักษะการคำนวณ)**

ก. 3.33 %

ข. 6.67 %

ค. 66.7 %

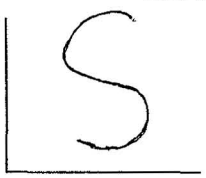
ง. 93.33 %

จ. 96.67 %

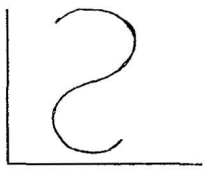
36. ถ้านำข้อมูลจากตารางมาเขียนเป็นกราฟจะได้กราฟดังรูปใด
(ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

<u>กำหนดให้</u> แกนนอน แทนระยะที่มองเห็นชัดเจน (เมตร)
แกนตั้ง แทนจำนวนนักเรียน (คน)

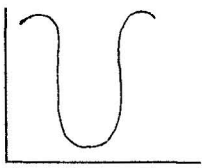
ก.



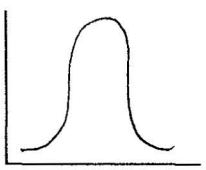
ข.



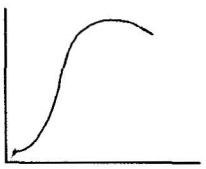
ค.



ง.



จ.



37. นักเรียน 3 กลุ่ม ได้ทำการทดลองวัดอุณหภูมิของน้ำที่ผสมน้ำแข็ง ปรากฏว่าอุณหภูมิที่สัดได้ในแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน ทั้งนี้เป็นเพราะเหตุใดที่สำคัญที่สุด **(ทักษะการทดลอง)**

ก. เวลาในการวัดไม่เท่ากัน
ข. อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมไม่เท่ากัน
ค. ภาชนะบรรจุน้ำขนาดไม่เท่ากัน
ง. เทอร์มอมิเตอร์แบ่งขีดอุณหภูมิไม่เท่ากัน
จ. ความสะอาด ปริมาณน้ำ และปริมาณน้ำแข็งไม่เท่ากัน

<u>คำชี้แจง</u> ศึกษาข้อมูลจากตารางต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 38

ตารางแสดงน้ำหนักและส่วนสูงของนักเรียน 6 คน

ชื่อ	ความสูง (cm)	น้ำหนัก (kg)
ก	110	30
ข	120	35
ค	145	40
ง	150	45
จ	160	50
ฉ	165	55

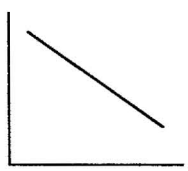
38. เมื่อนำข้อมูลจากตารางมาเขียนเป็นกราฟ จะได้กราฟตามรูปใดที่ถูกต้อง
(ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

<u>กำหนดให้</u> แกนตั้ง แทนความสูง (cm)
แกนนอน แทนน้ำหนัก (kg)

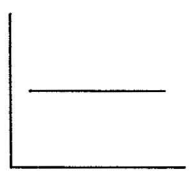
ก.



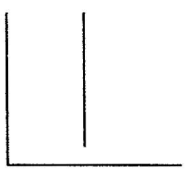
ข.



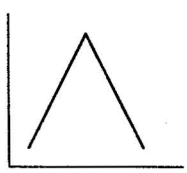
ค.



ง.



จ.



39. ในการปฏิบัติการทดลองในห้องวิทยาศาสตร์ครั้งหนึ่ง ครูให้นักเรียนวัดปริมาตรของน้ำซึ่งใส่ไว้ในถ้วยแก้ว ผลการวัดปรากฏ ดังนี้

โต วัดได้ 20.6 ลูกบาศก์เซนติเมตร
ตูน วัดได้ 20.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร
ต้น วัดได้ 20.4 ลูกบาศก์เซนติเมตร

น้ำในถ้วยมีค่าเฉลี่ยเท่าใด **(ทักษะการคำนวณ)**

ก. 20.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร
ข. 20.4 ลูกบาศก์เซนติเมตร
ค. 20.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร
ง. 20.6 ลูกบาศก์เซนติเมตร
จ. 20.7 ลูกบาศก์เซนติเมตร

40. ข้อความใดจัดเป็นสมมติฐานในการสังเกต "ไข่จม – ไข่ลอย" **(ทักษะการตั้งสมมติฐาน)**

ก. ไข่ไก่สุกสามารถลอยในน้ำเกลือได้
ข. น้ำเกลือเค็มเกินไปไข่ไก่จึงลอยน้ำได้
ค. ไข่ชนิดใดๆก็สามารถลอยน้ำได้ทั้งนั้น
ง. เมื่อเติมเกลือลงไปมากขึ้นไข่ไก่ก็ยิ่งลอยสูงขึ้น
จ. ไข่ไก่สุกลอยได้สูงกว่าไข่ไก่ดิบเมื่ออยู่ในน้ำเกลือ

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

ภาคผนวก จ

แผนการสอนกลุ่มทดลอง : การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

แผนการสอนกลุ่มควบคุม : การสอนตามคู่มือครู

แผนการสอนกลุ่มทดลอง : การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการ ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

แผนการสอนที่ 1

กลุ่มทดลอง : สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 101 : วิทยาศาสตร์เพื่อการสร้างสรรค์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 คาบที่ 1 – 2

เรื่อง ไข่ลอยน้ำ เวลา 100 นาที จำนวน 2 คาบ

ความคิดรวบยอด

วิทยาศาสตร์เป็นความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆในธรรมชาติ และกระบวนการค้นหาความรู้เหล่านั้นอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอน

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลและหลักฐานเพิ่มเติม

นักวิทยาศาสตร์ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ในการค้นคว้าหาความรู้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของคำว่า วิทยาศาสตร์ได้
2. บอกได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลและหลักฐานเพิ่มเติม
3. อธิบายเกี่ยวกับวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์
4. ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และทดลองเกี่ยวกับปัญหาที่ระบุได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

นักเรียนศึกษาคำชี้แจงในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ชุดที่ 1 ไข่ลอยน้ำ และดำเนินการดังขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นเชิญชวน

1. นักเรียนศึกษา, สังเกต และปฏิบัติการทดลองตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมชุดที่ 1 ไข่ลอยน้ำ แล้วตั้งข้อสงสัย / ข้อคำถามที่เกิดจากสถานการณ์หรือมีความเกี่ยวข้องสอดคล้องกับสถานการณ์

2. นักเรียนนำข้อสงสัย / ข้อคำถามของนักเรียนและเพื่อนในกลุ่มมาพิจารณาความเหมือนและความแตกต่างที่เกิดขึ้น พร้อมหาเหตุผล

3. นักเรียนร่วมกันพิจารณาเลือกข้อสงสัย / ข้อคำถาม ของกลุ่มมา 1 ข้อคำถาม พร้อมบอกเหตุผลหรือวิธีการที่ใช้ในการเลือกข้อสงสัย / ข้อคำถามนั้น

4. นักเรียนพิจารณาหาสาเหตุ และผลของข้อสงสัย / ข้อคำถาม ที่เลือกไว้แล้วร่วมกันหาคำตอบที่เป็นไปได้ของข้อสงสัย / ข้อคำถามนั้น

ขั้นสำรวจ

1. นักเรียนร่วมกันเลือกคำตอบของข้อสงสัย / ข้อคำถาม ที่สอดคล้องกับข้อสงสัย / ข้อคำถามมากที่สุด แล้วพิจารณาหาสาเหตุและผลที่จะเกิดขึ้นจากคำตอบของข้อสงสัย / ข้อคำถามนั้น

2. นักเรียนศึกษาข้อความรู้เพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบการทดลอง จากกรอบความรู้เพิ่มเติมภายในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

3. นักเรียนร่วมกันเลือกวัสดุ อุปกรณ์ที่กำหนดให้ แล้วกำหนดวัตถุประสงค์ของการทดลอง

4. นักเรียนออกแบบการทดลอง และระบุวิธีการทดลอง โดยคำนึงถึงความสอดคล้อง คลอบคลุมสถานการณ์ ข้อสงสัย / ข้อคำถาม และข้อคำตอบที่ตั้งขึ้น ลงในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

5. นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการที่ออกแบบไว้

ขั้นนำเสนอคำอธิบายและคำตอบของปัญหา

1. นักเรียนเลือกรูปแบบการบันทึกผลการทดลองให้เหมาะสมกับวิธีการทดลอง จากนั้นจึงบันทึกผลการทดลอง โดยจดบันทึกผลข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองตามรูปแบบการบันทึกผลการทดลองที่เลือกและออกแบบไว้ ลงในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

2. นักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง โดยการอภิปรายถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

3. นักเรียนนำข้อความรู้ของนักเรียนและข้อความรู้ของเพื่อนในกลุ่มมาสรุปร่วมกันเป็นข้อความรู้ใหม่

ขั้นนำไปปฏิบัติ

1. นักเรียนร่วมกันพิจารณาและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลที่สอดคล้องกับความรู้ใหม่

2. นักเรียนนำความรู้ใหม่และทักษะที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน พร้อมนำเสนอข้อความรู้ที่ได้แก่ผู้อื่นในรูปแบบต่างๆ

3. นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรมในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม เพื่อเป็นการทบทวนความรู้ที่ได้ และถ่ายโยงความรู้และทักษะไปสู่เนื้อหาใหม่ต่อไป

สื่อการเรียนการสอน

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมชุดที่ 1 ไข่ลอยน้ำ
2. อุปกรณ์การทดลองที่กำหนดให้
    - กล่องพลาสติกเบอร์ 1
    - บีกเกอร์ขนาด 50 ml
    - แท่งแก้วคนสาร
    - ช้อนตักสารเบอร์ 2

- น้ำ
- เกลือ
- น้ำตาล
- สารส้ม
- ไข่นกกระทา
- ไข่ไก่ขนาดต่างๆ
- ไข่เป็ด

การวัดผลประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม
2. ตรวจชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมชุดที่ 1 ไข่ลอยน้ำ

%%%%%%%%%%%%%%

แผนการสอนกลุ่มควบคุม : การสอนตามคู่มือครู

แผนการสอนที่ 1

กลุ่มควบคุม : สอนตามคู่มือครู

วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 101 : วิทยาศาสตร์เพื่อการสร้างสรรค์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 คาบที่ 1 – 2

เรื่อง ไข่ลอย - ไข่จม เวลา 100 นาที จำนวน 2 คาบ

ความคิดรวบยอด

วิทยาศาสตร์เป็นความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆในธรรมชาติ และกระบวนการค้นหาความรู้เหล่านั้นอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอน

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลและหลักฐานเพิ่มเติม

นักวิทยาศาสตร์ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ในการค้นคว้าหาความรู้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของคำว่า วิทยาศาสตร์ได้
2. บอกได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลและหลักฐานเพิ่มเติม
3. อธิบายเกี่ยวกับวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์
4. ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และทดลองเกี่ยวกับปัญหาที่ระบุได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ซักถาม เพื่อนำไปสู่ความหมายของคำว่า "วิทยาศาสตร์" และ "ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาอย่างไร" พร้อมยกตัวอย่างประกอบ

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสถานการณ์ที่กำหนดให้แบบเรียนเพื่อระบุปัญหา และตั้งสมมติฐานของการทดลอง

3. ให้นักเรียนศึกษา "กิจกรรม 1.1 ไข่จม – ไข่ลอย"

4. ครูและนักเรียนอภิปรายถึงจุดประสงค์ของการทดลอง อุปกรณ์ วิธีการทดลองในแบบเรียน ระยะเวลาในการทดลอง ข้อควรระวังและความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นจากการทดลอง

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการในแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 101 "กิจกรรม 1.1 ไข่ลอย – ไข่จม" พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรมโดยการนำเสนอผลการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่ม และร่วมกันพิจารณาถึงข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทดลอง หลังจากนั้นจึงนำผลการทดลองมาสรุปเป็นความรู้

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ที่ได้ เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และตั้งคำถามเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดต่อเนื่องเพื่อนำไปสู่การแสวงหาความรู้ใหม่ๆ โดยไม่คำนึงว่าคำตอบของนักเรียนที่ได้นั้นจะถูกหรือผิด

3. นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 101

สื่อการเรียนการสอน

1. อุปกรณ์การทดลองกิจกรรม 1.1 ไข่จม - ไข่ลอย
   - กล่องพลาสติกเบอร์ 1
   - บีกเกอร์ขนาด 50 ml
   - แท่งแก้วคนสาร
   - ช้อนตักสารเบอร์ 2
   - น้ำ
   - เกลือ
   - น้ำตาล
   - สารส้ม
   - ไข่นกกระทา
   - ไข่ไก่ขนาดต่างๆ
   - ไข่เป็ด
2. ภาพนักวิทยาศาสตร์ต่างๆ

การวัดผลประเมินผล

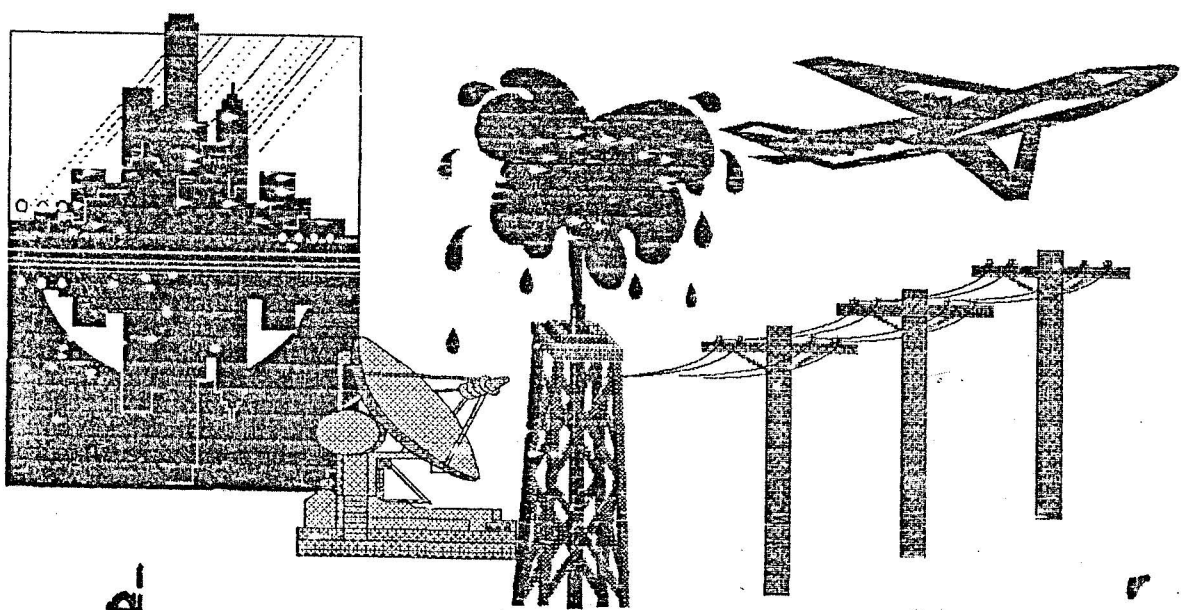
1. สังเกตจากการอภิปราย และตอบคำถามของนักเรียน
2. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน
3. ตรวจผลงานจากการทำกิจกรรม
4. ตรวจแบบฝึกหัด

%%%%%%%%%%%%%%

ภาคผนวก ฉ
ตัวอย่างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการ

ตามแนวคิดทางสะเต็มศึกษา



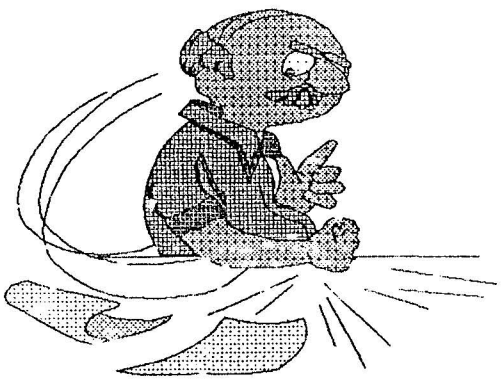
เรื่อง วิทยาศาสตร์เพื่อการสร้างสรรค์

ชุดที่ 1

ไข่ลอยน้ำ

ชื่อ ..... สกุล .:.....

ห้อง ..... กลุ่มที่ .....



คำชี้แจง

ชุดกิจกรรมที่นักเรียนจะได้ศึกษาต่อไปนี้ เรียกว่า **ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม** เป็นชุดกิจกรรมที่ได้กำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนศึกษา ตั้งคำถามตามที่นักเรียนสงสัยและหาคำตอบของปัญหาที่นักเรียนสนใจได้ด้วยตนเองเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับตัวนักเรียนเอง ควรปฏิบัติตามคำชี้แจงต่อไปนี้ ตามลำดับ

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมชุดนี้ ใช้เวลา 2 คาบ 100 นาที

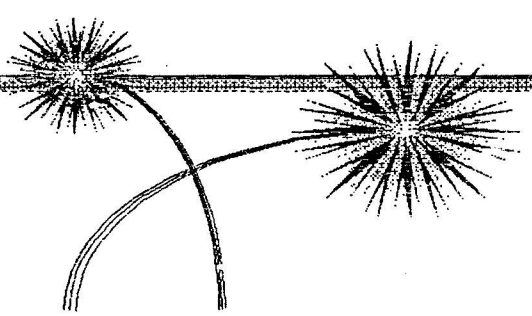
2. ให้นักเรียนจัดกลุ่มๆละ 5 คน

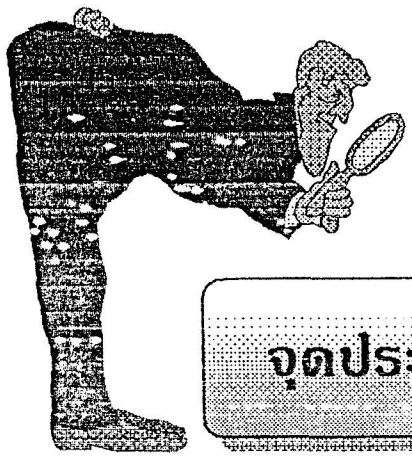
3. ให้นักเรียนศึกษาจุดประสงค์ของกิจกรรม

4. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้และปฏิบัติกิจกรรมในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเชิญชวน
ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ
ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอคำอธิบายและคำตอบของปัญหา
ขั้นที่ 4 ขั้นนำไปปฏิบัติ

5. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายกิจกรรมด้วยตนเอง เมื่อทำเสร็จแล้วตรวจดูคำตอบจากเฉลย เพื่อใช้ตรวจสอบความรู้ของตนเอง





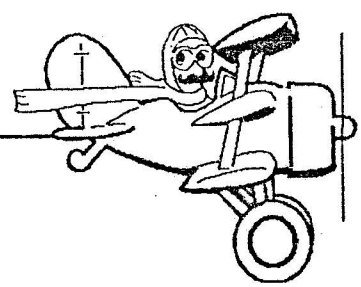
จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. อธิบายความหมายของคำว่า วิทยาศาสตร์ได้
2. บอกได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลและหลักฐานเพิ่มเติม
3. อธิบายเกี่ยวกับวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้
4. ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และทดลองเกี่ยวกับปัญหาที่ระบุได้

เวลาที่ใช้

100 นาที

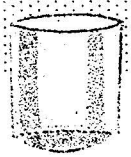
ขั้นเชิญชวน



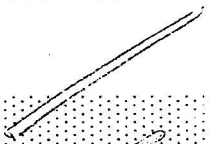


สถานการณ์

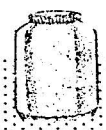
จากอุปกรณ์ที่กำหนดให้

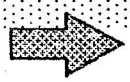
1.  กล่องพลาสติกเบอร์ 1 ใส่น้ำ 150 cm^3

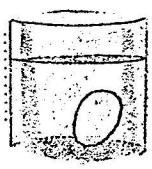
2.  ไข่ไก่

3.  แท่งแก้วคนสาร

4.  ช้อนตักสารเบอร์ 2

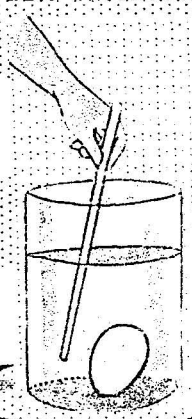
5.  เกลือ

 ให้นักเรียนนำไข่ไก่ใส่ลงในกล่องพลาสติกที่มีน้ำบรรจุอยู่ 150 cm^3 สังเกตผลที่เกิดขึ้น



 คราวนี้ลองเติมเกลือลงไปในกล่องพลาสติกใบเดิม 30 ช้อน คนจนละลายหมด แล้วตั้งทิ้งไว้ 1 - 2 นาที สังเกตผลที่เกิดขึ้น

การทดลอง	ผลที่ได้จากการสังเกต / การทดลอง
สังเกตไข่ไก่ ใส่ไข่ไก่ลงในน้ำ ใส่เกลือลงในน้ำที่ไข่ไก่แช่อยู่	



ในการตักสารแต่ละครั้งต้องปาดช้อนเพียงครั้งเดียวโดยไม่กดสารในช้อนก่อนปาดเป็นอันขาด ถ้าต้องการตักสารชนิดอื่นต่อไป ต้องทำความสะอาดช้อนและเช็ดให้แห้งก่อน

จากการสังเกตผลการทดลองจากสถานการณ์ นักเรียนเกิดข้อสงสัย / ข้อคำถามอะไรขึ้นบ้าง

ข้อสงสัย / ข้อคำถามที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์คือ

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....

ข้อสงสัย / ข้อคำถามของนักเรียนเหมือนหรือต่างกับเพื่อนในกลุ่มอย่างไร ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

☐ เหมือน

เหตุผลที่เหมือน เพราะ .....

.....

☐ ไม่เหมือน

เหตุผลที่ไม่เหมือน เพราะ.....

.....

ถ้าข้อสงสัย / ข้อคำถามของนักเรียนและเพื่อนในกลุ่มไม่เหมือนกัน กลุ่มของนักเรียนใช้วิธีการหรือเหตุผลใดในการเลือกข้อสงสัย / ข้อคำถาม เพียง 1 ข้อ เพื่อนำมาใช้ทำการทดลอง

วิธีการ / เหตุผลของกลุ่ม

.....

.....

.....

ข้อสงสัย / ข้อคำถามที่กลุ่มของนักเรียนเลือกแล้ว คือ

.....

.....

.....

การใช้แท่งแก้วคนสาร

การคนสารให้คนไปทางเดียวกันเสมอ และต้องไม่ให้กระทบกัน หรือด้านข้างของภาชนะ และถ้าต้องการคนสารชนิดอื่นต่อไป ต้องทำความสะอาดและเช็ดให้แห้งก่อน

ขั้นสำรวจ



นักเรียนคิดว่า ข้อสงสัย / ข้อคำถาม ที่กลุ่มของนักเรียนเลือกนั้น มีสาเหตุมาจากอะไร และมีผลเป็นอย่างไร

สาเหตุ คือ ....

ผล คือ ....

คำตอบของปัญหา (สมมติฐาน) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบ มักเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุ (ตัวแปรต้น) และผล (ตัวแปรตาม) สมมติฐานที่ตั้งขึ้นจะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตัวอย่าง

ข้อสงสัย / ข้อคำถาม

ของเหลวชนิดอื่นๆที่ไม่ใช่น้ำเกลือ มีผลต่อการลอย – จม ของไข่ไก่หรือไม่

สาเหตุ

ของเหลวชนิดอื่นๆ

ผล

ผลการลอย – จม ของไข่ไก่

คำตอบของปัญหา (สมมติฐาน)

ของเหลวต่างชนิดกัน ผลการลอย – จม ของไข่ไก่แตกต่างกัน

เมื่อระบุ สาเหตุ และผลที่จะเกิดขึ้นของข้อสงสัย / ข้อคำถามแล้ว นักเรียนคิดว่า คำตอบของปัญหา คืออะไร

คำตอบของปัญหา ของนักเรียน คือ

.....

.....

คำตอบของปัญหาของกลุ่มนักเรียนคือ

.....

.....

นักเรียนยอมรับคำตอบของปัญหาที่กลุ่มของนักเรียนเลือกหรือไม่ เพราะเหตุใด

ยอมรับ เพราะ .....

.....

ไม่ยอมรับ เพราะ .....

.....

จากคำตอบของปัญหา (สมมติฐาน) ที่กลุ่มของนักเรียน ให้กำหนดสิ่งต่อไปนี้

สาเหตุ คือ .....

ผล คือ .....



วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์

เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ได้แก่ ข้อเท็จจริง หลักการ กฎ ทฤษฎี อันเป็นข้อสรุปจากการค้นพบธรรมชาติ เช่น ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา คณิตศาสตร์ สำหรับผู้ที่ศึกษาด้านนี้ เรียกว่า

นักวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์

นักวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ที่น่าสนใจ

1. เซอร์ไอแซค นิวตัน

ผู้ค้นพบทฤษฎีแรงโน้มถ่วงของโลก เขาสังเกตลูกแอปเปิ้ลที่ตกลงสู่พื้นดินและหาสาเหตุ และผลสรุปได้ว่าวัตถุทั้งหลายต่างก็ดึงดูดซึ่งกันและกัน เรียกแรงดึงดูดนี้ว่า แรงโน้มถ่วง

2. อัลเบิร์ต ไอน์สไตล

ผู้ค้นพบว่ามวลสารสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานได้



เมื่อเลือกสมมติฐานได้แล้ว ลำดับต่อไปเป็นการออกแบบการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น

การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือปฏิบัติจริง เพื่อกำหนดวิธีการทดลอง รูปแบบการบันทึกผลการทดลอง โดยให้คลอบคลุมสมมติฐาน ตัวแปรต้น ตัวแปรตามที่จะศึกษา พร้อมทั้งวิธีการควบคุมตัวแปรที่ไม่ต้องการศึกษาซึ่งอาจมีผลทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ออกแบบการทดลอง
ให้ดีนะ เพราะการทดลองครั้งนี้
ใช้เวลาเพียง 15 นาที
เท่านั้น

ให้นักเรียนร่วมกันเลือกอุปกรณ์ที่กำหนดให้ โดยเขียนเครื่องหมาย / ลงใน ☐ หน้าข้อความนั้นๆ

อุปกรณ์ที่กำหนดให้

- ☐ ไข่ไก่ขนาดต่างๆกัน จำนวน 3 ฟอง
- ☐ ไข่นกกระทา จำนวน 1 ฟอง
- ☐ ไข่เป็ด จำนวน 1 ฟอง
- ☐ น้ำตาล
- ☐ เกลือ
- ☐ แท่งแก้วคนสาร
- ☐ ช้อนตักสารเบอร์ 2
- ☐ กล่องพลาสติกเบอร์ 1
- ☐ บีกเกอร์ขนาด 50 ml
- ☐ น้ำ

ให้นักเรียนกำหนดวัตถุประสงค์ของการทดลองครั้งนี้

<u>วัตถุประสงค์ของการทดลอง</u> คือ

.....

.....

จากนั้นให้นักเรียนแสดงวิธีการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้น โดยเขียนเป็นข้อๆ ตามลำดับให้ละเอียด ชัดเจนและเข้าใจง่าย

<u>วิธีการทดลอง</u> มีดังนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

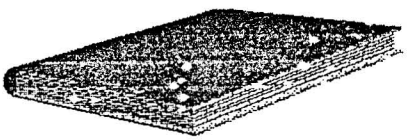
เมื่อออกแบบการทดลองเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองได้เลย

ขั้นนำเสนอคำอธิบายและ
คำตอบของปัญหา



เมื่อทำการทดลองเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองตามความคิดของนักเรียนเอง โดยให้เลือกรูปแบบการบันทึกผลข้อมูลแบบใดแบบหนึ่ง โดยใส่เครื่องหมาย / ลงใน ☐ แล้วบันทึกในรูปแบบนั้น ให้ได้ใจความสมบูรณ์และเข้าใจง่าย

☐ ตาราง ☐ แผนภูมิ ☐ แผนภาพ ☐ ไดอะแกรม
☐ กราฟ ☐ สมการ ☐ เขียนบรรยาย ☐ อื่นๆ



ผลการทดลอง

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

ความรู้เพิ่มเติม

วิทยาศาสตร์ประยุกต์ คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำความรู้พื้นฐานมาดัดแปลงนำไปใช้เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต เช่น ความรู้ทางการแพทย์ การเกษตร และวิศวกรรม ผู้ที่ศึกษา ด้านนี้ เรียกว่า **นักวิทยาศาสตร์ประยุกต์**

นักวิทยาศาสตร์ประยุกต์ที่น่าสนใจ

1. ทอมัส แอลวา เอดิสัน ผู้ประดิษฐ์เครื่องบันทึกเสียง ประดิษฐ์หลอดไฟฟ้าและเครื่องส่งโทรเลข

2. โจเซฟ พรีสลีย์ ผู้ค้นพบก๊าซออกซิเจน

3. ไมเคิล ฟาราเดย์ ผู้ประดิษฐ์เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและคิดทฤษฎีการกำเนิดไฟฟ้า

4. มาดาม มารี คูรี ผู้ค้นพบแร่เรเดียมและทฤษฎีการส่งรังสีจากแร่นั้น

จากการปฏิบัติการทดลอง นักเรียนสรุปผลได้อย่างไรบ้าง

สรุปผลการทดลอง

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



ข้อความรู้ที่นักเรียนได้จากการทดลองนี้ คือ

.....

.....

.....

ข้อความรู้ของเพื่อนในกลุ่มนักเรียนที่ได้จากการทดลองนี้ คือ

.....

.....

.....

.....

.....

ให้นักเรียนนำข้อความรู้ของนักเรียนและข้อความรู้ของเพื่อนในกลุ่มนักเรียนมาสรุปร่วมกัน เป็นข้อความรู้ใหม่

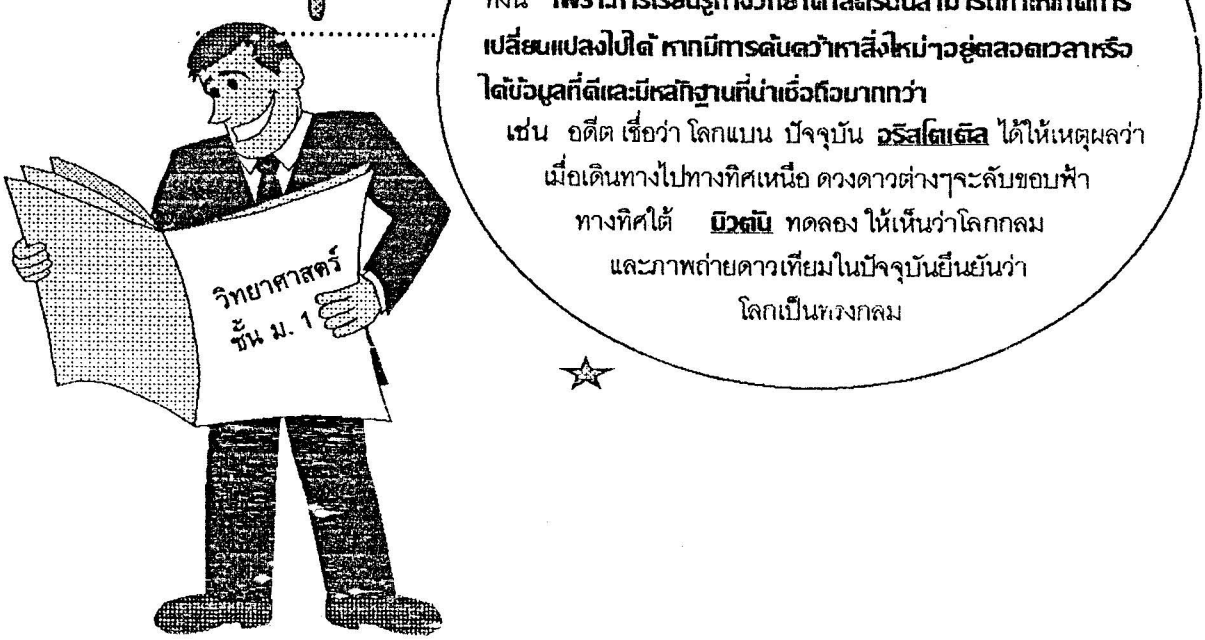
ข้อสรุปเป็นความรู้ใหม่

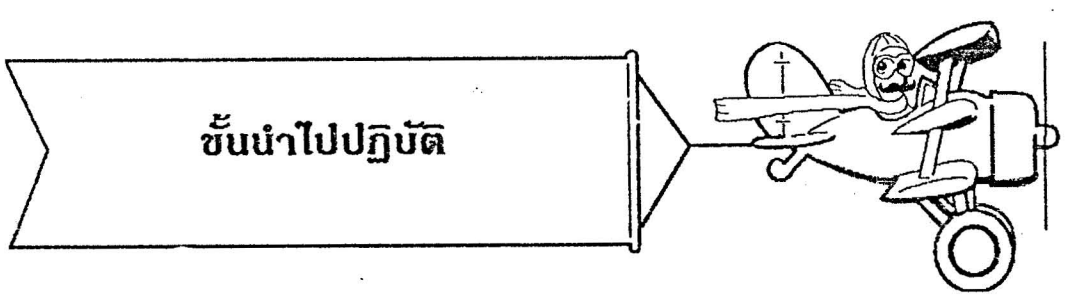
.....

.....

.....

.....




ขั้นนำไปปฏิบัติ

ถ้านักเรียนว่ายน้ำไม่เป็น นักเรียนควรจะเริ่มฝึกหัดว่ายน้ำในน้ำแบบใด จึงจะปลอดภัยที่สุด เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

ตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

"นักเรียนที่ช่างสังเกต คือนักเรียนที่เรียนเก่ง"

นักเรียนคิดอย่างไรกับข้อความนี้

☐ เห็นด้วย เพราะ.....

.....

☐ ไม่เห็นด้วย เพราะ.....

.....



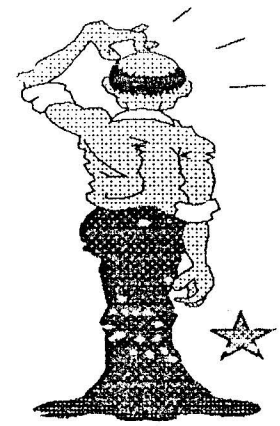
ความรู้เพิ่มเติม

นักวิทยาศาสตร์ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วย

1. วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เริ่มต้นจากการสังเกต การตั้งปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การรวบรวมข้อมูลและการสรุปผล

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถหรือความชำนาญในด้านต่าง ๆ เช่น การสังเกต การจำแนก การคำนวณ การพยากรณ์ การทดลอง เป็นต้น

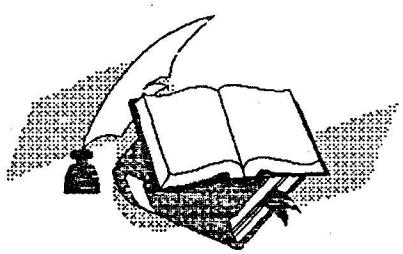
3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เป็นคนช่างสังเกต ช่างคิดช่างสงสัย มีเหตุผล ใจกว้าง มีความอดทนพยายาม มีความคิดริเริ่ม ทำงานเป็นระบบ



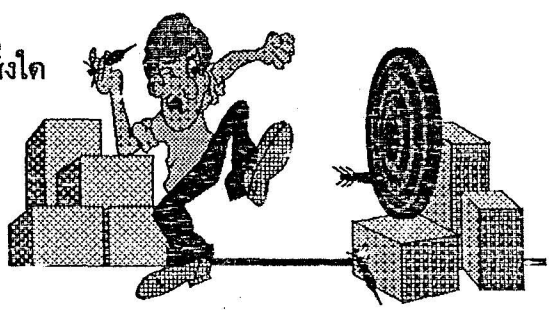
คำถามท้ายกิจกรรม

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ทับอักษร ก ข ค หรือ ง หน้าข้อความที่ถูกที่สุด

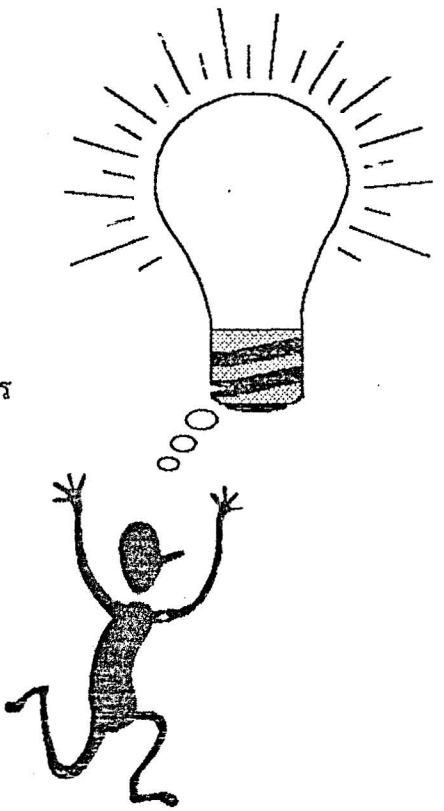
1. ข้อความใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
   ก. วิทยาศาสตร์ เป็นวิธีที่ว่าด้วยความรู้ในธรรมชาติ
   ข. วิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการหาความรู้จากธรรมชาติ
   ค. วิทยาศาสตร์ เป็นทั้งความรู้และวิธีการแสวงหาความรู้จากธรรมชาติ
   ง. กฎ หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เป็นจริงเสมอทุกยุคทุกสมัย
2. บุคคลใดควรเป็นนักวิทยาศาสตร์
   ก. จิ๋วอ่านทฤษฎีทางฟิสิกส์
   ข. แจ๋วสังเกตราขึ้นขนมปัง จึงพยายามหาคำตอบว่าทำไม
   ค. จ๊อดทดลองเคมีตามคู่มือปฏิบัติการ
   ง. ทั้ง 3 คน
3. ลักษณะสำคัญของนักวิทยาศาสตร์เรียกว่าอะไร
   ก. ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
   ข. วิธีการทางวิทยาศาสตร์
   ค. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
   ง. เจตคติทางวิทยาศาสตร์



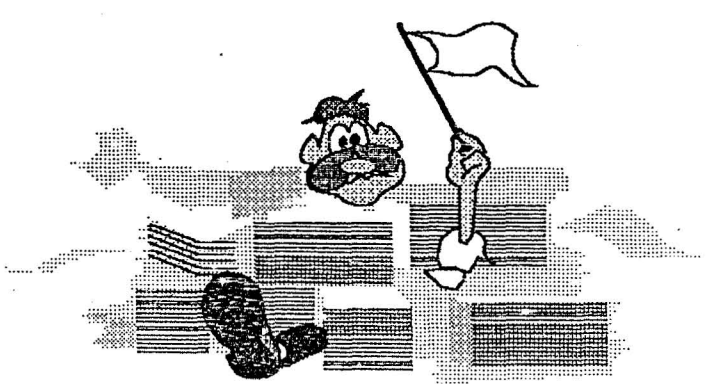
4. ลักษณะใด ไม่ใช่ คุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์
   ก. แก้ปัญหารวดเร็ว
   ข. ช่างสังเกต
   ค. มีเหตุมีผล
   ง. มีความพยายามและอดทน
5. นิสัยช่างสังเกตและช่างสงสัยทำให้เกิดสิ่งใด
   ก. ปัญหา
   ข. กฎ
   ค. สมมติฐาน
   ง. ทฤษฎี



6. ผลงานของนักวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คือสิ่งใด
   ก. ทฤษฎี
   ข. หนังสือ
   ค. สิ่งประดิษฐ์
   ง. สมุดจดบันทึก
7. ใคร คือ นักวิทยาศาสตร์ประยุกต์
   ก. แพทย์
   ข. คนขับรถ
   ค. จิตรกร
   ง. บุรุษไปรษณีย์
8. ผู้ประดิษฐ์หลอดไฟฟ้าสำเร็จเป็นคนแรก คือใคร
   ก. กาลิเลโอ
   ข. ทอมัส แอลวา เอดิสัน
   ค. เซอร์ ไอแซค นิวตัน
   ง. ไมเคิล ฟาราเดย์
9. มาดาม มารี คูรี ค้นพบแร่ชนิดใด
   ก. ดีบุก
   ข. ทังสเตน
   ค. เรเดียม
   ง. ออสเมียม



10. ในการทดลอง ไข่จม- ไข่ลอย การทดลองใด <u>ไม่ถูกต้อง</u>
    ก. ขณะคนเกลือให้ละลายควรคนไปทางเดียวกัน
    ข. การใช้ประสาทสัมผัสทางลิ้น ถ้าคิดว่าจะเกิดอันตรายไม่ควรทดลอง
    ค. ในการสังเกตไข่ไก่ ควรใช้ประสาทสัมผัสหลายๆอย่างเพื่อให้ได้ข้อมูลมากๆ
    ง. การตักเกลือด้วยช้อนตวง ควรกดเกลือให้แน่นก่อนจึงปาด 1 ครั้ง

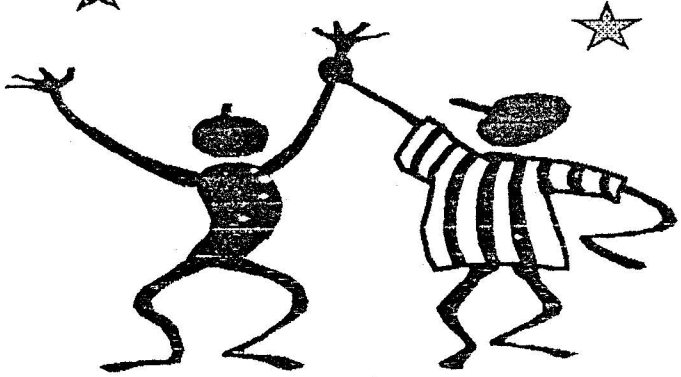




คำเฉลยกิจกรรม

1. ค
2. ข
3. ง
4. ก
5. ก
6. ค
7. ก
8. ข
9. ค
10. ง

จบ กิจกรรมชุดที่ 1 แล้วจ้ะ



ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวหนึ่งนุช กาฬภักดี
วัน เดือน ปีเกิด	9 กุมภาพันธ์ 2515
สถานที่เกิด	จังหวัดสุพรรณบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	164 หมู่ 7 ตำบลหนองมะค่าโมง อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี 72180
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์ 1 ระดับ 4
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านสระบัวก่ำ อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2530	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดนักบุญเปโตร อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม
พ.ศ. 2533	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม
พ.ศ. 2537	ครุศาสตร์บัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับหนึ่ง) วิชาเอกการประถมศึกษา สถาบันราชภัฏกาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี
พ.ศ. 2543	การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา (สาขาการสอนวิทยาศาสตร์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร