การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

ปริญญานิพนธ์
ของ
กอบวิทย์ พิริยะวัฒน์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
มกราคม 2554

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

ปริญญานิพนธ์
ของ
กอบวิทย์ พิริยะวัฒน์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
มกราคม 2554
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

บทคัดย่อ

ของ

กอบวิทย์ พิริยะวัฒน์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

มกราคม 2554

กอบวิทย์ พิริยะวัฒน์. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนะคีรี, อาจารย์ ดร.ราชันย์ บุญธิมา.

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

ประชากรเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนนนทรีวิทยา จำนวน 60 คน จำนวน 20 ชั่วโมง ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน แล้วสุ่มอย่างง่ายอีกครั้งหนึ่ง โดยวิธีจับฉลากเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และกลุ่มทดลองที่ 2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ Nonrandomized control group pretest-posttest design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แบบปรนัยมีค่าความเชื่อมั่น .92 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แบบปรนัยมีความเชื่อมั่น .94 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test Dependent Samples และ t-test for Independent Sample ในรูป Difference Score

ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A STUDY ON SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT AND ABILITY IN SOLVING SCIENTIFIC PROBLEMS THROUGH PROBLEM-BASED LEARNING AND SOLVING SCIENTIFIC PROBLEMS METACOGNITIVE STRATEGIES OF MATTHAYOMSUKSA 1 STUDENTS

AN ABSTRACT

BY

KOBWIT PIRIYAWAT

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University
January 2011

Kobwit Piriyawat. (2011*). A Study on Science Learning Achievement and Ability in Solving Scientific Problem Through Problem-Based Learning and Solving Scientific Problems Metacognitive Strategies of Matthayomsuksa 1 Students*. Master thesis, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Dr. Chutima Wattanakeeree, Dr.Rachan Boonthima.

The purpose of this research was to compare Science Learning Achievement and Ability in Solving Science Problems of Matthayomsuksa I Students using Problem-Based Learning and Solving Scientific Problems Metacognitive Strategies

The population used in this research were 60 students of Matthayomsuksa I of Nonsiwitthaya School, Yannawa District, Bangkok, in the second semester of the academic year 2010. Students were chosen through Cluster Random Sampling. They were divided into 2 group ; the experiment 1 and the experiment 2 with 30 students each. The experiment 1 was taught by using Problem-Based Learning; the experiment 2 was taught by using Solving Science Problems Metacognitive Strategies, a total of 20 hours. The research equipments ; the achievement test on science study with reliability of .92 and the problem solving ability in scientific with reliability of .94. The study were Nonrandomized control group pretest-posttest design. The data analysis were by t-test dependent Samples and t-test for Independent Sample Difference Score.

The results of this indicated that:

1. The science learning achievement between the students taught using Problem-Based Learning and Solving Science Problems Metacognitive Strategies was significantly Different at the level of .01

2. The students learned by using Problem-Based Learning were science achievement higher than before significantly at the level of .01

3. The students learned by using Solving Scienctific Problems Metacognitive Strategies were science achievement higher than before significantly at the level of .01

4. The Ability in Solving Science Problem between the students taught using Problem-Based Learning and Solving Scienctific Problems Metacognitive Strategies was non-significantly Difference at the level of .01

5. The students learned by using Problem-Based Learning were ability in Solving Scienctific Problem higher than before significantly at the level of .01

6. The students learned by using Solving Science Problems Metacognitive Strategies were ability in Solving Science Problem higher than before significantly at the level of .01

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้
โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน
ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์
ของ
กอบวิทย์ พิริยะวัฒน์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

……..……คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
วันที่ เดือน มกราคม พ.ศ. 2554

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์	คณะกรรมการสอบปากเปล่า
…….. ประธาน	……..…… ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนะคีรี)	(รองศาสตราจารย์ ตรูเนตร อัชชสวัสดิ์)
…….. กรรมการ	……..…… กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ราชันย์ บุญธิมา)	(อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน)
	……..…… กรรมการ
	(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนะคีรี)
	……..…… กรรมการ
	(อาจารย์ ดร.ราชันย์ บุญธิมา)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีเป็นเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนะคีรี ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ราชันย์ บุญธิมา กรรมการควบคุมสารนิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สนธยา ศรีบางพลี และ อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่า ในการให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้แก่ผู้วิจัยในการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา และขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือตลอดจนให้คำปรึกษาและข้อแนะนำ อันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการ ดร.เชิดศักดิ์ ศุภโสภณ นายสาคร กฤษดารัตน์รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ นายณัฐพงศ์ เลิศชีวะ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนคณะครูอาจารย์โรงเรียนนนทรีวิทยา ทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือ และสนับสนุนให้ผู้ทำวิจัยทำการศึกษาค้นคว้าจนประสบผลสำเร็จ

ขอขอบพระคุณเพื่อนนิสิตปริญญาโท เอกการมัธยมศึกษาทุกท่านที่มีส่วนในการแนะนำช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 และ 1/3 ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ท้ายสุดผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บิดามารดาอันเป็นที่รักและเคารพ ที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจเสมอมาทั้งในการเรียนและการทำวิจัยจนสำเร็จ คุณค่าและประโยชน์ใดๆ จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบมอบเป็นเครื่องบูชา บิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ชี้แนะแนวทางการศึกษาแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

กอบวิทย์ พิริยะวัฒน์

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	5
	ความสำคัญของการวิจัย	6
	ขอบเขตของการวิจัย	6
	นิยามศัพท์เฉพาะ	7
	กรอบแนวคิดในการวิจัย	10
	สมมติฐานในการวิจัย	10
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	11
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	12
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยกลวิธีเมตาคอคนิชัน ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์	41
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	62
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	70
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	80
3	**วิธีการดำเนินการวิจัย**	97
	การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	97
	แบบแผนการทดลอง	98
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	98
	วิธีการดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล	109
	การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้	109
4	**ผลการศึกษา**	114
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	114
	การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	114

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	120
ความมุ่งหมายของการวิจัย	120
สมมติฐานในการวิจัย	120
วิธีดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล	123
การวิเคราะห์ข้อมูล	123
สรุปผลการวิจัย	124
อภิปรายผลการวิจัย	125
ข้อเสนอแนะ	134
บรรณานุกรม	136
ภาคผนวก	151
ภาคผนวก ก	152
ภาคผนวก ข	154
ภาคผนวก ค	168
ภาคผนวก ง	175
ประวัติย่อผู้วิจัย	217

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	รูปแบบของแผนการอภิปราย	21
2	กรอบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	23
3	รูปแบบการบันทึกสิ่งที่รู้ สิ่งที่ต้องรู้เพิ่มเติมและแนวคิดจากสถานการณ์ปัญหา	25
4	รูปแบบและตัวอย่างคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลผู้เรียนทำโดยผู้สอน	30
5	รูปแบบที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลผู้เรียนแบบระบบอัตราส่วนทำโดยผู้สอน	32
6	รูปแบบการประเมินผลตนเองของผู้เรียน	33
7	รูปแบบที่เขียนบรรยายของการประเมินผลตัวเองของครู	34
8	รูปแบบให้เลือกระดับความสามารถของการประเมินผลตนเองของครู	35
9	รูปแบบของการประเมินผลปัญหา	37
10	บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	40
11	กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน ของข้อมูลที่ศึกษาได้จากนักการศึกษา	54
12	แบบแผนการทดลอง	98
13	ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	101
14	ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์	103
15	เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์	103
16	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2	115
17	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1	116
18	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2	116
19	เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2	117
20	เปรียบเทียบความสามารถในการแก้คิดปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1	118
21	เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2	119

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง **หน้า**

22 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 155

23 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ 156

24 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ 157

25 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ 159

26 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 161

27 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และความเชื่อมั่นแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 163

28 แสดงค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ 165

29 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ 169

30 คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ 172

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการวิจัย	10
2	แสดงความสัมพันธ์ของกลไกการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	17
3	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	28
4	องค์ประกอบเมตาคอคนิชันของฟลาเวล	43
5	องค์ประกอบเมตาคอคนิชันของบราวน์	44
6	รูปแบบของทฤษฎีประมวลผลข้อมูล	46
7	ขั้นตอนการเกิดเมตาคอกนิชัน	47
8	กระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล	48
9	การอุปมานข้อเท็จจริงไปเป็นหลักการหรือกฎ	64
10	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	66
11	ความสัมพันธ์ของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์	67

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงานเหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและ มีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 1)

การศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นเครื่องมือหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ การปฏิรูปการศึกษาของไทยตามพระราชบัญญัติการศึกษา พ.ศ. 2542 เป็นเครื่องมือสำคัญของการปฏิรูปการศึกษาไทยและถือเป็นนโยบายการปฏิรูปการศึกษาของชาติครั้งแรกที่เน้นการปฏิรูปทุกด้าน โดยเน้นให้จัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาขีดความสามารถของตนได้เต็มศักยภาพ สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข ซึ่งได้บัญญัติไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวด 4 แนวจัดการศึกษา มาตรา 22 ระบุว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษา ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มศักยภาพ มาตรา 24 ระบุว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้ ต้องจัดเนื้อหากิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัดและความแตกต่างของผู้เรียน ฝึกทักษะกระบวนการคิดการจัดการให้เผชิญสถานการณ์และประยุกต์ใช้ให้ผู้เรียนเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน อำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่เป้าหมายของการเป็นคนดี เก่งและมีความสุข (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. 2542) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความต้องการของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 จึงต้องเน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาขีดความสามารถของตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพ มีความสมดุลทางด้านจิตใจ ร่างกาย ปัญญาและสังคม เป็นผู้รู้จักคิดวิเคราะห์ รักการเรียนรู้ มีความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ มีทักษะ

สำหรับการดำรงชีวิต รวมทั้งทักษะทางอาชีพ สามารถพึ่งพาตนเอง และร่วมมือกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ นอกจากนั้นแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550 – 2554) ได้ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการปรับเปลี่ยนจุดเน้นในการพัฒนาคุณภาพคนในสังคมไทยให้มีคุณธรรมและมีความรอบรู้อย่างเท่าทัน ให้มีความพร้อมทั้งด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และศีลธรรม สามารถก้าวทันการเปลี่ยนแปลงเพื่อนำไปสู่สังคมฐานความรู้ได้อย่างมั่นคง แนวการพัฒนาคนดังกล่าวมุ่งเตรียมเด็กและเยาวชนให้มีพื้นฐานจิตใจ ที่ดีงาม มีจิตสาธารณะ พร้อมทั้งมีสมรรถนะ ทักษะและความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการดำรงชีวิต อันจะส่งผลต่อการพัฒนาประเทศแบบยั่งยืน (สภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2549) ซึ่งแนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการในการพัฒนาเยาวชนของชาติเข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งส่งเสริมผู้เรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทย ให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์ มีทักษะด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมโลกได้อย่างสันติ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 1-2)

การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถทางสมองในการประมวลข้อมูลความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ให้เป็นความรู้ใหม่ วิธีการใหม่เพื่อไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างเหมาะสมสอดคล้องกัน ซึ่งเมื่อคิดแล้วต้องนำไปปฏิบัติจริง จึงจะเกิดการเรียนรู้ที่ครบถ้วนสมบูรณ์ ซึ่งมาตรฐานการศึกษาแห่งชาติได้กำหนดมาตรฐานด้านผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากระบวนการคิดไว้ในมาตรฐานที่ 4 มุ่งให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์ ตัวบ่งชี้ที่ 2 สามารถประเมินค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลรู้จักพิจารณาข้อดีข้อเสีย ความถูก-ผิด ระบุสาเหตุ-ผล เลือกวิธีและมีปฏิภาณในการแก้ปัญหาและตัดสินใจได้อย่างสันติและมีความถูกต้องเหมาะสม (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. 2544) ซึ่งสอดคล้องกับสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะข้อ 2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม และข้อ 3 ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่างๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาและมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 4)

กองวิจัยทางการศึกษา (กรมวิชาการ. 2542: 33-34) กล่าวว่าการคิดเป็นความสามารถที่พัฒนาได้โดยการฝึกฝนการคิดจากระดับง่ายจนถึงระดับที่ซับซ้อนมากขึ้น ได้แก่ ฝึกทักษะการคิดลักษณะการคิด และกระบวนการคิดตามลำดับ โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามระดับวัยวุฒิภาวะของแต่ละบุคคล โดยให้ผู้เรียนคิดเป็น ตระหนักในปัญหา คิดหาทางแก้ปัญหาโดยใช้

ข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดมาผสมผสานกันจนเกิดความคิดที่จะเลือกตัดสินใจหรือปฏิบัติให้เกิดความพึงพอใจและสามารถแก้ปัญหานั้นได้ ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2541: 103) ได้ให้ความเห็นว่าความสามารถในการแก้ปัญหามีความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตมาก การที่บุคคลจะอยู่รอดสังคมปัจจุบันต้องเป็นผู้มีความคิด รู้จักคิด รู้จักแก้ปัญหา รู้วิธีการแก้ปัญหา การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นเทคนิคในการจัดกิจกรรมการสอนอย่างหนึ่ง โดยการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มาช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้มีความสามารถในการคิดปัญหาและยังเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า เพื่อที่จะได้พบความรู้ด้วยตนเองโดยครูจะต้องจัดกิจกรรม จัดสถานที่ยั่วยุให้นักเรียนได้ใช้และฝึกการทำงาน

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาในโรงเรียน เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาให้เด็กมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ตลอดจนกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้เด็กไทยเป็นคนที่คิดเป็น คิดอย่างมีเหตุผล รู้จักตัดสินใจและเลือกวิธีการต่างๆ ที่จะสร้างคุณภาพชีวิตให้ตนเองด้วยการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สุมาลี ดำรงไชย. 2537: 1) แต่ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันครูผู้สอนจะเน้นเนื้อหาวิชา เน้นการท่องจำมากกว่าการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ไม่สอนให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล สอดคล้องกับที่ว่า ครูส่วนใหญ่ยังมีพฤติกรรมที่ขาดการพัฒนาด้านเทคนิคการสอน ยังใช้การสอนแบบเดิมๆ คือเน้นเนื้อหาจากหลักสูตรคู่มือครู เน้นความรู้ความจำ เกี่ยวกับข้อเท็จจริงและหลักการมาก เด็กจึงขาดโอกาสในการฝึกฝนการพัฒนาทักษะการคิดและการแก้ปัญหา (วรรณทิพา รอดแรงค้า. 2543: 29) นอกจากนี้ ข้อจำกัดของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือไม่สามารถนำเอาวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์เท่าที่ควร เนื่องจากมีการเน้นบทบาทของผู้สอน ความสมบูรณ์ของเนื้อหา ละเลยบทบาทของผู้เรียนและปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งในการเรียนและในชีวิตประจำวัน ดังนั้นการสอนวิทยาศาสตร์ มักจบลงด้วยผู้เรียนได้รับความรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร แทนที่จะจบลงด้วยผู้เรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเอง หรือการได้นำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริง ทำให้มีการฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์น้อยลง ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำ (สมจิต สวธนไพบูลย์. 2541: 6)

ดังนั้น ในการปรับปรุงและแก้ไขสภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น จำเป็นต้องอาศัยแนวคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับผู้เรียนมาช่วยในการจัดการเรียนการสอน ในระยะหลายสิบปีที่ผ่านมา มีทฤษฎีการเรียนรู้ใหม่ๆ เกิดขึ้นหลายทฤษฎี แต่ทฤษฎีการเรียนรู้ที่นักการศึกษาส่วนใหญ่ให้ความสนใจกันมาก ได้แก่ ทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม ซึ่งมีแนวคิดที่สอดคล้องกับการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 มากที่สุด คือ เชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้น เมื่อผู้เรียนได้สร้างความรู้ที่เป็นของตนเองขึ้นมาจากความรู้ที่มีอยู่เดิม หรือจากความรู้ที่รับเข้ามาใหม่ ด้วยเหตุผลนี้ห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 จึงไม่ควรเป็นห้องเรียนที่ครูเป็นผู้จัดการทุกสิ่งทุกอย่าง โดยนักเรียนเป็นฝ่ายรับ แต่ต้องให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเอง สร้างความรู้ที่เกิดจากความรู้ความเข้าใจของตนเองและมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น รูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดจากแนวคิดนี้มีอยู่หลายรูปแบบ เช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือ การเรียนรู้แบบช่วยเหลือกัน การเรียนรู้โดยการค้นคว้าอย่างอิสระ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นต้น (มัณฑรา ธรรมบุศย์. 2545: 12)

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นวิธีหนึ่งที่ได้รับการกล่าวถึงอย่างมากในช่วง 25 ปี ที่ผ่านมา เป็นวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างไปจากวิธีดั้งเดิมที่เน้นตัวสาระความรู้ และมุ่งเน้นที่ผู้สอนเป็นสำคัญ แต่ที่ต่างออกไปคือ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น ใช้นักเรียนเป็นสำคัญ โดยมุ่งที่ใช้ปัญหาจริงหรือสถานการณ์จำลองเป็นตัวเริ่มต้น กระตุ้นการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดวิจารณญาณในขณะที่ผู้เรียนทำงานโดยใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลาง หลังจากที่ผู้เรียนได้ใช้ความรู้พื้นฐานในการทำความเข้าใจ และอธิบายแนวคิดต่อปัญหานั้นแล้ว สิ่งที่ยังหลงเหลืออยู่ในปัญหาซึ่งผู้เรียนไม่เข้าใจจะเป็นประเด็นที่ต้องเรียนรู้ต่อไป เพื่อให้ได้ความรู้มาอธิบายและแก้ปัญหา โดยผู้เรียนจะพัฒนาแผนการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เพื่อการเรียนรู้ในส่วนย่อยๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ไม่เข้าใจในปัญหา ในการสืบค้นผู้เรียนจะได้รับมอบหมายเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มให้ทำการสืบค้น (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์; และ Majumder. 2544: 42) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะเน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริง เป็นบริบทของการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา รวมทั้ง ได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนศึกษาด้วย วอลตัน และ แมททิวส์ ได้สรุปถึงประโยชน์ของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่า ช่วยให้ผู้เรียนสามารถปรับตัวได้ดีขึ้นต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ในเรื่องข้อมูลข่าวสารในโลกปัจจุบันเสริมสร้างความสามารถในการใช้ทรัพยากรของผู้เรียนได้ดีขึ้น ส่งเสริมการสะสมการเรียนรู้และการคงรักษาข้อมูลใหม่ไว้ได้ดีขึ้น สนับสนุนความร่วมมือในการเรียนมากกว่าการแข่งขัน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการตัดสินใจแบบองค์รวมหรือแบบสหสาขาวิชา (Walton; & Matthews. 1989: 456-459) นอกจากนี้ การสอนที่มีผู้สอนเป็นศูนย์กลาง ไม่สามารถสอนสาระที่จำเป็นต้องเรียนได้หมด แต่การเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐาน จะช่วยให้ผู้เรียนเลือกสรรสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาได้รับความรู้ใหม่จากการศึกษาค้นคว้าด้วยการวิเคราะห์ และแก้ปัญหาที่เรียน รู้จักการตัดสินใจ การให้ความเห็น การพัฒนาความคิดใหม่ๆ และความกระตือรือร้นต่อการเรียน เกิดการเรียนรู้อย่างบูรณาการ นอกจากนี้ยังเน้นถึงการเรียนรู้อย่างส่วนร่วมจากการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาบุคลิกภาพที่มีความเป็นตัวเอง มีความคิดริเริ่ม คิดเป็น มีความมั่นใจ กล้าที่จะเผชิญปัญหาและใช้หลักการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล รวมทั้งเป็นการฝึกฝนนิสัยการศึกษาค้นคว้า ซึ่งเป็นพฤติกรรมจำเป็นของการเรียนรู้ตลอดชีวิต (กุลยา ตันติผลาชีวะ. 2548: 79-80)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ให้เด็กได้เรียนรู้ด้วยตนเองในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เพื่อเป็นการสร้างความรู้ผ่านกระบวนการคิดของตนเอง และเกิดการเรียนรู้ที่ยั่งยืนนั้น วิธีการที่จะช่วยแก้ปัญหาในการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับเด็กเพื่อให้เด็กประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ก็คือ การสอนให้เด็กรู้เท่าทันและสามารถจัดการกับความคิดของตนเองได้ ซึ่งวิธีการดังกล่าวคือ ความสามารถเมตาคอคนิชัน อันเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการพัฒนาการคิด คอสตา (Costa, A. C. 2000: 10) ยังได้แสดงความคิดเห็นถึงความสำคัญของเมตาคอคนิชันว่าเป็นสิ่งที่ช่วยให้เด็กมีประสิทธิภาพในการคิดมากขึ้นและช่วยให้ประสบความสำเร็จทั้งในโรงเรียน ในชีวิตและการทำงาน เพราะเป็นกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหา ส่งเสริมการคิดวิจารณญาณและส่งผลต่อการตัดสินใจในเรื่องต่างๆ

ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้น นอกจากนี้ เฮนสันและเอลเลอร์ (Henson; & Eller. 1999: 296) ยังได้กล่าวถึงความสำคัญของเมตาคอคนิชันต่อการวางแผนหลักสูตรและการจัดกิจกรรมของครูว่า กิจกรรมเมตาคอคนิชัน เป็นกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมการคิดที่ถือว่าเป็นเป้าหมายสำคัญของกระบวนการศึกษาที่จำเป็นต่อการวางแผนหลักสูตรให้เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งสอดคล้องกับที่ ฮาร์ทแมน (Hartman, H. J. 1998: 1) กล่าวไว้ว่า เมตาคอคนิชันมีความ สำคัญอย่างยิ่งเพราะส่งผลต่อการแสวงหาความรู้ ความเข้าใจต่อสิ่งที่เรียน ความจำ และการประยุกต์ใช้ กล่าวคือถ้าเด็กมีเมตาคอคนิชันสูงก็จะมีความสามารถทางสติปัญญาในด้านที่กล่าวมาสูงด้วยเช่นเดียวกับงานวิจัยของแกมมา (Gama, C. A. 2004: บทคัดย่อ) ที่พบว่าเด็กที่ได้รับประสบการณ์เมตาคอคนิชันจะแก้ปัญหาได้ถูกต้องมากกว่าเด็กที่ไม่ได้รับประสบการณ์เมตาคอคนิชัน นอกจากนี้จากการศึกษาของโฟการ์ตีและโอเปกา (Fogarty, R.; & Opeka, K. 2003: บทนำ) ที่กล่าวว่ากระบวนการทางเมตาคอคนิชันเป็นทักษะหนึ่งที่จำเป็นสำหรับเด็ก ในยุคอนาคตเพราะเป็นกระบวนการที่ช่วยให้เด็กได้เรียนรู้ถึงวิธีการเรียนและคิดถึงวิธีการคิดของตน รวมทั้งการจัดการกับข้อมูลซึ่งเน้นการแก้ปัญหาและการตัดสินใจที่แพร่หลายเข้าหลักสูตรในทุกระดับชั้นตั้งแต่ก่อนวัยเรียนจนถึงระดับอุดมศึกษา ดังนั้นการนำกลวิธีเมตาคอคนิชันมาใช้ ในการจัดการเรียนการสอนจะช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา โดยตรวจสอบได้จากความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการฝึกโดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน ซึ่งนับว่าเป็นประสบการณ์ที่ดีที่ควรนำมาปรับใช้กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการบริหารและควบคุมตรวจสอบการคิดของตนเองในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ อย่างถูกต้อง มีทิศทาง และมีประสิทธิภาพต่อไป

จากสภาพการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันและแนวคิดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งจะเป็นแนวทางให้แก่ครูผู้สอนในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อมุ่งพัฒนาให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ตลอดจนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปปรับใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต เพื่อพัฒนาตนเอง สังคม และประเทศชาติต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี เมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

5. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

6. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของการวิจัย

1. ผลของการวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแนวทางให้แก่ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆ ในการออกแบบและพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อมุ่งพัฒนาให้นักเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ตลอดจนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปปรับใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต เพื่อพัฒนาตนเอง สังคม และประเทศชาติต่อไป

2. ได้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนและผู้สนใจในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และกลุ่มสาระอื่นๆ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ พัฒนากระบวนการคิด และสอดคล้องกับบริบทของผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนนทรีวิทยา แขวงช่องนนทรี เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 12 ห้องเรียน มีนักเรียน 581 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนนทรีวิทยา แขวงช่องนนทรี เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน แล้วสุ่มอย่างง่ายอีกครั้งหนึ่ง โดยวิธีจับฉลากเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 30 คน

กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 เป็นระยะเวลา 20 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนเอง

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่
   1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
   1.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
   2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
   2.2 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง ลักษณะของการสอนโดยใช้ปัญหาในชีวิตประจำวันของนักเรียนที่นักเรียนอาจพบ มาเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ และเป็นตัวกระตุ้นในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล โดยเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ตัดสินใจในสิ่งที่ต้องการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และรู้จักการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ภายในกลุ่มผู้เรียนด้วยกันโดยผู้สอนมีส่วนร่วมน้อยที่สุด ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามขั้นตอนของ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2550: 8) มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 กำหนดปัญหา หมายถึง ขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่างๆกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้อยากเรียนได้ และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

1.2 ทำความเข้าใจกับปัญหา หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่างๆที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

1.3 การดำเนินการศึกษาค้นคว้า หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนกำหนดสิ่งที่ต้องการเรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการที่หลากหลาย

1.4 สังเคราะห์ความรู้ หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

1.5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเองและประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

1.6 นำเสนอและประเมินผลงาน หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำการรู้คิดไปใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ เบเยอร์ (Beyer. 1987) ซึ่งจากกลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงปรับปรุงขั้นตอนต่างๆ ให้เหมาะสม ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ ดังนี้

2.1.1 ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

2.1.2 บอกเป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา

2.1.3 สร้างตัวแทนของปัญหา

2.1.4 ระบุคำและข้อความสำคัญ

2.1.5 บอกข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

2.2 ขั้นการวางแผน ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ ดังนี้

2.2.1 เลือกนำหลักการจากความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

2.2.2 เรียงลำดับขั้นตอนตามหลักการหรือกลวิธีที่ได้เลือกไว้

2.3 ขั้นการกำกับและควบคุม ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ ดังนี้

2.3.1 การกำหนดเป้าหมายไว้ในใจ

2.3.2 กำกับวิธีการต่างๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่ได้เลือกไว้

2.4 ขั้นการฝึกให้ผู้เรียนสามารถประเมินการคิดของตนเองได้

2.4.1 ตรวจสอบคำตอบ

2.4.2 ตรวจสอบการวิเคราะห์ข้อมูล

2.4.3 ตรวจสอบการวางแผน

2.4.4 ตรวจสอบขั้นตอนในการปฏิบัติ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดความสามารถด้านต่างๆ 4 ด้าน (สสวท. 2546: 11) ดังนี้

3.1 ความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี

3.2 ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความและแปลความรู้โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3.3 การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆหรือที่แตกต่างจากที่เคยเรียนรู้มาแล้วโดยเฉพาะอย่างยิ่งคือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

3.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

4. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

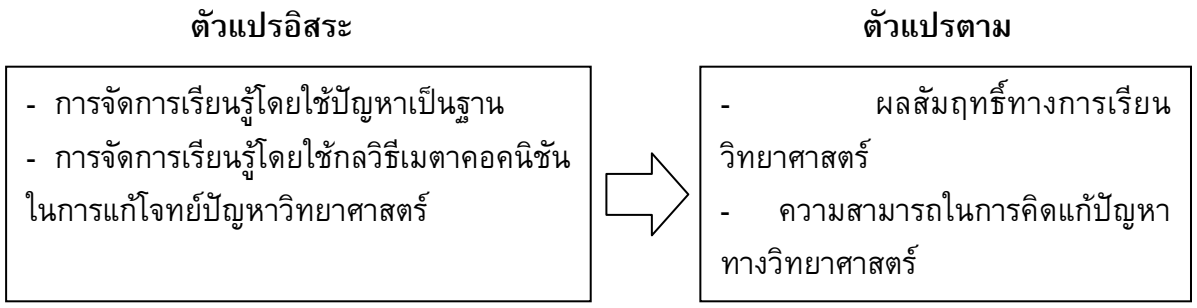
4.1 การระบุปัญหา หมายถึง ความสนใจในสิ่งที่พบเห็น ซึ่งเกิดเนื่องจากความอยากรู้อยากเห็นและทักษะการสังเกต

4.2 การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ซึ่งทางวิทยาศาสตร์เรียกว่า สมมติฐาน

4.3 การทดลอง หมายถึง การกำหนดวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยทักษะในการควบคุมตัวแปร การทดลอง และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4.4 การสรุปผลการทดลอง หมายถึง การแปรความ อธิบายความหมายของข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้กับสมมติฐานที่ตั้งไว้

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

5. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

6. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
    1.1 ประวัติและความเป็นมาของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
    1.2 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
    1.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
    1.4 ลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
    1.5 กลไกพื้นฐานของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
    1.6 ลักษณะของปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
    1.7 ขั้นตอนการสร้างปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
    1.8 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
    1.9 การประเมินผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
    1.10 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยกลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์
    2.1 ความหมายของเมตาคอคนิชัน
    2.2 องค์ประกอบของเมตาคอคนิชัน
    2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเมตาคอคนิชัน
    2.4 ทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาเมตาคอคนิชัน
    2.5 กลวิธีเมตาคอคนิชันในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
    2.6 การวัดเมตาคอคนิชัน
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
    3.1 ความมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
    3.2 ประเภทของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
    3.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
    3.4 ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
    3.5 กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
    3.6 การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
   4.1 ความหมายของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
   4.2 การเรียนการสอนกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
   4.3 ขั้นตอนการคิดแก้ปัญหา
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
   5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยกลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์
   5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
   5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.1 ประวัติความเป็นมาของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ในระยะหลายสิบปีที่ผ่านมามีทฤษฎีการเรียนรู้เกิดขึ้นอีกหลายทฤษฎี แต่ทฤษฎีการเรียนรู้ที่นักการศึกษาส่วนใหญ่ให้ความสนใจกันมาก ได้แก่ ทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม ซึ่งเป็นแนวคิดที่สอดคล้องกับการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 มากที่สุด คือเชื่อว่า การเรียนรู้ จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้สร้างความรู้ที่เป็นของตนเองขึ้นมาจากความรู้ที่มีอยู่เดิมหรือจากความรู้ที่รับเข้ามาใหม่ ให้ผู้เรียนได้มีการปฏิบัติเอง สร้างความรู้ที่เกิดจากความเข้าใจของตนเอง และมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น รูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดจากแนวคิดนี้มีอยู่หลายรูปแบบ เช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือ การเรียนรู้แบบช่วยเหลือกัน การเรียนรู้โดยการค้นคว้าอย่างอิสระ การเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นต้น (มัณฑรา ธรรมบุศย์. 2545: 12)

ความเป็นมาของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีพัฒนาการขึ้นครั้งแรกในช่วงปลาย ค.ศ.1969 โดยคณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ ของมหาวิทยาลัยแมคมาสเตอร์ ที่ประเทศแคนาดา โดยนำมาใช้ในกระบวนการการจัดการเรียนรู้ให้กับนักศึกษาแพทย์ และได้ขยายไปยังสาขาอื่นๆ เช่น วิศวกรรมศาสตร์ กฎหมาย สถาปัตยกรรม ภาษาศาสตร์ สังคมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เป็นต้น ในปัจจุบันได้มีการศึกษาและนำการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานขยายไปสู่ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษามากขึ้น (รังสรรค์ ทองสุขนอก. 2547: 9; อ้างอิงจาก Johnson; Finucane; & Prideaux. 1999: 29; Boud; & Feletti. 1998;Bridges; & Hallinger. 1995; Cerezo. 1999; Albaugh. 2001; Gallagher; et al. 1995; Gordon; et al. 2001; Zhang. 2002; Illinois Mathematics and Science Academy(IMSA). 1999)

1.2 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มาจากคำภาษาอังกฤษ คือ Problem-Based Learning: PBL เมื่อใช้ในภาษาไทยมีผู้แปลไว้แตกต่างกัน เช่น การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักการเรียนรู้จากปัญหาการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นหลักในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะใช้คำว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

แบรโรว์ และแทมบลิน (Barrows; & Tamblyn. 1980: 18) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สรุปได้คือ เป็นการเรียนรู้ที่เป็นผลของกระบวนการทำงานที่มุ่งสร้างความเข้าใจและหาทางแก้ปัญหา ตัวปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการ เพื่อสร้างความเข้าใจในตัวปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหา

การ์เลเกอร์ (Gallagher. 1997: 332-362) ได้ให้ความหมายว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้จากการเรียน โดยผู้เรียนจะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อค้นหาวิธีการแก้ปัญหา โดยจะบูรณาการความรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับกับการแก้ปัญหาเข้าด้วยกัน ปัญหาที่ใช้มีลักษณะเกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสัมพันธ์กับผู้เรียน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะมุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่ผู้เรียนจะได้มาและพัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้

บาเรลล์ (Barell. 1998: 7) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่าเป็นกระบวนการของการสำรวจเพื่อจะตอบคำถามสิ่งที่อยากรู้อยากเห็น ข้อสงสัยและความไม่มั่นใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติในชีวิตจริงที่มีความซับซ้อน ปัญหาที่ใช้ในกระบวนการเรียนรู้จะเป็นปัญหาที่ไม่ชัดเจนมีความยากหรือมีข้อสงสัยมาก มีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย

เฉลิม วราวิทย์ (2531: ค) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไว้ว่าเป็นวิธีการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะหาความรู้ เพื่อแก้ปัญหาโดยเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ตัดสินใจในสิ่งที่ต้องการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และรู้จักการทำงานร่วมกันเป็นทีมภายในกลุ่มผู้เรียนด้วยกันเอง

ทิศนา แขมมณี (2545: 136) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ตามเป้าหมาย โดยผู้สอนอาจนำผู้เรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริงหรือผู้สอนอาจจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหาฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจนได้

มัณฑรา ธรรมบุศย์ (2545: 13) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่าเป็นรูปแบบการเรียนที่เกิดขึ้นจากแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบทของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และการคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาที่ตนศึกษา

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกระบวนการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปัญหา ที่มีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ คิดวิเคราะห์ปัญหานั้นให้เข้าใจอย่างชัดเจน ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้จะเน้นการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองและการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก ผู้สอนจะมีบทบาทเป็นผู้แนะนำและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ตลอดจนเป็นแหล่งการเรียนรู้หนึ่งของผู้เรียนด้วย

1.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

นักการศึกษาให้แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้

โนวลส์ (อาภรณ์ แสงรัศมี. 2543: 17; อ้างอิงจาก Knowles. 1975) มีแนวคิดสนับสนุนว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ (Andragogy) ที่เชื่อว่าการเรียนรู้จะเรียนได้มากที่สุด เมื่อผู้เรียนมีส่วนเกี่ยวข้องในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ตั้งอยู่บนข้อสมมติฐานการเรียนรู้ 4 ประการ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. อัตมโนทัศน์ เมื่อบุคคลเจริญเติบโตและมีวุฒิภาวะมากขึ้น ความรู้สึกรับผิดชอบต่อตนเองก็มีมากขึ้นตามลำดับ และถ้าหากบุคคลรู้สึกว่าตนเองเจริญวัยและมีวุฒิภาวะถึงขั้นที่จะควบคุมและนำตนเองได้ บุคคลก็จะเกิดความต้องการทางจิตใจ เพื่อที่จะได้ควบคุมและนำตนเอง

2. ประสบการณ์ บุคคลเมื่อมีอายุมากขึ้นก็ยิ่งมีประสบการณ์เพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ประสบการณ์ต่างๆ ที่แต่ละคนได้รับจะเสมือนแหล่งทรัพยากรมหาศาลของการเรียนรู้ และก็จะสามารถรองรับการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ เพิ่มขึ้นอย่างกว้างขวาง

3. ความพร้อม ผู้ใหญ่พร้อมที่จะเรียนเมื่อเห็นว่าสิ่งที่เรียนไปนั้นมีความหมายและมีความจำเป็นต่อบทบาทและมีสถานภาพทางสังคม ผู้ใหญ่เป็นผู้ที่มีหน้าที่การงาน มีบทบาทในสังคมและพร้อมที่จะเรียนเสมอ ถ้าหากสิ่งนั้นมีประโยชน์ต่อตนเอง

4. แนวโน้มต่อการเรียนรู้ ผู้ใหญ่เป็นผู้ที่มีบทบาทและสถานภาพทางสังคมการเรียนรู้ของผู้ใหญ่จึงเป็นการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ยึดปัญหาเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้

เดลลีส (Delisle. 1997: 1-2) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่ามีรากฐานมาจากทฤษฎีทางการศึกษาของจอห์น บี ดิวอี้ (John B.Dewey) ซึ่งมีชื่อว่า การศึกษาแบบพิพัฒนาการ (Progressive Education) ที่เน้นการเตรียมประสบการณ์เพื่อพัฒนาผู้เรียนในทุกๆ ด้าน โดยคำนึงถึงความสนใจความถนัดและความต้องการทางด้านอารมณ์และสังคมของผู้เรียน เน้นให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของกิจกรรมและประสบการณ์ ผู้เรียนต้องลงมือกระทำด้วยตนเอง ผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางเท่านั้น

มิโล และเอฟเวนเซน (Hmelo; & Evensen. 2000: 4) ได้กล่าวสนับสนุนว่าการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ของเพียเจท์ (Piajet) และไวก็อทสกี (Vygotsky) เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการ พัฒนาทางสติปัญญาที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง กระบวนการสร้างความรู้เกิดจากการที่ผู้เรียนเรียนรู้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและเกิดการซึมซับหรือดูดซึมประสบการณ์ใหม่และปรับโครงสร้างสติปัญญาให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ นอกจากนั้นยังมีทฤษฎีการเรียนรู้ ด้วยการค้นพบของบรูเนอร์ ซึ่งเชื่อว่าการเรียนรู้ที่แท้จริงมาจากการค้นพบของแต่ละบุคคล โดยผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เมื่อผู้เรียนเผชิญกับปัญหาที่ไม่รู้ทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาและผลักดันให้ผู้เรียนไปแสวงหาความรู้ และนำความรู้ใหม่มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่อแก้ปัญหา

จากแนวคิดและทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีแนวคิดพื้นฐานมาจากกระบวนการสร้างความรู้ใหม่บนพื้นฐานของความรู้เดิมที่มีอยู่ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะสร้างความรู้ด้วยตนเอง จากการที่ผู้เรียนมีการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางปัญญา การเรียนรู้เกิดจากการลงมือปฏิบัติการค้นพบและสร้างความรู้ด้วยตนเองมีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มผู้เรียนและสิ่งแวดล้อมมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน อีกทั้งเนื้อหาสาระสถานการณ์ของการเรียนจะต้องเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

1.4 ลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

แบรโรว์ (Barrows. 1996: 5-6) กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1. เป็นการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางภายใต้การแนะนำของผู้สอนประจำกลุ่ม ผู้เรียนต้องรับผิดชอบการเรียนของตนเอง ระบุสิ่งที่ตนต้องการรู้เพื่อความเข้าใจที่ดีขึ้น โดยแสวงหาความรู้จากแหล่งที่จะให้ข้อมูลข่าวสารต่างๆ ซึ่งอาจมาจากหนังสือ วารสาร คณาจารย์ ข้อมูลออนไลน์ หรือแหล่งข้อมูลอื่นๆ

2. จัดกลุ่มผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละประมาณ 5-8 คน พร้อมกับผู้สอนประจำกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนทำงานอย่างมีประสิทธิภาพด้วยความหลากหลายของบุคคลต่างๆ

3. ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือผู้แนะแนวทาง โดยมีบทบาทที่ไม่ใช่ผู้บรรยาย ไม่ใช่ผู้บอกข้อมูล ไม่บอกผู้เรียนว่าคิดถูกหรือผิด แต่มีบทบาทในการกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถามตนเอง เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ดีขึ้นและจัดการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

4. รูปแบบของปัญหามุ่งเน้นให้มีการรวบรวมข้อมูลและกระตุ้นการเรียนรู้ ปัญหาที่นำเสนอเป็นสิ่งที่ท้าทายผู้เรียน ที่จะต้องเผชิญในการปฏิบัติจริง ตรงประเด็นและกระตุ้นการเรียนรู้ให้หาทางแก้ปัญหา เป็นสิ่งที่ทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และรวบรวมข้อมูลจากศาสตร์วิชาต่างๆ

5. ปัญหาเป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคลินิก

6. ความรู้ใหม่ได้มาโดยผ่านการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างแท้จริงในระหว่างการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการทำงานร่วมกันกับบุคคลอื่น พร้อมทั้งได้มีการอภิปราย เปรียบเทียบ ทบทวน และโต้แย้งในสิ่งที่เรียนด้วย

สถาบันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แห่งอิลินอยส์ (Illinois Mathematics and Science Academy. 2006: Online) ได้กล่าวถึงลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1. ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะนำเสนอปัญหาที่มีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายเป็นอันดับแรก และเป็นจุดศูนย์กลางของเนื้อหาสาระและบริบทของการเรียนรู้

2. ปัญหาที่เป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้จะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย มีความซับซ้อนไม่ตายตัว มีรูปแบบการแก้ปัญหาไม่แน่นอน การหาคำตอบมีได้หลายแนวทางซึ่งอาจไม่ได้คำตอบที่รวดเร็วนัก

3. ในชั้นเรียนผู้เรียนมีบทบาทเป็นนักแก้ปัญหา ผู้สอนจะมีบทบาทเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือ

4. ในกระบวนการเรียนการสอนนั้นจะมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลต่างๆ แต่ความรู้นั้นผู้เรียนจะต้องสร้างขึ้นด้วยตนเอง การคิดต้องชัดเจนและมีความหมาย

ทิศนา แขมมณี (2545: 136-137) ได้เสนอตัวบ่งชี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานไว้ 10 ประการ

1. ผู้สอนและผู้เรียนมีการร่วมกันเลือกปัญหาที่ตรงกับความสนใจหรือความต้องการของผู้เรียน

2. ผู้สอนและผู้เรียนมีการออกไปเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาจริง หรือผู้สอนมีการจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา

3. ผู้สอนและผู้เรียน มีการร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุของปัญหา

4. ผู้เรียนมีการวางแผน การแก้ปัญหาร่วมกัน

5. ผู้สอนมีการให้คำปรึกษา แนะนำและช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนในการแสวงหาแหล่งข้อมูล การศึกษาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

6. ผู้เรียนมีการศึกษา ค้นคว้า และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

7. ผู้สอนมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และพิจารณาเลือกวิธีที่เหมาะสม

8. ผู้เรียนมีการลงมือแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุป และประเมินผล

9. ผู้สอนมีการติดตามการปฏิบัติงานของผู้เรียนและให้คำปรึกษา

10. ผู้สอนมีการประเมินผลการเรียนรู้ ทั้งทางด้านผลงานและกระบวนการ

จากลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถสรุปลักษณะที่สำคัญได้ดังนี้คือ

1. ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา จะถูกนำเสนอแก่ผู้เรียนเป็นอันดับแรก โดยปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาจะกำหนดกรอบและแนวทางในการเรียนรู้ของผู้เรียน

2. เป็นกลวิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดและรับผิดชอบต่อการจัดลำดับการเรียนรู้ด้วยตนเอง และเน้นการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง

3. การเรียนรู้จะเกิดขึ้นจากกลุ่มการเรียนรู้กลุ่มเล็กๆ ในระหว่างการทำงาน

4. ผู้สอนเป็นผู้จัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน โดยเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือหรือคอยชี้แนะแนวทาง และผู้เรียนจะเป็นผู้ปฏิบัติเอง

5. ปัญหาหรือสถานการณ์ที่นำเสนอ จะมุ่งเน้นการจัดการรวบรวมข้อมูลและกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนในการหาแนวทางในการแก้ปัญหา ปัญหาที่นำเสนอจะมีลักษณะเป็นการบูรณาการแบบองค์รวม โดยปัญหาอาจมีหลายคำตอบหรือมีแนวทางและวิธีการแก้ไขปัญหาที่หลากหลาย

6. ความรู้ใหม่ที่ได้รับของผู้เรียนมาจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยผ่านทางการลงมือปฏิบัติจริง

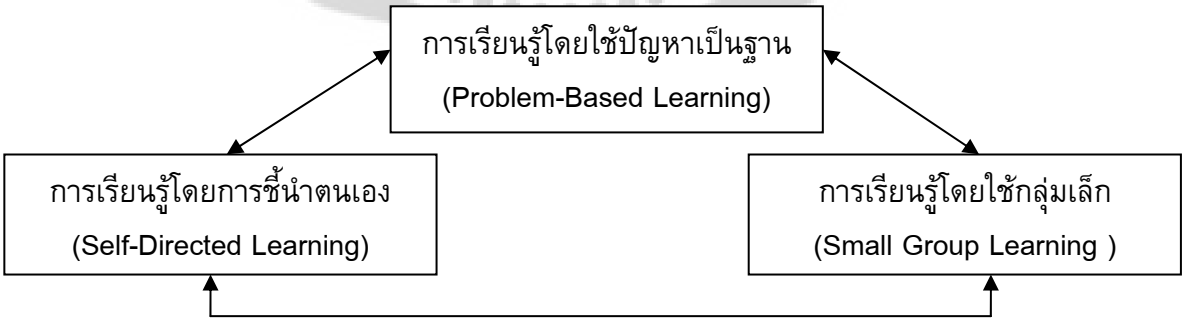
7. การประเมินผลการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงโดยใช้ปัญหาและกระบวนการในการแก้ปัญหา

1.5 กลไกพื้นฐานของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากความหมายแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะพบกลไกพื้นฐานที่สำคัญในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งมีองค์ประกอบ 3 ประการต่อไปนี้ (รังสรรค์ ทองสุขนอก. 2547: 15)

1. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)
2. การเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง (Self-Directed Learning)
3. การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก (Small Group Learning)

กลไกทั้งสามนี้มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดและเกิดขึ้นทุกขณะที่ผู้เรียนดำเนินการเรียนรู้ ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 แสดงความสัมพันธ์ของกลไกการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ที่มา: รังสรรค์ ทองสุขนอก. (2547: 16); อ้างอิงจาก พิชากร แปลงประสพโชค. (ม.ป.ป.)

การเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง

เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน ที่ผู้เรียนมีเสรีภาพในการใช้ความสามารถในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งแรงจูงใจเกิดจากความอยากรู้จากภายในตัวผู้เรียนเอง ผู้เรียนจะต้องบริหารเวลาและกำหนดการดำเนินงานด้วยตนเอง พร้อมทั้งคัดเลือกประสบการณ์การเรียนรู้ที่เหมาะสมด้วยตนเอง แสวงหาความรู้จากแหล่งทรัพยากรการเรียนต่างๆ และทำการประเมินผลด้วยตนเอง ตลอดจนการวิพากษ์วิจารณ์งานของตนเองด้วย ผู้สอนคือผู้สนับสนุน ส่งเสริม ช่วยเหลือมากกว่าเป็นผู้นำข้อมูลความรู้มาให้ผู้เรียน และเป็นทรัพยากรการเรียนรู้หนึ่งของผู้เรียน ถึงแม้ว่าผู้สอนจะเป็นผู้ออกแบบการเรียนรู้ก็ตาม แต่ผู้เรียนก็สามารถเลือกแนวทางการเรียนรู้ที่เหมาะสมได้ด้วยตนเอง ตลอดจนสามารถกำหนดแหล่งเรียนรู้ได้เอง เช่น ที่บ้าน ห้องสมุดหรือที่อื่นๆ ตามสะดวกทำให้การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ทุกที่ทุกเวลา (เฉลิม วราวิทย์. 2531: ฆ–ง; พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์; และ Majumdar. 2544: 66-70; นิรมล ศตวุฒิ. 2547: 86-88)

การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก

เป็นวิธีการเรียนรู้ที่อาศัยการทำงานเป็นทีมหรือกลุ่ม โดยในแต่ละกลุ่มจะมีสมาชิกประมาณ 3-9 คน ขึ้นอยู่กับทรัพยากรการเรียนรู้ ในแต่กลุ่มประกอบด้วย ประธาน รองประธาน เลขานุการ และสมาชิกในกลุ่มคนอื่นก็จะมีการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบอย่างชัดเจน การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก จะทำให้ผู้เรียนพัฒนาการเรียนรู้ด้วยตนเอง การจัดระบบตนเอง พัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกันกับผู้อื่น ทักษะการให้และการรับข้อมูลป้อนกลับ ยอมรับความแตกต่างทางด้านความคิด และเรียนรู้ความแตกต่างระหว่างบุคคล อีกทั้งยังพัฒนาทักษะการปฏิบัติงานและการประเมินผลงานอย่างมีเหตุผล เพื่อให้การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็กในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีประสิทธิผลนั้น ผู้สอนจะต้องมีความเข้าใจในกระบวนการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก และสามารถสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม โดยผู้สอนจะต้องอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก ความคิดรวบยอด บทบาทและหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละบุคคลในกลุ่มให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างถูกต้องเสียก่อน (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์; และ Majumdar. 2544: 77-90)

ในงานวิจัยผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็กดังนี้ คือ จัดผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อยๆ กลุ่มละ 4-5 คน สมาชิกในกลุ่มร่วมกำหนดเป้าหมายของการเรียนรู้ พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ กำหนดวิธีการค้นคว้าหาความรู้ โดยแบ่งหน้าที่ ความรับผิดชอบ และดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามวิธีการที กำหนด ร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูล สรุปข้อมูลที่ค้นพบ และหาแนวทางในการแก้ปัญหา ผู้สอนและผู้เรียนนำข้อสรุปของกลุ่มย่อยมาใช้ในการสรุปบทเรียน ผู้สอนและกลุ่มร่วมกันประเมินผลการเรียนรู้

1.6 ลักษณะของปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นสิ่งที่สำคัญมากเพราะปัญหาจะเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ เป็นตัวนำทางและเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ ได้มีผู้เสนอแนวคิดต่อลักษณะของปัญหาที่ดีในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

อีเดน (Edens. 2000: 55-56) ได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหาที่ดีสำหรับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พอสรุปได้ว่าปัญหาเป็นฐานจะถูกนำเสนอในรูปแบบของข้อความหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับผู้เรียน

1. ปัญหาจะต้องดึงดูดใจให้ผู้เรียนอยากค้นหาคำตอบ มีการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีและการประยุกต์ใช้

2. เป็นปัญหาปลายเปิดและมีลักษณะขัดแย้งในบางครั้ง ซึ่งจะท้าทายให้ผู้เรียนได้แสดงการให้เหตุผล และแสดงออกถึงทักษะการคิด

3. ปัญหานั้นจะต้องมีความซับซ้อนเพียงพอที่จะทำให้ผู้เรียนจำเป็นต้องมีการทำงานร่วมกันและต้องอาศัยคนอื่นช่วยในการแก้ปัญหา

4. ปัญหาควรจะเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่เป็นจริง

5. ผู้สอนจะต้องใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดเพื่อพัฒนาทักษะการคิดระดับสูง การให้เหตุผล และการแก้ปัญหา

สถาบันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แห่งอิลินอยส์ (2006: Online) ได้กล่าวถึงลักษณะปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่ามีลักษณะ ดังนี้

1. โครงสร้างที่มีลักษณะที่สามารถหาแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายเป็นลักษณะปัญหาตามแบบธรรมชาติทั่วไป

2. สถานการณ์จะมีลักษณะที่ยุ่งยากซับซ้อน ไม่ตายตัว

3. มีการเปลี่ยนแปลงได้เสมอ เมื่อมีข้อมูลใหม่ๆ เพิ่มเข้ามา

4. ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ง่ายๆ หรือรูปแบบการแก้ปัญหาไม่แน่นอน

5. ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องเสมอไป

1.7 ขั้นตอนการสร้างปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สิ่งสำคัญอย่างยิ่งของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานคือปัญหา เพราะปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ โดยจะนำเสนอปัญหาเป็นตัวกระตุ้นเป็นอันดับแรก ดังนั้นปัญหาจะต้องสามารถนำและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปัญหาจะต้องมีความสำคัญต่อผู้เรียน ต้องเป็นการบูรณาการความรู้หลากหลายศาสตร์ ทั้งทักษะที่ต้องการให้เกิดและที่มีอยู่ในชีวิตจริงเข้าด้วยกัน นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรการเรียนรู้ ทั้งที่อยู่ในโรงเรียนและนอกโรงเรียนประกอบด้วย ได้มีผู้ให้แนวคิดในการสร้างปัญหาสำหรับเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พอจะสรุปได้ดังนี้

เดลลีส (Delisle. 1997: 18-25) ได้เสนอขั้นตอนการสร้างปัญหาไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกเนื้อหาและทักษะ โดยพิจารณาจากหลักสูตรของสถานศึกษานั้นๆ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ทักษะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน และระยะเวลาในการเรียนรู้ของเนื้อหานั้นๆ

ขั้นที่ 2 กำหนดแหล่งการเรียนรู้ เมื่อเลือกเนื้อหาและทักษะการเรียนรู้แล้ว ก่อนที่จะเขียนปัญหา ผู้สอนจะต้องกำหนดแหล่งการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะทำการค้นคว้า สืบค้น ให้เพียงพอ และต้องมีความหลากหลายทางข้อมูลเพียงพอในการเรียนรู้ ทั้งในชั้นเรียน ภายในและภายนอกสถานศึกษา ซึ่งต้องมากพอที่จะช่วยในการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้สอนจะต้องทำการตรวจสอบแหล่งการเรียนรู้ก่อนว่ามีอยู่ที่ใดบ้าง นอกจากนั้นผู้สอนเองต้องเป็นแหล่งการเรียนรู้อย่างหนึ่งของผู้เรียนด้วยเช่นกัน

ขั้นที่ 3 เขียนปัญหา โดยปัญหาจะเป็นข้อความที่มีลักษณะดังนี้

- พัฒนาขึ้นอย่างเหมาะสม นั่นคือปัญหามีความเหมาะสม สามารถพัฒนาผู้เรียนทางด้านสังคม อารมณ์ และสติปัญหาได้
- มีพื้นฐานมาจากประสบการณ์ของผู้เรียน ปัญหาจะต้องสอดคล้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน
- อยู่บนพื้นฐานของหลักสูตรการเรียนรู้ ปัญหาควรจะส่งเสริมทั้งด้านความรู้และด้านทักษะ
- สามารถใช้การเรียนการสอนได้หลากหลายวิธี
- โครงสร้างของปัญหามีลักษณะที่สามารถหาแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย มีปัญหาย่อยซ้อนอยู่ในปัญหาหลักที่ไม่ค่อยชัดเจนนักผู้เรียนจำเป็นต้องทำการศึกษา ค้นคว้าเพิ่มเติม อีกทั้งอาจมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลากหลาย

ขั้นที่ 4 เลือกกิจกรรมการเรียนการสอน เมื่อเขียนปัญหาขึ้นมาแล้วผู้สอนจะต้องเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่เมื่อดำเนินตามนั้นแล้วผู้เรียนสามารถมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้ กิจกรรมการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นต้องมีความสอดคล้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน สามารถพัฒนาทักษะทางการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนขณะที่ดำเนินกิจกรรมนั้นด้วย

ขั้นที่ 5 สร้างคำถาม เป็นการสร้างคำถามเพื่อช่วยผู้เรียนในขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งจะมีความสอดคล้องสัมพันธ์กับกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน คำถามจะต้องสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเกิดแนวทางในการดำเนินกิจกรรมเพื่อการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 กำหนดวิธีการประเมินผล การประเมินผลจะเน้นทั้งในด้านทักษะและด้านความรู้ในเนื้อหาไปพร้อมกัน และการประเมินผลจะต้องเป็นประเมินผลตามสภาพจริง

รังสรรค์ ทองสุกนอก (2547: 20-21; อ้างอิงจาก พิชากร แปลงประสพโชค. ม.ป.ป) ได้กล่าวว่า การเตรียมปัญหาในการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น จะต้องคำนึกถึงหลักเกณฑ์พื้นฐานของกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งมีลักษณะพื้นฐาน สำคัญดังนี้

1. สิ่งที่ป้อนให้ผู้เรียน คือปัญหา ซึ่งเปรียบเสมือนการท้าทายให้ผู้เรียนก้าวไปสู่สภาวการณ์ที่ผู้เรียนอาจจะมีความคุ้นเคยหรือไม่ก็ตาม แต่ก็จะตระหนักในความจำเป็นที่ต้องเข้าใจปัญหานั้น

2. กระบวนการจากปัญหาที่ผู้เรียนได้มา จะนำผู้เรียนเข้าสู่กระบวนการที่ต้องตั้งสมมุติฐาน วิเคราะห์ อภิปราย ฯลฯ เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา ทั้งนี้โดยเริ่มจากการอาศัยความรู้เดิมที่มีอยู่ค่อนข้างจำกัดเป็นฐานก่อน

3. สิ่งที่คาดหวัง เป็นสิ่งที่จะเกิดขึ้นกับผู้เรียนเมื่อผ่านกระบวนการดังกล่าว มีดังต่อไปนี้

- กำหนดการเรียนรู้ขั้นต่อไปที่จำเป็นต่อความเข้าใจปัญหา
- เสนอแนะแนวทางในการรวบรวมข้อมูลมาเพิ่มเติมในการแก้ปัญหา
- พิจารณาหาแนวทางแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล
- การประสานสัมพันธ์ความรู้ที่ได้รับจากการค้นคว้า

จากหลักเกณฑ์พื้นฐานของกระบวนการเรียนรู้ ในการสร้างปัญหาจึงต้องนำมาพิจารณาร่วมด้วย ซึ่งกระบวนการในการสร้างปัญหามีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนด กรอบการเรียนรู้

ขั้นแรกในการกำหนดกรอบการเรียนรู้ คือการกำหนดประสบการณ์การเรียนรู้ในหลักสูตร หรือสาขาวิชาใดๆ ก็ตาม สิ่งสำคัญที่ต้องกำหนดคือ

1. วัตถุประสงค์ คือการกำหนดขอบเขตว่าต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้านใดบ้าง ซึ่งโดยปรกติวัตถุประสงค์ทางการศึกษา ที่จะต้องคำนึงถึงมี 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ ด้านเจตคติ และด้านทักษะ

2. การกำหนดแนวความคิดหรือหลักเกณฑ์พื้นฐาน ที่ผู้เรียนควรจะต้องเรียนรู้เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

ขั้นที่ 2 กำหนดปัญหา

การกำหนดปัญหาจะต้องกำหนดให้สอดคล้องกับแนวความคิดที่คาดหวังไว้ว่าผู้เรียนควรจะเรียนรู้อะไร

ขั้นที่ 3 กำหนดแผนการอภิปราย

คือการสร้างคำถามเพื่อให้ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดไปยังแนวความคิดที่ต้องการได้ โดยใช้รูปแบบดังตาราง 1

ตาราง 1 รูปแบบของแผนการอภิปราย

ปัญหา	คำถาม	แนวความคิด

ขั้นที่ 4 จัดเตรียมแหล่งข้อมูล

ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะไม่มีการถ่ายทอดความรู้จากผู้สอนโดยตรง แต่ผู้เรียนจะเป็นผู้แสวงหาความรู้เอง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการเตรียมแหล่งข้อมูลไว้ให้ผู้เรียน ซึ่งจำแนกได้เป็น 2 อย่าง คือ แหล่งข้อมูลที่เป็นบุคคลที่จะให้ความรู้และแหล่งข้อมูลที่เป็นวัสดุทางการเรียนที่ผู้เรียนสามารถค้นคว้าได้ เช่นตำรา เอกสารต่างๆ อินเตอร์เน็ต เทป วิทยุ เป็นต้น

ขั้นที่ 5 กำหนดแผนการประเมินผล

การประเมินผลผู้เรียนแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1. การประเมินผลเพื่อบอกความก้าวหน้าของผู้เรียน พิจารณา 2 อย่างคือ
   1.1 ดูความสอดคล้องระหว่างข้อมูลที่หามาได้กับปัญหาที่เรียน
   1.2 ดูการประยุกต์ความรู้ที่ได้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง
2. การประเมินผลรวมในการนำไปใช้ในสถานการณ์จริงต่อไป

รังสรรค์ ทองสุขนอก (2547: 21-22) ได้สรุปขั้นตอนในการสร้างปัญหาเพื่อนำไปใช้ในการวิจัยไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดกรอบของปัญหา ได้แก่ การเลือกเนื้อหาสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อกำหนดขอบเขตว่าต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อะไรบ้างใน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านเจตคติและด้านทักษะกระบวนการ และความคิดรวบยอดหรือหลักเกณฑ์พื้นฐานที่นักเรียนต้องเรียนรู้ เพื่อให้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วางไว้

ขั้นที่ 2 กำหนดและสร้างปัญหา ที่สอดคล้องกับความคิดรวบยอดที่คาดหวังไว้ว่านักเรียนควรจะเรียนรู้ เมื่อครูเขียนปัญหาเสร็จแล้วครูลองดำเนินการเรียนรู้ตามขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยเพื่อให้มองเห็นถึงความเป็นไปได้ในการหาคำตอบ คำตอบที่ได้มีอะไรบ้าง มีวิธีใดบ้างที่สามารถนำมาแก้ปัญหา ความรู้ใดบ้างที่เป็นฐานในการแก้ปัญหาและหาได้จากแหล่งข้อมูลใด นั่นคือครูจะสมมติบทบาทเป็นผู้เรียน เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพของปัญหาและช่วยให้สามารถมองเห็นภาพรวมการเรียนรู้ของนักเรียน ที่สามารถนำไปเป็นแนวทางในการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้และวิธีการประเมินผล

ขั้นที่ 3 สร้างคำถามและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ คำถามที่สร้างนี้สำหรับครูใช้กระตุ้นนักเรียนให้เกิดการคิดไปสู่แนวคิดรวบยอดที่ต้องการ โดยใช้รูปแบบเช่นเดียวกับตาราง 1

ขั้นที่ 4 กำหนดแหล่งข้อมูลสำหรับให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้ โดยการชี้นำตนเอง

ขั้นที่ 5 กำหนดการประเมินผล โดยพิจารณาทั้งด้านความรู้และด้านทักษะ ในด้านความรู้จะพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อมูลที่หามากับปัญหาที่ให้ และดูการประยุกต์ความรู้ที่ได้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง ในด้านทักษะจะพิจารณาจากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา

ในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ขั้นตอนการสร้างปัญหาของ รังสรรค์ ทองสุกนอก (2547: 26-28) เป็นแนวทางในการสร้างปัญหาสำหรับการวิจัย เนื่องจากมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

1.8 ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

มีผู้เสนอขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไว้ดังนี้

เดลลีส (Delisle. 1997: 26-36) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเชื่อมโยง (Connecting with the Problem) เป็นขั้นตอนเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมเข้ากับประสบการณ์ของผู้เรียน หรือกิจกรรมในชีวิตประจำวันที่ผู้เรียนต้องเผชิญกับปัญหาต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญและคุณค่าของปัญหานั้นต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน ในขั้นนี้ผู้สอนต้องพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลาย แล้วจึงนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เตรียมไว้

ขั้นที่ 2 การกำหนดกรอบการศึกษา (Setting Up the Structure) ผู้เรียนอ่านวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา แล้วร่วมกันวางแนวทางในการศึกษาค้นคว้า หาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องร่วมกันอภิปราย แสดงความคิดเห็นเพื่อกำหนดกรอบการศึกษา 4 กรอบดังนี้

1. แนวคิด / แนวทางในการแก้ปัญหา (Ideas) คือวิธีการ หรือแนวทางในการหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ ซึ่งเปรียบเสมือนสมมติฐานที่ตั้งไว้ก่อนการทดลอง

2. ข้อเท็จจริง (Facts) คือข้อมูลความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ซึ่งเป็นความรู้ /ข้อมูล ที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ปัญหาหรือข้อเท็จจริง ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดจากการอภิปรายร่วมกัน หรือเป็นข้อมูลความรู้เดิมที่ได้เรียนรู้มาแล้ว

3. ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า (Learning Issues) คือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาแต่ผู้เรียนยังไม่รู้ จำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา จะอยู่ในรูปคำถามที่ต้องการคำตอบ นิยาม หรือประเด็นการศึกษาอื่นๆ ที่ต้องการทราบ

4. วิธีการศึกษา (Action Plan) คือวิธีการที่จะดำเนินการ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องการ โดยระบุว่าผู้เรียนจะสามารถศึกษาข้อมูลได้อย่างไร จากใคร แหล่งใด

กรอบการเรียนรู้ทั้ง 4 กรอบที่กล่าวมา สามารถแสดงความสัมพันธ์กันได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 2 กรอบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

แนวคิด/แนวทางในการแก้ปัญหา	ข้อเท็จจริง	ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า	วิธีการศึกษา

ขั้นที่ 3 การศึกษาปัญหา (Visiting the Problem) ผู้เรียนจะใช้กระบวนการกลุ่มในการสำรวจปัญหาตามกรอบการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 2 แต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการศึกษา ค้นคว้าและดำเนินการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมตามประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม จากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ แล้วนำความรู้ที่ได้มาเสนอต่อกลุ่ม จนได้ข้อมูลหรือความรู้เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา ซึ่งขั้นนี้ผู้เรียนจะมีอิสระในการกำหนดแต่ละหัวข้อเอง ผู้สอนจะเป็นแค่เพียงผู้สังเกตและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้เท่านั้น

ขั้นที่ 4 การรวบรวมความรู้ ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา (Revisiting the Problem) หลังจากที่แต่ละกลุ่มได้ข้อมูลครบถ้วนแล้ว ให้กลับเข้าชั้นเรียนและรายงานผลการศึกษาค้นคว้าต่อชั้นเรียน หลังจากนั้นให้ผู้เรียนร่วมกันพิจารณาผลการศึกษาค้นคว้าอีกครั้ง ว่าข้อมูลที่ได้เพียงพอต่อการแก้ปัญหาหรือไม่ ประเด็นใดแปลกใหม่น่าสนใจ มีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา และประเด็นใดที่ไม่เป็นประโยชน์ควรจะตัดทิ้ง แล้วแต่ละกลุ่มร่วมกันตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้ในการแก้ปัญหา ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์การตัดสินใจ รวมทั้งผู้เรียนจะค้นพบแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่ๆ จากการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

ขั้นที่ 5 การสร้างผลงาน หรือปฏิบัติตามทางเลือก (Producing a Product or Performance) เมื่อตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาแล้ว แต่ละกลุ่มสร้างผลงานหรือปฏิบัติตามแนวทางที่เลือกไว้ ซึ่งมีความแตกต่างกันไปแต่ละกลุ่ม

ขั้นที่ 6 การประเมินผลการเรียนรู้และปัญหา (Evaluating Performance and the Problem) เมื่อขั้นตอนการสร้างผลงานสิ้นสุดลง ผู้เรียนจะทำการประเมิลผลการปฏิบัติงานของตนเองของกลุ่ม และคุณภาพของปัญหา พร้อมทั้งผู้สอนจะทำการประเมินกระบวนการทำงานกลุ่มของผู้เรียนด้วย

ศูนย์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Center for Problem-Based Learning) สถาบันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แห่งอิลินอยส์ (Torp; & Sape. 1998: 33-34) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อมของผู้เรียน ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเตรียมให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการเป็นผู้เผชิญกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งการเตรียมความพร้อมนี้ขึ้นอยู่กับอายุ ความสนใจ ภูมิหลังของผู้เรียน ในการเตรียมความพร้อมนี้จะให้ผู้เรียนได้อภิปรายเกี่ยวเนื่องถึงเรื่องที่จะสอนอย่างกว้างๆ ซึ่งจะต้องตระหนักว่าการเตรียมความพร้อมนี้ไม่ใช่การสอนเนื้อหาก่อนเพราะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานต่างจากการเรียนรู้แบบอื่น ตรงที่ความรู้หรือทักษะที่ผู้เรียนได้รับจะเป็นผลมาจากการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นศึกษาปัญหา ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนกำหนดบทบาทของตนในการแก้ปัญหาและกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องการที่จะแก้ปัญหา ซึ่งผู้สอนอาจจะใช้คำถามในการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้อภิปรายและเสนอความคิดเห็นต่อปัญหา เพื่อมองเห็นถึงความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นนิยามว่า เรารู้อะไร เราจำเป็นต้องรู้อะไร และแนวคิดของเรา ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาสิ่งที่ตนรู้ อะไรที่จำเป็นต้องรู้ และแนวคิดอะไรที่ได้จากสถานการณ์ปัญหา ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พิจารณาถึงความรู้ที่ตนเองมีที่เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา และเตรียมให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะทำความเข้าใจปัญหาและพร้อมที่จะสำรวจ ค้นคว้าหาความรู้เพื่อแก้ปัญหา ผู้สอนจะให้ผู้เรียนได้กำหนดสิ่งที่ตนรู้จากสถานการณ์ปัญหา สิ่งที่จำเป็นต้องเรียนรู้เพิ่มเติมที่จะมาส่งเสริมให้สามารถแก้ปัญหาได้ ซึ่งจะระบุแหล่งข้อมูลสำหรับค้นคว้าและแนวคิดในการแก้ปัญหา โดยเขียนลงตารางอย่างสัมพันธ์กันทั้ง 3 หัวข้อดังตาราง 3

ตาราง 3 รูปแบบการบันทึกสิ่งที่รู้ สิ่งที่ต้องรู้เพิ่มเติมและแนวคิดจากสถานการณ์ปัญหา

สิ่งที่รู้	สิ่งที่จำเป็นต้องรู้	แนวคิด

ขั้นที่ 4 ขั้นกำหนดปัญหา จุดหมายในขั้นนี้เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนกำหนดปัญหาที่แท้จริงจากสถานการณ์ที่ได้เผชิญ และกำหนดเงื่อนไขที่ขัดแย้งกับเงื่อนไขที่ปรากฏในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ ซึ่งจะช่วยให้ได้คำตอบของปัญหาที่ดี

ขั้นที่ 5 ขั้นการค้นคว้า รวบรวมข้อมูลและนำเสนอ ผู้เรียนจะช่วยกันค้นคว้าข้อมูลที่จำเป็นต้องรู้จากแหล่งข้อมูลที่กำหนดไว้ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาเสนอต่อกลุ่มให้เข้าใจตรงกัน จุดมุ่งหมายในขั้นนี้ ประการแรกเพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนวางแผนและดำเนินการรวบรวมข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งเสนอข้อมูลนั้นต่อกลุ่ม ประการที่สองเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจว่าข้อมูลใหม่ที่ค้นคว้ามาทำให้เข้าใจปัญหาอย่างไร และจะประเมินข้อมูลใหม่เหล่านั้นว่าสามารถช่วยเหลือให้เข้าใจปัญหาได้อย่างไรด้วย ประการที่สามเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถทางการสื่อสารและการเรียนรู้แบบร่วมมือซึ่งช่วยให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 6 ขั้นการหาคำตอบที่เป็นไปได้ จุดมุ่งหมายในขั้นนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ค้นคว้ามากับปัญหาที่กำหนดไว้แล้วแก้ปัญหาบนฐานข้อมูลที่ค้นคว้ามา เนื่องจากปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้สามารถมีคำตอบได้หลายคำตอบ ดังนั้นในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องค้นหาคำตอบที่สามารถเป็นไปได้ให้มากที่สุด

ขั้นที่ 7 ขั้นประเมินค่าของคำตอบ จุดมุ่งหมายในขั้นนี้เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนทำการประเมินค่าสิ่งที่มาช่วยในการแก้ปัญหา (ข้อมูลที่ค้นคว้ามา) และผลของคำตอบที่ได้ในแต่ละปัญหาว่าทำให้เรียนรู้อะไร ซึ่งผู้เรียนจะแสดงเหตุผลและร่วมกันอภิปรายในกลุ่ม โดยใช้ข้อมูลที่ค้นคว้ามาเป็นพื้นฐาน

ขั้นที่ 8 ขั้นการแสดงคำตอบและการประเมินผลงาน ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนเชื่อมโยงและแสดงถึงสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ ได้ความรู้มาอย่างไรและทำไมความรู้นั้นถึงสำคัญ ในขั้นนี้ผู้เรียนจะเสนอผลงานออกมาที่แสดงถึงกระบวนการเรียนรู้ ตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบของปัญหา ซึ่งเป็นการประเมินผลงานของตนเองและกลุ่มไปด้วย

ขั้นที่ 9 ขั้นตรวจสอบปัญหาเพื่อขยายการเรียนรู้ ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันกำหนดสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ต่อไป ผู้เรียนจะพิจารณาจากปัญหาที่ได้ดำเนินการไปแล้วว่ามีประเด็นอะไรที่ตนสนใจอยากเรียนรู้อีก เพราะในขณะดำเนินการเรียนรู้ผู้เรียนอาจจะมีสิ่งที่อยากรู้นอกจากที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ให้

จากขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 9 การดำเนินการเรียนรู้จะดำเนินเป็นวงจร หากขั้นตอนใดมีข้อสงสัยก็ย้อนกลับไปยังขั้นก่อนหน้านั้นได้ และเมื่อจบจากการเรียนรู้ปัญหาขั้นหนึ่งๆ แล้วจะกำหนดปัญหาใหม่ของการเรียนรู้จากขั้นที่ 9 ที่ผู้เรียนมีความต้องการเรียนรู้ และในแต่ละขั้นจะประกอบไปด้วยการประเมินการเรียนรู้ไปพร้อมด้วย

เฉลิม วราวิทย์ (2531: ฆ–ง) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเตรียมแผนการสอน ได้แก่ การกำหนดวัตถุประสงค์และเนื้อหาขั้นพื้นฐานที่ผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ การสร้างปัญหาที่สอดคล้องกับความเป็นจริงที่ปรากฏอยู่ในชุมชนหรือสังคมนั้นและแนวทางในการประเมินผล เพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนแบบการแก้ปัญหาและการแสวงหาความรู้ด้วยตัวเองของผู้เรียน

2. การบริหารการเรียนการสอน ขั้นตอนนี้เป็นการนำแผนซึ่งเตรียมไว้ในขั้นตอนที่ 1 มาใช้กับผู้เรียน เนื่องจากการเรียนการสอนแบบเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนี้เป็นแบบยึดผู้เรียนเป็นหลัก ฉะนั้นผู้เรียนจะผ่านกระบวนการเรียนที่สำคัญ 3 ประการคือ

2.1 การระบุปัญหา ขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้รับปัญหาที่ผู้สอนได้สร้างไว้ให้ และผู้เรียนจะต้องค้นคว้าหาความรู้ให้ได้ว่าปัญหาที่แท้จริงคืออะไร ใช้กระบวนการคิดที่มีเหตุผลด้วยวิธีการเชื่อมโยงความรู้เดิมมาประยุกต์ใช้กับปัญหา เพื่อให้เกิดแนวความคิดในสิ่งใหม่

2.2 การเรียนการสอนในกลุ่มย่อย การจัดผู้เรียนให้เรียนเป็นกลุ่มย่อย เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุด ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ระดมความรู้เดิมมาช่วยในการแก้ปัญหาและเกิดความรู้ใหม่ในเวลาเดียวกัน ผู้เรียนและผู้สอนมีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดไปในทางที่กำหนดไว้ ในระยะนี้ผู้เรียนจะกำหนดแนวทางการเรียนรู้เพื่อนำมาแก้ปัญหาต่อไปด้วยการแบ่งภาระหน้าที่ให้สมาชิกกลุ่มไปศึกษาหาความรู้

2.3 การแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนแต่ละคนจะช่วยกันไปแสวงหาความรู้ตามความถนัดของแต่ละบุคคล ผู้เรียนจะต้องรับผิดชอบในการดำเนินงานของตนเองที่มีต่อกลุ่ม เลือกประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง และนำความรู้ที่หามาแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกันกับสมาชิกในกลุ่มเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ระยะนี้ผู้เรียนจะมีโอกาสประเมินผลงานของตนเอง และวิพากษ์วิจารณ์งานของตนเองและผู้อื่นด้วย

3. การประเมินผลการเรียนการสอน การประเมินผลการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักนี้ เน้นให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเองและประเมินผลการปฏิบัติงานของสมาชิกกลุ่ม ฉะนั้น การประเมินผลจึงนิยมใช้เพื่อการประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียน เพื่อผู้เรียนจะได้รู้ว่าตนเรียนรู้อะไรและยังบกพร่องในจุดใด ผู้สอนจะทำการประเมินผลโดยเน้นกระบวนการเรียนของผู้เรียน และนำข้อมูลมาบอกผู้เรียนเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนต่อไปมากกว่าที่จะประเมินผลรวมแต่เพียงอย่างเดียว

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550: 6-8) ได้สรุปขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

1. ขั้นกำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่างๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้อยากเรียนได้ และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

2. ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่างๆที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

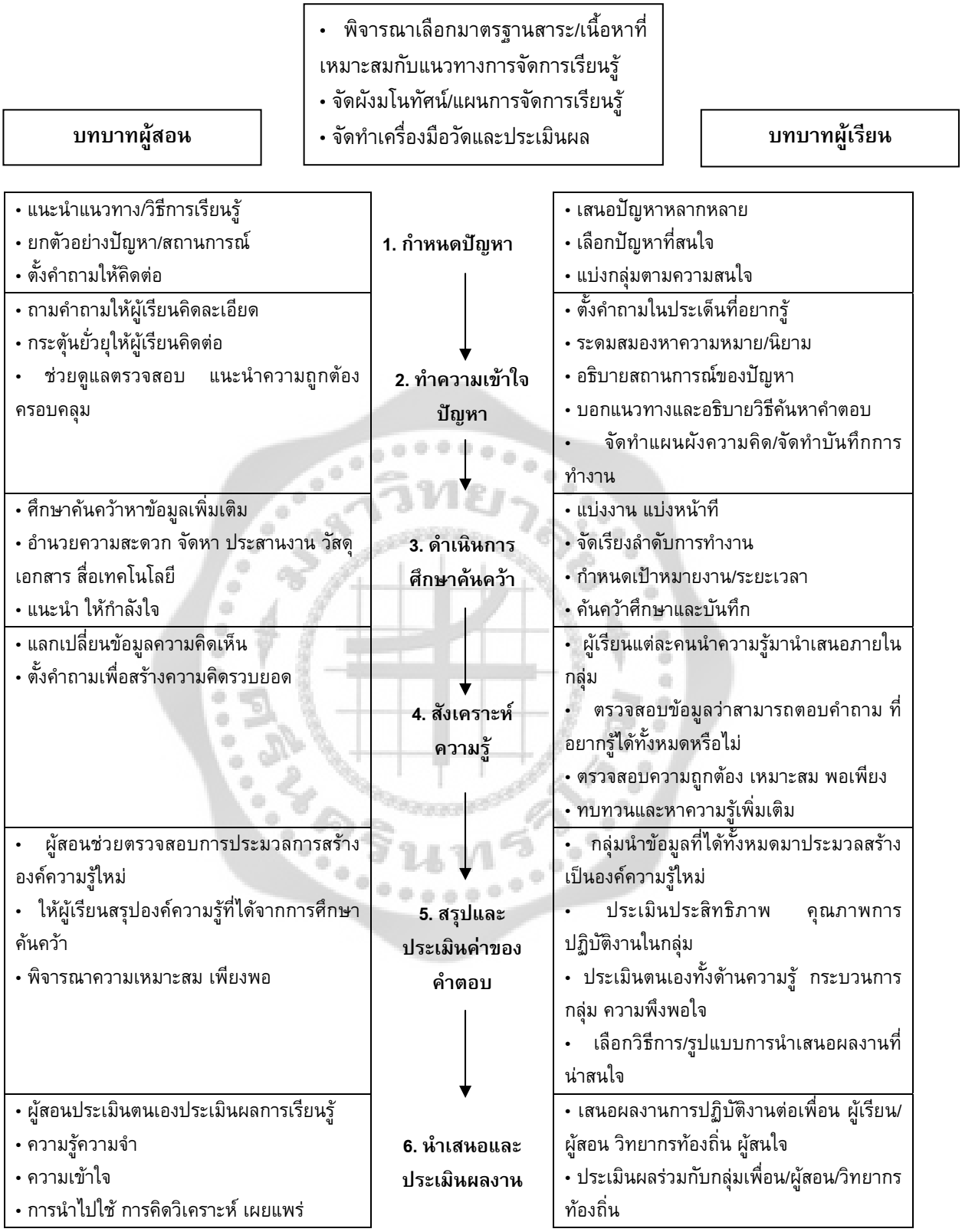
3. ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลาย

4. ขั้นสังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผล และสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่า มีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

5. สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเอง และประเมินผลว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

6. นำเสนอและประเมินผลงาน ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระดับองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน

สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา เนื่องจากผู้วิจัยเห็นว่าเหมาะสมกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดกระบวนการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน สามารถสรุปได้ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ที่มา: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2550). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. หน้า 7.

1.9 การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ในชั้นเรียนที่ใช้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะมีการประเมินผลเพื่อพัฒนาหรือแก้ปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียน และผู้เรียนจะต้องรับผิดชอบในการประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองและของกลุ่มด้วย ซึ่งแตกต่างจากการเรียนรู้แบบเดิมๆ ที่ทำการประเมินเพียงเพื่อวัดความสามารถและแบ่งระดับความสามารถของผู้เรียน และผู้สอนจะเป็นผู้ประเมินแต่เพียงผู้เดียว ผู้เรียนเป็นเพียงผู้ถูกประเมินเท่านั้น

ในชั้นเรียนเดิมการใช้การประเมินผลเพื่อชี้วัดความสามารถและแบ่งชั้นความสามารถของนักเรียนมากกว่าที่จะประเมินผลเพื่อการแก้ปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียน และวิธีการประเมินจะประเมินจากการทดสอบหรือจากผลงานที่นักเรียนทำ เพื่อวัดว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้อะไร ระดับใด ผ่านเกณฑ์หรือไม่ผ่าน แต่การเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง เป็นเป้าหมายในการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งกำหนดไว้ว่า “ความรับผิดชอบหลักของผู้เรียน คือ กิจกรรมการวางแผนการดำเนินการตามแผน และการประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง” ดังนั้น เครื่องมือในการประเมินผลที่ใช้จึงต้องประเมินพัฒนาการของผู้เรียนโดยสอดคล้องกับหลักการทางการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานด้วย (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์; และ Majumder. 2544: 123; อ้างอิงจาก Brockkett. 1983. Unpaged) การประเมินผลของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้มีผู้เสนอวิธีไว้ดังนี้

ดีไลเซิล (Delisle. 1997: 37-47) ได้กล่าวว่า การประเมินผลจะต้องบูรณาการตั้งแต่ขั้นตอนการสร้างปัญหา ขั้นตอนการเรียนรู้ ความสามารถและผลงานที่นักเรียนแสดงออกมาเข้าด้วยกัน โดยได้เสนอว่าการประเมินผลควรกระทำทั้ง 3 ส่วน คือ การประเมินผลนักเรียน การประเมินผลตัวเองของครูและการประเมินผลปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ โดยในแต่ละการประเมินผล นักเรียนจะมีส่วนร่วมด้วยและการประเมินผล จะดำเนินไปตลอดเวลาของการเรียนรู้ คือ ตั้งแต่สร้างปัญหาจนถึงรายงานการแก้ปัญหานั้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การประเมินผลผู้เรียน การประเมินผลความสามารถผู้เรียน จะเริ่มตั้งแต่วันแรกของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จนกระทั่งวันสุดท้ายที่ได้เสนอผลงานออกมา ผู้สอนจะใช้ขั้นตอนการเรียนรู้เป็นเครื่องมือในการติดตามความสามารถผู้เรียน ซึ่งพิจารณาทั้งในด้านความรู้ทักษะและการทำงานกลุ่ม ตัวอย่างรูปแบบและคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลผู้เรียน ซึ่งดีไลเซิล สร้างขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังตาราง 4

ตาราง 4 รูปแบบและตัวอย่างคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลผู้เรียนทำโดยผู้สอน

การประเมินผลผู้เรียนของผู้สอน	
ขั้นตอนการเรียนรู้	การประเมินผล
การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ • ปฏิกิริยาอะไรที่ผู้เรียนแสดงออกมาให้เห็น • ผู้เรียนตอบสนองต่อเงื่อนไขหรือสิ่งที่จัดให้อย่างไรการเชื่อมโยงปัญหา • ผู้เรียนสนองตอบต่อปัญหาหรือไม่และสนองตอบต่อปัญหาอย่างไร • ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์หรือไม่อย่างไร • ผู้เรียนได้เชื่อมโยงแหล่งข้อมูลและประสบการณ์เดิมกับปัญหาหรือไม่ อย่างไร • ผู้เรียนได้จัดรวบรวมแนวคิดต่อปัญหาเข้าด้วยกันหรือไม่อย่างไร การกำหนดกรอบปัญหา • ผู้เรียนมีการจัดองค์กรกลุ่มอย่างไร ผู้เรียนอาสาสมัครเป็นผู้บันทึก ผู้รายงานหน้าชั้นหรือไม่ หรือว่าแค่นั่งฟังเพื่อนในกลุ่ม การศึกษาปัญหา • ผู้เรียนมีการเสนอแนวคิดและวิเคราะห์หรือไม่อย่างไร • ผู้เรียนได้พิจารณาข้อเท็จจริงจากปัญหาหรือไม่อย่างไร • ผู้เรียนได้สร้างจุดประสงค์การเรียนรู้จากแนวคิดและข้อเท็จหรือไม่ • ผู้เรียนได้กำหนดแหล่งข้อมูลอย่างหลากหลายหรือไม่อย่างไร การรวบรวมความรู้ ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา • ผู้เรียนเชื่อมโยงข้อมูลที่หามาได้กับปัญหาหรือไม่อย่างไร • ผู้เรียนได้ทำการตรวจสอบแนวคิดหรือสมมุติฐานที่สร้างขึ้นหรือไม่ อย่างไร • ผู้เรียนได้ประมวลสิ่งที่เรียนรู้มาหรือไม่อย่างไร	

ตาราง 4 (ต่อ)

การประเมินผลผู้เรียนของผู้สอน	
ขั้นตอนการเรียนรู้	การประเมินผล
การสร้างผลงาน หรือปฏิบัติผลงานตามทางเลือก • ผู้เรียนทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมหรือไม่ • ผู้เรียนใช้ข้อมูลในการตอบปัญหาเหมาะสมหรือไม่ • ผู้เรียนได้แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่อย่างไร การประเมินผลการเรียนรู้และปัญหา • ผู้เรียนมีการประเมินผลในกลุ่มและประเมินผลตนเองหรือไม่อย่างไร	

ที่มา: Delisle Robert. (1997). *How to use Problem-Based Learning in the Classroom*. pp. 37-47.

การประเมินผลตามรูปแบบในตาราง 4 ผู้ประเมินสามารถใช้ในลักษณะบรรยาย นอกจากนี้ผู้สอนอาจจะใช้การประเมินผลแบบให้คะแนนเป็นระบบอัตราส่วนเป็นแนวในการประเมินผลก็ได้ดังตาราง 5

ตาราง 5 รูปแบบที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลผู้เรียนแบบระบบอัตราส่วนทำโดยผู้สอน

การประเมินผล	คะแนน		
	ดีมาก 3 คะแนน	ดี 2 คะแนน	พอใช้ 1 คะแนน
การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้			
การเชื่อมโยงกับปัญหา			
การกำหนดกรอบปัญหา			
การศึกษาปัญหา - การสร้างแนวคิดและสมมุติฐาน - การพิจารณาทบทวนข้อเท็จจริงและข้อมูลในปัญหา - การกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม - การพัฒนาแผนการเรียนรู้			
การรวบรวมความรู้ ตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหา - การประเมินทรัพยากร/ข้อมูลที่ค้นคว้าได้ - การตรวจสอบแนวคิดและสมมุติฐาน - การเชื่อมโยงข้อมูลกับปัญหา			
การสร้างผลงาน หรือการปฏิบัติตามทางเลือก - การใช้ข้อมูลร่วมกับการผลิตผลงาน - การมีส่วนร่วมของผู้เรียนในการผลิตผลงาน - อื่น ๆ			
การประเมินผลการเรียนรู้และปัญหา			

ที่มา: Delisle Robert. (1997). *How to use Problem-Based Learning in the Classroom*. pp. 37-47.

การประเมินผลนักเรียนนั้น นอกจากจะเป็นหน้าที่ของครูแล้ว นักเรียนยังต้องมีบทบาทในการประเมินตนเองด้วย โดยมีเป้าหมายในการประเมินความสามารถของตนที่มีต่อการทำงานในกลุ่มเพื่อทราบบทบาทของตนที่มีต่อกลุ่ม โดยมีรูปแบบดังตาราง โดยมีรูปแบบดังตาราง 6 ต่อไปนี้

ตาราง 6 รูปแบบการประเมินผลตนเองของผู้เรียน

การประเมินผล	คะแนน		
	ดีมาก 3 คะแนน	ดี 2 คะแนน	พอใช้ 1 คะแนน
ฉันเสนอแนวคิดและข้อเท็จจริงต่อปัญหากับกลุ่ม			
ฉันช่วยพิจารณาและสร้างสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมกับกลุ่ม			
ฉันใช้แหล่งข้อมูลอย่างหลากหลายในการศึกษาค้นคว้า			
ฉันช่วยคิดเพื่อแก้ปัญหากับกลุ่ม			
ฉันเสนอข้อมูล ความรู้ใหม่ๆต่อกลุ่ม			
ฉันช่วยกลุ่มในการทำงาน			

ที่มา: Delisle Robert. (1997). *How to use Problem-Based Learning in the Classroom*. pp. 37-47.

2. การประเมินผลตัวเองของครู ในขณะที่นักเรียนสะท้อนผลการเรียนรู้และความสามารถออกมา ครูก็ควรพิจารณาตนเองถึงทักษะ และบทบาทของตนเองที่ได้แสดงออกไปว่าส่งเสริมผู้เรียนหรือไม่อย่างไรด้วย โดยอาจใช้คำถามในตารางที่ 6 เป็นแนวทางในการประเมินตนเอง การประเมินตนเองของครู มี 2 รูปแบบ คือ รูปแบบที่เขียนบรรยาย และแบบที่เลือกระดับความสามารถว่าดีมาก ดีหรือพอใช้ ของแต่ละพฤติกรรมที่ครูแสดงแล้วส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน รายละเอียดดังตาราง 7 และตาราง 8

ตาราง 7 รูปแบบที่เขียนบรรยายของการประเมินผลตัวเองของครู

การประเมินผลผู้เรียนของผู้สอน	
ขั้นตอนการเรียนรู้	การประเมินผล
การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ • ครูออกแบบการเรียนรู้อันตรายหรือไม่ • ครูจัดรูปแบบการเรียนรู้ให้นักเรียนหรือไม่ • ครูจัดแหล่งข้อมูลได้อย่างเหมาะสมหรือไม่ การเชื่อมโยงกับปัญหา • ครูสร้างปัญหาที่น่าสนใจกับนักเรียนหรือไม่ • ครูมีกลวิธีที่สามารถให้นักเรียนเชื่อมโยงสู่ปัญหา นักเรียนเชื่อมโยงกับปัญหาด้วยประสบการณ์ส่วนตัว สื่อมัลติมีเดีย หรือจากการอ่าน การจัดโครงสร้างสำหรับการเรียนรู้ • ครูได้ให้การใส่ใจในการทำความเข้าใจปัญหาและกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนหรือไม่ • ครูได้พยายามลดบทบาทของตนลงในกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนหรือไม่ • ครูยินยอมให้นักเรียนได้กำหนดทิศทางการเรียนรู้ด้วยตนเองหรือไม่ • ครูได้ให้ความใส่ใจในกระบวนการคิดของนักเรียนหรือไม่ การเข้าพบปัญหา • ครูได้ให้นักเรียนใช้แหล่งข้อมูลด้วยตัวเองหรือไม่ • ครูได้ตรวจสอบสิ่งที่นักเรียนศึกษามาอย่างเพียงพอหรือไม่ • ครูได้สนับสนุนความเป็นอิสระให้แก่นักเรียนหรือไม่ • ครูได้ช่วยให้ระดับการคิดของนักเรียนพัฒนาขึ้น หรือไม่ • ครูได้ส่งเสริมให้นักเรียนสะท้อนความคิดออกมาหรือไม่ • ครูได้ใส่ใจในความสำเร็จของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร	

ตาราง 7 (ต่อ)

การประเมินผลผู้เรียนของผู้สอน	
ขั้นตอนการเรียนรู้	การประเมินผล
การผลิตผลงาน • ครูได้ใส่ใจให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียนทุกคนหรือไม่ • ครูได้ใส่ใจในความพยายามของนักเรียนในการพิจารณาคำตอบของปัญหาหรือไม่ อย่างไร • ครูมีแนวทางในการแนะนำนักเรียนโดยปราศจากการควบคุมอย่างไร การประเมินผลงานและปัญหา • ครูได้จัดบรรยากาศให้นักเรียนมีความสะดวกสบายในการประเมินผลตัวเอง และบุคคลอื่นๆ อย่างเหมาะสม ชัดเจนและอย่างซื่อสัตย์	

ที่มา: Delisle Robert. (1997). *How to use Problem-Based Learning in the Classroom*. pp. 37-47.

ตาราง 8 รูปแบบให้เลือกระดับความสามารถของการประเมินผลตนเองของครู

การประเมินผล	คะแนน		
	ดีมาก 3 คะแนน	ดี 2 คะแนน	พอใช้ 1 คะแนน
การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ • การชี้แจงให้นักเรียนได้รับทราบถึงความ สำเร็จที่จะเกิดขึ้น ในชั้นเรียน ให้มีความรู้สึกว่าการเป็นผู้เรียนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นเรื่องที่ไม่ยาก การเชื่อมโยงกับปัญหา • กิจกรรมเบื้องต้นที่ครูจัดให้นักเรียนสามารถนำนักเรียนไปสู่ปัญหา สอดคล้องกับชีวิตจริง			

ตาราง 8 (ต่อ)

การประเมินผล	คะแนน		
	ดีมาก 3 คะแนน	ดี 2 คะแนน	พอใช้ 1 คะแนน
การจัดโครงสร้างสำหรับการเรียนรู้ • ใช้คำถามกับนักเรียนในการอธิบายขันตอนการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนที่ไม่เคยเรียนรู้มาก่อนหรือที มีปัญหาเข้าพบปัญหา • ช่วยนักเรียนที่ พบความยากในการกำหนดสิ่งที่ต้องการเรียนรู้เพิ่มเติม กระตุ้นให้นักเรียนให้จัดฐานข้อมูลขั้นพบปัญหาอีกครั้งเพื่อดูความสอดคล้องของข้อมูลกับปัญหา • ส่งเสริมให้นักเรียนได้ประเมินความรู้หรือข้อมูลว่ามีความชัดเจนและเพียงพอหรือไม่ การผลิตผลงาน • ส่งเสริมให้นักเรียนได้พยายามตรวจสอบแนวคิดของตัวเองอย่างอิสระ การประเมินผลงานและปัญหา • ส่งเสริมให้นักเรียนประเมินตนเอง และมีส่วนร่วมในการประเมินปัญหา			

ที่มา: Delisle Robert. (1997). *How to use Problem-Based Learning in the Classroom*. pp. 37-47.

3. การประเมินผลปัญหา ในขณะที่ นักเรียนประเมินผลตนเอง และครูทำการประเมินผลนักเรียนและตนเอง ก็ควรทำการประเมินผลปัญหาเพื่อดูความมีประสิทธิภาพของปัญหาในการจัดการเรียนการสอนด้วย ซึ่งดีไลเซิล ได้เสนอรูปแบบของการประเมินผลดังตาราง 9

ตาราง 9 รูปแบบของการประเมินผลปัญหา

ปัญหาเป็นไปตามสิ่งต่อไปนี้หรือไม่	การประเมินผล
• ปัญหาสามารถนำไปสู่เป้าหมายของหลักสูตร • เอื้อต่อการพัฒนาทักษะความสามารถ • สร้างทักษะการให้เหตุผล • ยินยอมให้นักเรียนเชื่อมโยงกับปัญหา • ส่งเสริมการใช้ข้อมูลอย่างหลากหลาย • ปัญหาที่ใช้เหมาะกับระดับความสามารถของนักเรียนหรือไม่	

ที่มา: Delisle Robert. (1997). *How to use Problem-Based Learning in the Classroom*. pp. 37-47.

บาเรลล์ (Barell. 1998: 159-160) กล่าวว่า การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีลักษณะ ดังนี้

1. ประเมินผลด้วยวิธีการที่หลากหลาย ไม่ประเมินผลด้วยการสอบเพียงอย่างเดียว และไม่ควรประเมินผลแค่ตอนจบบทเรียนเท่านั้น

2. ประเมินผลตามสภาพจริง โดยให้มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์ของนักเรียนที่สามารถพบในชีวิตประจำวัน

3. ประเมินผลความสามารถที่แสดงออกมา หรือจากการทำงานที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในความคิดรวบยอด

เอกเกน และคอเซก (Eggen; & Kauchak. 2001: 256-259) ได้กล่าวถึงวิธีการประเมินผลของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานควรจะประเมินตามสภาพจริง และควรกำหนดเป้าหมายที่มีความสัมพันธ์ในการประเมินดังนี้ ประการแรก ความเข้าใจในด้านกระบวนการที่เกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประการที่สอง การพัฒนาการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน และประการสุดท้ายสิ่งที่ได้รับจากเนื้อหาวิชา วิธีการประเมินมีดังนี้

1. การประเมินตามสภาพจริง เป็นการวัดผลการปฏิบัติงานของนักเรียนโดยตรงผ่านชีวิตจริง เช่น การดำเนินการด้านการสืบสวนค้นคว้า การร่วมมือกันทำงานกลุ่มในการแก้ปัญหา การวัดผลจากการปฏิบัติงานจริง เป็นต้น

2. การสังเกตอย่างเป็นระบบ เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่เป็นการประเมินผลในด้านทักษะกระบวนการของผู้เรียนในขณะเรียนรู้ ผู้สอนต้องกำหนดเกณฑ์การประเมินให้ชัดเจน เช่น การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ควรกำหนดเกณฑ์การประเมิน ดังนี้ การสร้างปัญหาหรือคำถาม การสร้างสมมติฐาน การระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม การอธิบายแนวทางในการรวบรวมข้อมูล และการประเมินผลสมมติฐานบนพื้นฐานของข้อมูลที่ดี

วิธีการประเมินผลจากนักการศึกษาที่ ได้กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น จะต้องประเมินทั้งในด้านความรู้ที่นักเรียนได้รับ ซึ่งทำได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการทำงานโดยใช้กระบวนการกลุ่มอาจทำได้โดยการประเมินโดยครูผู้สอน หรือนักเรียนเป็นผู้ประเมินตนเอง การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น ถือว่าปัญหาเป็นส่วนที่มีความสำคัญมากจึงต้องมีการประเมินปัญหาที่ใช้เป็นหลักในการเรียนการสอนในแต่ละครั้ง นอกจากนี้ผู้สอนยังต้องมีการประเมินตนเองในการสอนแต่ละครั้งด้วย

1.10 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

เนื่องจากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการสำรวจ ค้นคว้าหาข้อมูล พร้อมทั้งวิเคราะห์ สังเคราะห์ และนำข้อมูลไปใช้ในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ผู้เรียนยังต้องเป็นผู้ประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง ด้วยเหตุนี้บทบาทของนักเรียน และครูในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงต้องเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ได้มีนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะของครูในการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

ศูนย์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ สหรัฐอเมริกา (Trop; & Sage. 1998: 64-65; citing Illinois Problem-Base Learning Network. 1996. Unpaged) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูและนักเรียนในขณะดำเนินกระบวนการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา ดังนี้

บทบาทของครูในขณะที่ดำเนินกระบวนการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา มีดังนี้

1. ครูออกแบบและกระตุ้นความสนใจนักเรียนในกระบวนการเรียนรู้ ให้จัดโครงสร้างของการแก้ปัญหาหรือสร้างยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

2. ครูมอบความเป็นอิสระให้กับนักเรียนในการเป็นผู้สำรวจ และควบคุมกระบวนการสำรวจด้วยตัวเอง พร้อมกับเป็นผู้ให้คำแนะนำ ส่งเสริมให้คิด และฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานให้กับนักเรียน

3. ครูฝึกฝน แนะนำนักเรียนโดยอยู่ห่างๆ ในขณะที่นักเรียนดำเนินกระบวนการเรียนรู้ จนได้คำตอบของปัญหาออกมา

บทบาทของผู้เรียนในขณะที่ดำเนินกระบวนการเรียนรู้ มีดังนี้

1. นักเรียนดำเนินการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ดึงดูดความสนใจและมีปัญหาเป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้

2. นักเรียนจะสำรวจ ค้นคว้าข้อมูลที่ต้องการ ดำเนินการสำรวจอย่างมีเหตุผล และปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้อย่างอิสระ

3. นักเรียนเป็นผู้ควบคุมการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้

4. นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ เพื่อแก้ปัญหา

5. นักเรียนพัฒนาตนเองให้เป็นผู้เรียนรู้โดยชี้นำตนเองและเป็นนักแก้ปัญหา

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550: 9-13) ได้กล่าวว่า ผู้สอนมีบทบาทโดยตรงต่อการจัดการเรียนรู้ ดังนั้น ลักษณะของผู้สอนที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ควรมีลักษณะ ดังนี้

1. ผู้สอนต้องมุ่งมั่น ตั้งใจสูง รู้จักแสวงหาความรู้ เพื่อพัฒนาตนเองอยู่เสมอ

2. ผู้สอนต้องรู้จักผู้เรียนเป็นรายบุคคล เข้าใจศักยภาพของผู้เรียน เพื่อสามารถให้คำแนะนำช่วยเหลือผู้เรียนได้ทุกเวลา

3. ผู้สอนต้องเข้าใจขั้นตอนของแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานอย่างถ่องแท้ทุกขั้นตอน เพื่อจะได้แนะนำให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนได้ถูกต้อง

4. ผู้สอนต้องมีทักษะและศักยภาพสูงในการจัดการเรียนรู้ และการติดตามประเมินผลการพัฒนาของผู้เรียน

5. ผู้สอนต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกด้วยการจัดหา สนับสนุนสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ให้เหมาะสมเพียงพอ จัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ จัดเตรียมห้องสมุด อินเทอร์เน็ต ฯลฯ

6. ผู้สอนต้องมีจิตวิทยา สร้างแรงจูงใจแก่ผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการตื่นตัวในการเรียนรู้ตลอดเวลา

7. ผู้สอนต้องชี้แจงและปรับทัศนคติของผู้เรียนให้เข้าใจ และเห็นคุณค่าของการเรียนรู้แบบนี้

8. ผู้สอนต้องมีความรู้ ความสามารถ ด้านการวัด และประเมินผลผู้เรียนตามสภาพจริง ให้ครบทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้

บทบาทของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีดังนี้

1. ผู้เรียนต้องปรับทัศนะคติในบทบาทหน้าที่และการเรียนรู้ของตนเอง

2. ผู้เรียนต้องมีคุณลักษณะด้านการใฝ่รู้ ใฝ่เรียน มีความรับผิดชอบสูง รู้จักการทำงานร่วมกันอย่างมีระบบ

3. ผู้เรียนต้องได้รับการวางพื้นฐาน และฝึกทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เช่น กระบวนการคิด การสืบค้นข้อมูล การทำงานกลุ่ม การอภิปราย การสรุป การแนะเสนอผลงาน และการประเมินผล

4. ผู้เรียนต้องมีทักษะการสื่อสารที่ดีพอ

จากบทบาทของครูและนักเรียนที่ ได้กล่าวไว้ข้างต้น สามารถสรุปบทบาทของครูและนักเรียนได้ดังตาราง 10

ตาราง 10 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
• ครูควรมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นอย่างดี และเลือกเนื้อหาสาระได้เหมาะสมกับวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยคำนึงถึงศักยภาพของผู้เรียนเป็นสำคัญ • ครูควรมีความตั้งใจ และหมั่นแสวงหาความรู้ เพื่อพัฒนาตนเองอยู่เสมอ เพื่อการแนะนำหรือให้คำปรึกษากับนักเรียนได้อย่างถูกต้อง • ครูต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในเรื่องการจัดหาอุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้ • ครูต้องมีความสามารถในการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการตื่นตัวในการเรียนรู้ และเห็นคุณค่าของการ เรียนรู้แบบนี้ • ผู้สอนต้องมีความสามารถในการประเมินผลผู้เรียนตามสภาพจริง	• ผู้เรียนต้องมีความใฝ่รู้ใฝ่เรียน มีความรับผิดชอบ และรู้จักการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม • ผู้เรียนต้องมีพื้นฐานในการในการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ • ผู้เรียนต้องมีทักษะการสื่อสารที่ดีพอ • ผู้เรียนต้องสำรวจค้นคว้าข้อมูลที่ต้องการและดำเนินการสำรวจอย่างมีเหตุผล • นักเรียนเป็นผู้ควบคุมการเรียน และเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ • ผู้เรียนต้องตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาและความสำคัญของการเรียนรู้แบบนี้ • นักเรียนใช้ความรู้และทักษะในการแก้ปัญหา

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยกลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายของเมตาคอคนิชัน

เมตาคอคนิชัน เป็นการรู้คิดของบุคคล ตามทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูลของคลอสไมเออร์ ที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาสติปัญญา โดยให้ความสนใจเกี่ยวกับการทำงานของสมอง ซึ่งได้รับความนิยมตั้งแต่ปี ค.ศ. 1950 จนถึงปัจจุบัน คลอสไมเออร์ ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการทำงานของสมองว่ามีความคล้ายคลึงกับการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังในการเรียนรู้ของมนุษย์เปรียบได้กับการทำงานของคอมพิวเตอร์ โดยมี ซอฟท์แวร์ เป็นสิ่งที่ใช้ควบคุมการทำงาน เปรียบได้กับการรู้คิดของบุคคล และฟลาเวลล์เป็นผู้เรียกการรู้คิดของบุคคลนี้ว่า เมตาคอคนิชัน หลังจากนั้นจึงได้มีผู้สนใจศึกษาการพัฒนาเมตาคอคนิชันเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของเมตาคอคนิชันไว้ ดังนี้

บราวน์ (Brown. 1978: Online) ได้ให้ความหมายว่า เมตาคอคนิชัน หมายถึงกระบวนการตรวจสอบกระบวนการคิดของบุคคลนั้นๆ เกี่ยวกับความรู้หรือประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้มา

ฟลาเวลล์ (Flavell. 1979: 906-911) ได้ให้ความหมายว่า เมตาคอคนิชัน หมายถึง การที่บุคคลรู้ถึงกระบวนการคิด รวมทั้งสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิดของตนเอง อาจปรากฏเป็นความรู้หรือเป็นกิจกรรมทางการคิดที่มีเป้าหมาย มีทิศทาง หรือที่เรียกว่าเป็นการคิดเกี่ยวกับความคิด (cognition about cognition)

เบเยอร์ (Beyer. 1997: 99) ได้ให้ความหมายว่า เมตาคอคนิชัน เป็นความคิดในระดับสูงที่เกี่ยวข้องกับการกำกับ การควบคุม หรือการจัดการกับส่วนประกอบทางความคิดที่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่า ลงมา โดยมีความรู้ทำหน้าที่ในการสื่อสารข้อมูล และการควบคุมทำหน้าที่ในการสั่งการ

ลอรีส์, ดาร์ดีนน์ และเซอร์บ (Lories, Dardenne; & Tzerbyt. 1998: 1-6) ได้อธิบายว่า เมตาคอคนิชัน คือ กระบวนการทางพุทธิปัญญา ซึ่งสามารถประยุกต์ไปสู่พุทธิปัญญา หรือจัดเป็นลักษณะพิเศษที่เป็นรากฐานของพุทธิปัญญา และยังเป็นส่วนหนึ่งของการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

ออร์มรอด (สุเทียบ ละอองทอง. ม.ป.ป.; อ้างอิงจาก Ormrod. 2000) ได้ให้ความหมายว่า เมตาคอคนิชัน หมายถึง ความรู้และความเชื่อของบุคลที่เกี่ยวกับกระบวนการทางความคิดของตน และผลจากความพยายามของตนในอันที่จะจัดระเบียบกระบวนการทางความคิดเหล่านั้นให้เกิดการเรียนรู้และจดจำให้ได้มากที่สุด

คอสตา และคาลลิค (Costa, L. A; & Kallick. 2000: Online) ได้ให้ความหมายของเมตาคอคนิชัน ว่าหมายถึง การเพิ่มขึ้นของความตระหนักในการแสดงออกและประสิทธิภาพของการแสดงออกของแต่ละคนในแต่ละสถานการณ์ การตั้งคำถามของตนเองเพื่อนำไปสู่การหาข้อมูลและความหมายของการพัฒนาแผนที่ทางความคิดหรือแผนในการปฏิบัติโดยมีการทบทวนประสบการณ์เดิม ตรวจสอบแผนด้วยการลงมือกระทำ ความถูกต้องของแผน ถ้าต้องพบกับสิ่งที่ไม่คาดหมาย การตรวจสอบความสมบูรณ์ด้วยการประเมินตนเอง

ศรีราจ-บลัชฟอร์ด และเปตาเยวา (Siraj-Blatchford, J; & Petayeva, D. 2002: Online) ได้แบ่งความหมายของเมตาคอคนิชันเป็น 3 กลุ่ม คือ การมีความรู้และตระหนักรู้ในกระบวนการคิดของตนเอง, การรู้วิธีการเรียนรู้ของตนเอง การรู้กระบวนการคิดและการกำหนดกระบวนการคิด และการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึก

ณัฏฐี เจริญเกียรติบวร (2539: 28) ได้สรุปความหมายของเมตาคอคนิชันว่า เมตาคอคนิชัน คือ สิ่งที่ช่วยควบคุมกระบวนการทางการคิดให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการในการวางแผน การควบคุมตรวจสอบ และการประเมินผล

เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์ (2536) ได้ให้ความหมายว่า เมตาคอคนิชัน เป็นการกำกับกิจกรรมทางปัญญาที่เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจโดยเรียกว่า “อภิปัญญา”

สุทิน คงโรจนวงศา (2543) ให้ความหมายของเมตาคอคนิชันหรือการคิดอภิมานว่าเป็นความสามารถทางกิจกรรมทางพุทธิปัญญาของบุคคลในการคิด พิจารณา กระบวนการคิดของตนเอง ได้รู้ถึงกระบวนการคิดและผลที่เกิดจากการใช้ความคิด มีการตรวจสอบความคิด และเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมเพื่อไปสู่จุดมุ่งหมาย

ทิศนา แขมมณี และคนอื่นๆ (2544) ได้ให้ความหมายของเมตาคอคนิชันว่า การควบคุมการรู้คิดของตนเอง ซึ่งหมายถึงการรู้ตัวถึงความคิดของตนเองในการกระทำอะไรอย่างใดอย่างหนึ่งหรือการประเมินการคิดของตนเองและใช้ความรู้นั้นในการควบคุมหรือปรับการกระทำของตนเอง

พรรณี ช. เจนจิต (2545) ได้ให้ความหมายของเมตาคอคนิชันหรือการรู้คิดว่า หมายถึงความรู้ส่วนตัวของแต่ละบุคคลต่อสิ่งที่ได้เรียน หรือผู้เรียนคิดอย่างไรเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ไป

สุเทียบ ละอองทอง (2545) ได้กล่าวว่าเมตาคอคนิชัน หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับความคิดและความรู้ที่ใช้ในการจัดระเบียบความคิดและการเรียนรู้

ศุภลักษณ์ สินธนา (2545) ยังได้ให้ความหมายของเมตาคอคนิชันหรือการคิดอภิมานโดยให้ความหมายว่า ความสามารถในการรู้และควบคุมกระบวนการคิดของตนเองในการแก้ปัญหาซึ่งประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับการคิดอภิมานและประสบการณ์ในการคิดอภิมาน

ณัฏฏ์ฐนัฐ เฉลิมสุข (2550) ได้ให้ความหมายของเมตาคอคนิชันว่า หมายถึง ความสามารถในการคิดของบุคคลในการรับรู้การคิดพิจารณาไตร่ตรองและประเมินตนเอง เพื่อให้การคิดเป็นระบบเกิดความมั่นใจว่างานที่จะทำบรรลุจุดมุ่งหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

โดยสรุปแล้ว เมตาคอคนิชัน (Metacognition) หมายถึง การรู้คิดของบุคคลในการจัดการเกี่ยวกับกระบวนการทางความคิดของตน โดยใช้การวิเคราะห์ปัญหาหรือข้อมูล การวางแผนการกำกับ และการประเมิน ในการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันหรือทำงานจนสำเร็จได้อย่างมีทิศทาง และประสิทธิภาพ

2.2 องค์ประกอบของเมตาคอคนิชัน

เมตาคอคนิชันในการกระทำสิ่งต่างๆ ต้องอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญของเมตาคอคนิชัน ซึ่งการที่จะศึกษาและพัฒนาเมตาคอคนิชันได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ จำเป็นต้องมีการศึกษาถึงองค์ประกอบของ เมตาคอคนิชัน ตามที่นักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านได้จัดแบ่งไว้ ดังนี้

ฟลาเวลล์ (Flavell. 1979: 907-908) ได้แบ่งองค์ประกอบของเมตาคอคนิชันไว้ 2 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความรู้ในเมตาคอคชัน (metacognitive knowledge) คือ ส่วนหนึ่งของความรู้ทั้งหมดที่มีอยู่ในโลก ซึ่งมีอยู่ในมนุษย์โดยกระบวนการสร้างสรรค์ทางปัญญา สามารถเชื่อมโยงไปสู่งาน เป้าหมาย การปฏิบัติ และประสบการณ์ โดยประกอบด้วยความรู้ในด้านต่างๆ ดังนี้

1.1 ด้านบุคคล (Person variables) หมายถึง ความรู้ที่บุคคลมี เกี่ยวกับลักษณะความสามารถทางปัญญา การเรียนรู้ หรือในการทำงาน

1.2 ด้านงาน (Task variables) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับงาน ลักษณะของงานที่เคยทำ หรือที่ทำอยู่ ซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจและการทำงานนั้นๆ

1.3 ด้านกลวิธี (Strategy variables) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีที่เหมาะสมในการทำให้งานนั้นบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

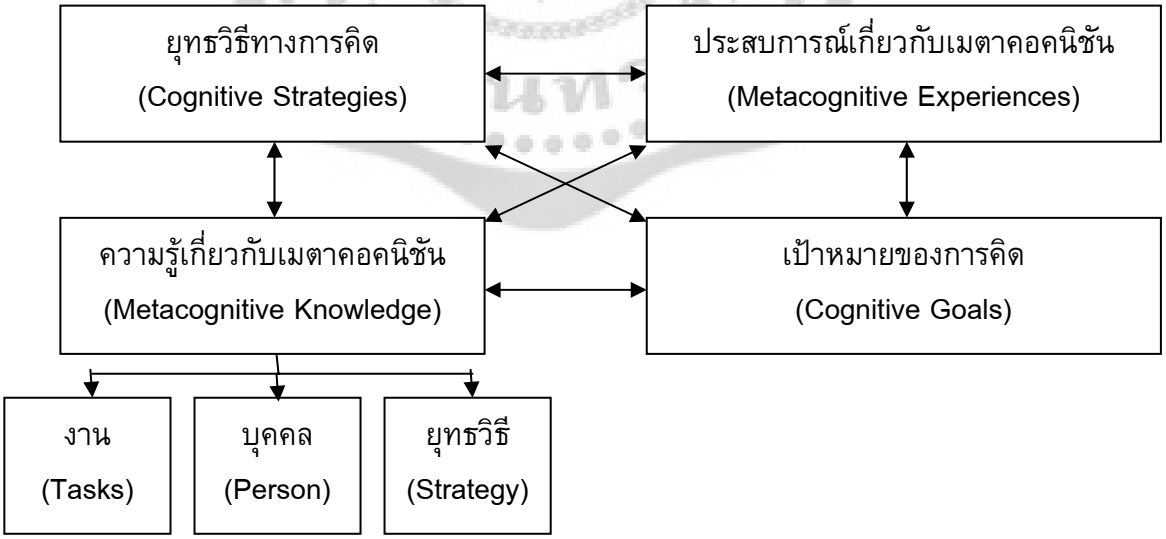
2. ประสบการณ์ในเมตาคอคนิชัน (metacognitive experiences) คือ จิตสำนึกที่หลากหลายทางปัญญา หรือ ประสบการณ์ที่เกี่ยวกับอารมณ์หรือความรู้สึก ซึ่งมีอยู่อย่างไม่จำกัด และเป็นเรื่องของการใช้ปัญญาในการวางแผนการ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

2.1 การวางแผน (Planning)

2.2 การกำกับและควบคุมตนเอง (Monitoring)

2.3 การประเมิน (Evaluation)

ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 องค์ประกอบเมตาคอคนิชันของฟลาเวล

ที่มา: Flavell. (1979: Online).

เวลส์ (Wells. 2000: 6-13) ได้แบ่งองค์ประกอบของเมตาคอคนิชัน ดังนี้

1. ความรู้ในเมตาคอคนิชัน ซึ่งแบ่งได้เป็น

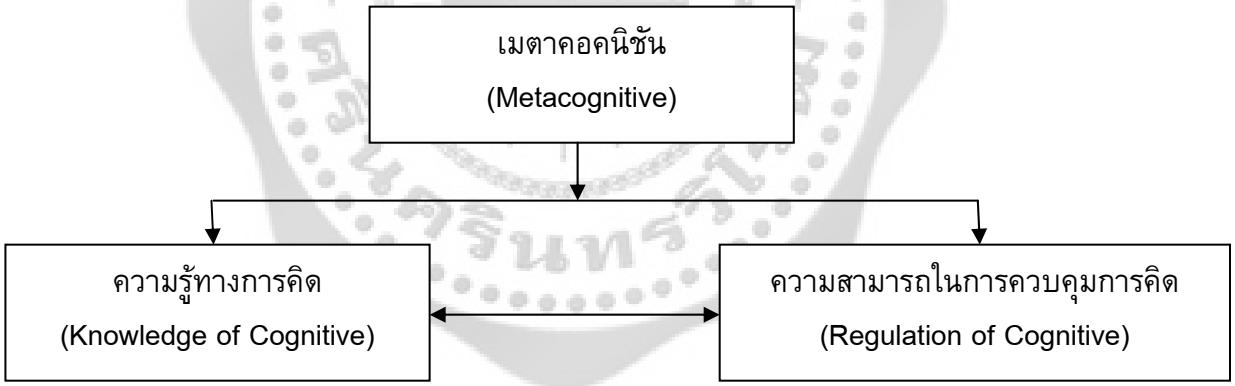
1.1 ความรู้ในเมตาคอคนิชันที่ชัดเจน (Explicit metacognitive knowledge) คือ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึก และสามารถแสดงความคิดออกมาเป็นคำพูดได้

1.2 ความรู้ในเมตาคอคนิชันที่ไม่ชัดเจน (Implicit metacognitive knowledge) สิ่งที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึก แต่ไม่สามารถแสดงความคิดออกมาเป็นคำพูดได้

2. ประสบการณ์ในเมตาคอคนิชัน เป็นสิ่งที่สามารถเชื่อมโยงความสับสนทางอารมณ์ ในวิธีการที่หลากหลาย

3. กลวิธีควบคุมเมตาคอคนิชัน คือ คำตอบของบุคคลขณะที่มีการควบคุมกิจกรรมต่างๆ ของระบบทางปัญญา

บราวน์ (Gama, C.A. 2004: 15; Brown. 1987) ได้แบ่งองค์ประกอบของเมตาคอคนิชัน เป็น 2 ด้าน คือ ด้านความรู้ทางความคิด (Knowledge of Cognition) ซึ่งการพัฒนาองค์ประกอบด้านนี้ จะเกี่ยวข้องกับอายุของเด็ก และด้านความสามารถในการควบคุมความคิดของตนเอง (Regulation of Cognition) เป็นความสามารถในการควบคุม โดยการพัฒนาองค์ประกอบด้านนี้ไม่ได้ขึ้นกับวัยเป็นสำคัญแต่ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ที่เด็กมีโอกาสได้รับและเรียนรู้เพื่อให้ปฏิบัติสิ่งต่างๆ ได้สำเร็จสมบูรณ์ ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 องค์ประกอบเมตาคอคนิชันของบราวน์ (Brown. 1987)

ที่มา: Gama, C. A. (2004: 15).

นักการศึกษาหลายท่านได้สนใจศึกษาองค์ประกอบของเมตาคอคนิชันโดยสรุปว่า เมตาคอคนิชันประกอบด้วย ความรู้ในเมตาคอคนิชัน และประสบการณ์ในเมตาคอคนิชัน (Brown, Bransford, Ferrala and Campione, 1983: 77-166; Beyer, 1987: 192-196) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ความรู้ในเมตาคอคนิชัน เป็นส่วนของความรู้ตนเองรู้อะไร และคิดอย่างไร คิดถึงเป้าหมายและการบรรลุเป้าหมายอย่างไร” โดยแบ่งตัวแปรของความรู้ในเมตาคอคนิชันเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1.1 ตัวแปรด้านบุคคล หมายถึง การที่บุคคลที่มีความรู้เกี่ยวกับลักษณะที่บุคคลโดยทั่วไปมีอยู่ในด้านความสามารถทางปัญญา การเรียนรู้ หรือในการทำงาน

1.2 ตัวแปรด้านงาน หมายถึง การตระหนักรู้ลักษณะของงานที่ทำ ซึ่งมีผลต่อการปฏิบัติงานของบุคคลนั้นๆ

1.3 ตัวแปรด้านกลวิธี คือ ความรู้ของบุคคลเกี่ยวกับกลวิธีที่เหมาะสม ที่จะใช้ในการทำให้การทำงานนั้นบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

2. ประสบการณ์ในเมตาคอคนิชัน (Metacognitive experiences) สามารถแบ่งได้ ดังนี้

2.1 การวางแผน (Planning) เป็นการรู้ว่าตนเองว่าจะทำงานนั้นอย่างไร เริ่มตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย จนถึงการทำงานจนบรรลุเป้าหมาย

2.2 การกำกับ (Monitoring) เป็นการทบทวนความคิดเกี่ยวกับแผนที่วางไว้ว่าเป็นไปได้เพียงใด ความเหมาะสม ความถูกต้อง ลำดับของขั้นตอน และวิธีการที่เลือกใช้

2.3 การประเมิน (Evaluating) เป็นความคิดเกี่ยวกับการประเมินการวางแผน การตรวจสอบขั้นตอน และประเมินผลลัพธ์

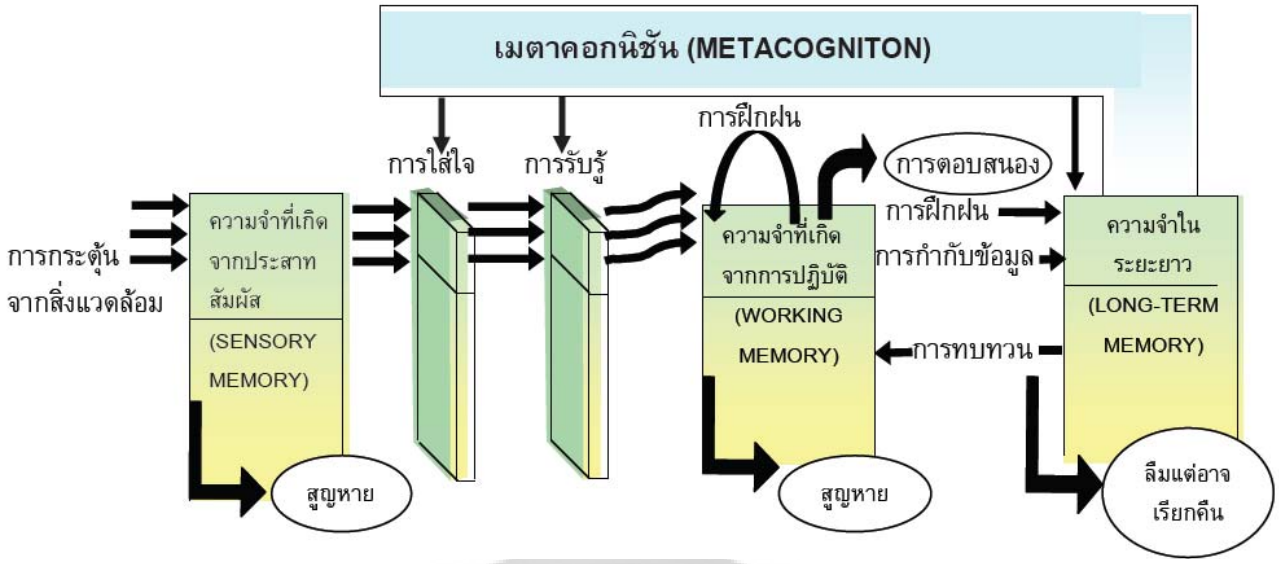
โดยสรุปแล้ว เมตาคอคนิชันประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความรู้ในเมตาคอคนิชัน เป็นความรู้ที่ถูกเก็บบันทึกไว้ในความจำระยะยาว เพื่อที่จะใช้ในสถานการณ์ต่างๆ โดยมีการรู้ตนเอง รู้การคิดของตนเอง การรู้และควบคุมความคิดของตนเองให้สามารถบรรลุเป้าหมาย ซึ่งประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับด้านบุคคล ด้านงาน และด้านกลวิธีต่างๆ

2. ประสบการณ์ในเมตาคอคนิชัน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ คือ การวางแผนการกำกับและควบคุมตนเอง และการประเมิน

2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเมตาคอกนิชัน

ทฤษฎีประมวลผลข้อมูล (Information processing theory) เป็นทฤษฎีที่อธิบายการเกิดเมตาคอกนิชัน ซึ่งเป็นแนวคิดทางการเรียนรู้ของจิตวิทยาพุทธิปัญญาที่เปรียบเทียบความคิดของมนุษย์กับกระบวนการประมวลข้อมูลของคอมพิวเตอร์ (Eggen; & Kauchak. 1999) ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 รูปแบบของทฤษฎีประมวลผลข้อมูล

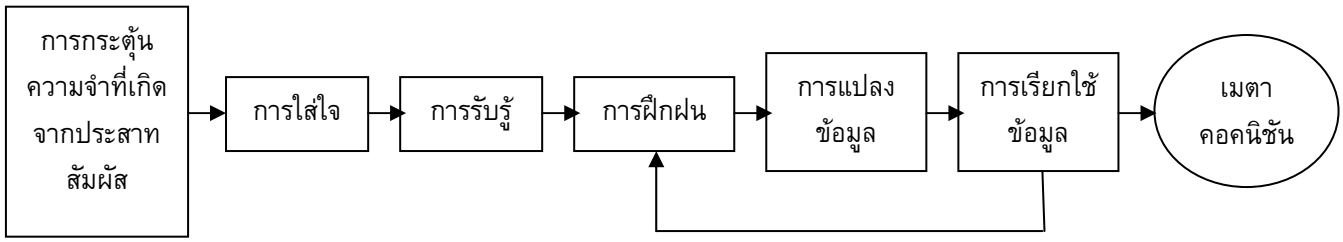
ที่มา: Eggen; & Kauchak. (1999: 244).

รูปแบบของทฤษฎีประมวลผลข้อมูล ประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ 3 ประการ คือ การจัดเก็บข้อมูล (Information stores) กระบวนทางสติปัญญา (Cognitive processes) และเมตาคอคนิชัน (Metacognition)

การจัดเก็บข้อมูล เป็นกระบวนการที่ใช้ในการเก็บข้อมูล เปรียบได้เสมือนกับแฟ้มเก็บข้อมูลตู้เก็บแฟ้มข้อมูลของคอมพิวเตอร์ หรือสมุดบันทึกที่อยู่ซึ่งคนเราใช้ในการเก็บข้อมูล ข้อมูลที่จัดเก็บในรูปแบบการจัดกระทำข้อมูล ได้แก่ ความจำที่เกิดจากประสาทสัมผัส ความจำที่เกิดจากการปฏิบัติ และความจำระยะยาว

กระบวนการทางสติปัญญา เป็นการกระทำทางสติปัญญาในการแปลงข้อมูลและการเคลื่อนย้ายข้อมูลจากที่จัดเก็บหนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง กระบวนการนี้ประกอบด้วยการเอาใจใส่ การรับรู้ การฝึกฝน การแปลงข้อมูล และการเรียกใช้ข้อมูล กระบวนการทางสติปัญญาเปรียบได้เสมือนกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งทำหน้าที่กำกับและแปลงข้อมูลในคอมพิวเตอร์

เมตาคอคนิชัน หมายถึง กระบวนการบริหารและควบคุมกระบวนการทางสมองเกี่ยวกับการใส่ใจ การรับรู้ การฝึกฝน การแปลงข้อมูล การเรียกใช้ข้อมูล ซึ่งขั้นตอนการเกิดเมตาคอคนิชัน มีดังนี้



ภาพประกอบ 7 ขั้นตอนการเกิดเมตาคอคนิชัน

ที่มา: Eggen; & Kauchak. (1999).

กล่าวโดยสรุป ทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลเชื่อว่า เด็กจัดเก็บข้อมูลในหน่วยความจำที่เกิดจากประสาทสัมผัส ความจำที่เกิดจากการปฏิบัติ และความจำระยะยาว โดยจะมีการเปลี่ยนความจำจากระดับหนึ่งไปสู่อีกระดับหนึ่งโดยใช้เมตาคอคนิชันในการควบคุมกระบวนการทางสติปัญญา

2.4 ทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาเมตาคอคนิชัน

การพัฒนาเมตาคอคนิชันให้กับผู้เรียน เป็นแนวทางใหม่ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ลักษณะที่มีต่อกระบวนการและการทำความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยการศึกษาทฤษฎี และแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาเมตาคอคนิชัน รวมทั้งส่วนประกอบอื่นๆ ตามขั้นตอน ดังนี้

2.4.1 ทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล

2.4.2 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาเมตาคอคนิชัน

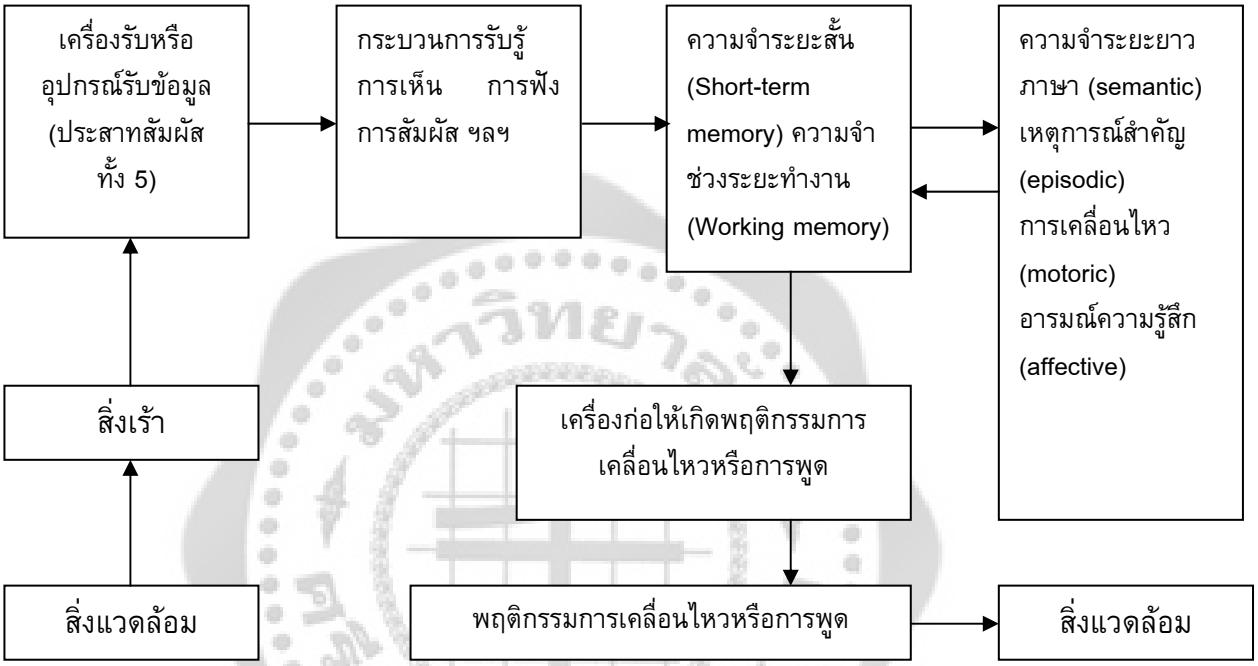
2.4.3 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเมตาคอคนิชัน

รายละเอียดตามขั้นตอนข้างต้น มีดังนี้

2.4.1 ทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล

คลอสไมเออร์ (ศรินธร วิทยะสิรินันท์; และคนอื่นๆ. 2544: 26-30; อ้างอิงจาก Klausmeier. 1985) กล่าวโดยสรุปว่า การทำงานของสองมนุษย์มีความคล้ายคลึงกับการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยอธิบายการเรียนรู้ของมนุษย์โดยเปรียบเทียบกับการทำงานของคอมพิวเตอร์กับการทำงานของสมอง ซึ่งมีการทำงานเป็นขั้นตอน ดังนี้ 1) การรับรู้ข้อมูล 2) การเข้ารหัส โดยอาศัยชุดคำสั่งหรือซอฟแวร์ 3) การส่งข้อมูลออก โดยผ่านทางอุปกรณ์ ซึ่งตรงกับการประมวลข้อมูลของสมอง โดยเริ่มต้นจากการที่มนุษย์รับสิ่งเร้าเข้ามาทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 สิ่งเร้าที่เข้ามาจะได้รับการบันทึกไว้ในความจำระยะสั้น เมื่อบุคคลต้องการจะเก็บข้อมูลที่เข้ามาใช้ในภายหลัง ข้อมูลนี้จำเป็นต้องได้รับการประมวลและเปลี่ยนรูป โดยการเข้ารหัส (encoding) เพื่อนำไปเก็บไว้ใน

ความจำระยะยาว ซึ่งอาจต้องใช้เทคนิคต่างๆ เข้าช่วย เมื่อข้อมูลข่าวสารได้รับการบันทึกไว้ในความจำระยะยาวแล้ว บุคคลนั้นก็จะสามารถเรียกข้อมูลต่างๆ ออกมาใช้ได้ ซึ่งในการเรียกข้อมูลออกมาใช้ จำเป็นต้องถอดรหัสข้อมูล(decoding) จากความจำระยะยาวนั้น และส่งต่อไปสู่ตัวก่อกำเนิดพฤติกรรมตอบสนอง ซึ่งจะเป็นแรงขับหรือกระตุ้นให้บุคคลมีการเคลื่อนไหว หรือการพูดสนองตอบต่อสิ่งเร้าหรือสิ่งแวดล้อมต่างๆ ของมนุษย์ โดยคลอสไมเออร์ได้สร้างเป็นภาพประกอบ 8 ดังนี้



ภาพประกอบ 8 กระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล

ที่มา: Klausmeier (1985: 105).

กระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูลดังกล่าวข้างต้น จะได้รับการบริหารควบคุมอีกชั้นหนึ่ง ซึ่งหากเปรียบเทียบกับคอมพิวเตอร์แล้ว ก็คือโปรแกรมสั่งงานหรือ“ซอฟท์แวร์” นั่นเอง การบริหารควบคุมการประมวลข้อมูลของสมองก็คือ การที่บุคคลรู้ถึงการคิดของตน และสามารถควบคุมการคิดของตนให้เป็นไปในทางที่ตนต้องการ การรู้ในลักษณะนี้ ศัพท์ทางวิชาการ เรียกว่า เมตาคอคนิชันหรือการควบคุมการรู้คิด ซึ่งหมายถึง การตระหนักรู้ (awareness) เกี่ยวกับความรู้และความสามารถของตนเอง และใช้ความเข้าใจในการรู้ดังกล่าวในการจัดการควบคุมกระบวนการคิด การทำงานของตนด้วยกลวิธี (strategies) ต่างๆ อันจะช่วยให้การเรียนรู้และงานที่ทำประสบผลสำเร็จตามต้องการ ในกระบวนการประมวลข้อมูลของสมองนั้นองค์ประกอบสำคัญของการรู้คิดที่ใช้ในการบริหารควบคุมกระบวนการก็คือ แรงจูงใจ ความตั้งใจ และความมุ่งหวังต่างๆ รวมทั้งเทคนิคและกลวิธีต่างๆ ที่บุคคลใช้ในการบริหารควบคุมตนเอง

ดังนั้น กระบวนการรู้คิดเริ่มตั้งแต่ ความใส่ใจ (attention) การรับรู้ (perception) และกลวิธีต่างๆ (strategies) ดังนั้นความรู้ในเชิงเมตาคอคนิชันจึงมักประกอบไปด้วยความรู้เกี่ยวกับบุคคล (person) ความรู้เกี่ยวกับงาน (task) และความรู้เกี่ยวกับกลวิธี (strategies) ดังนั้น การที่จะพัฒนาเมตาคอคนิชันให้กับผู้เรียนได้ ควรจะต้องมีการฝึกให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ความรู้ในเชิงเมตาคอคนิชันเพื่อให้เข้าไปสู่ความจำระยะยาวของสมอง

2.4.2 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาเมตาคอคนิชัน

ออสมัน และฮันนาฟิน (สมจิตร ทรัพย์อัประไมย. 2540: 36-39; อ้างอิงจาก Osman; & Hannafin. 1992) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับพัฒนาเมตาคอคนิชันไว้ว่า การพัฒนาเมตาคอคนิชันขึ้นอยู่กับ ตัวแปรสำคัญ 2 ประการ คือ วิธีการฝึก และบทบาทของเนื้อหาบทเรียนในระหว่างการฝึก สำหรับกลวิธีการฝึก ยังแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ กลวิธีวิธีการฝึกแบบผสมผสาน (Embedded strategy) และ กลวิธีแบบไม่ผูกพัน (Detached strategy)

ส่วนกลวิธีวิธีที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียนในระหว่างการฝึก ก็แบ่งเป็น 2 ประเภทเช่นกัน คือ กลวิธีที่อิงอยู่กับเนื้อหา (Content-Dependent Strategy) และกลวิธีที่เป็นอิสระจากเนื้อหา (Content-Independent Strategy)

โดยสรุปแล้ว กลวิธีการฝึกมีความสัมพันธ์กับกลวิธีที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียนในระหว่างการฝึก ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 กลวิธี ดังนี้

1. กลวิธีการฝึกแบบผสมผสานที่อิงอยู่กับเนื้อหา (Embedded ontentdependent Strategies) ใช้ในการทำความเข้าใจในบทเรียนที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคย กลวิธีประเภทนี้จะช่วยให้มีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาและโครงสร้างให้มีความชัดเจน ผู้ที่ออกแบบการสอนด้วยวิธีนี้มักชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนถึงมโนทัศน์สำคัญที่อยู่ในบทเรียน ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เหล่านั้น กลวิธีนี้มีจุดประสงค์เพื่อสนับสนุนการเรียนเนื้อหาเฉพาะเรื่อง มิได้มุ่งหมายให้ผู้เรียนนำเอากลวิธีนี้ไปใช้กับบทเรียนอื่นต่อไป

2. กลวิธีการฝึกแบบผสมผสานที่เป็นอิสระจากเนื้อหา (Embedded Contentindependent Strategies) ใช้กับเนื้อหาที่มีลักษณะทั่วๆ ไป โดยจะมีการใช้เนื้อหานี้ในการเรียนรู้กลวิธีต่างๆ แล้วจึงมีการพัฒนากลวิธีเหล่านั้น และนำไปฝึกฝนให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้กลวิธีนี้กับเนื้อหาของบทเรียนอื่นๆ ต่อไป

3. กลวิธีการฝึกแบบไม่ผูกพันชนิดที่อิงอยู่กับเนื้อหา (Detached Contentdependent Strategies) กลวิธีนี้ได้รับการสอนแยกออกจากบทเรียน เนื่องจากกลวิธีนี้เป็นกลวิธีที่ซับซ้อนเกินกว่าจะผสมผสานเข้าไปในบทเรียนได้ แต่ก็ต้องนำเอากลวิธีที่ฝึกมาประยุกต์ใช้กับเนื้อหาบางเนื้อหาโดยมีจุดมุ่งหมายก็เพื่อที่จะปรับปรุงให้เนื้อเรื่องนั้นง่ายขึ้น แล้วจึงนำกลวิธีเหล่านี้เชื่อมโยงกับเนื้อเรื่องในบทเรียนอื่นๆ ต่อไป

4. กลวิธีการฝึกแบบไม่ผูกพันชนิดเป็นอิสระจากเนื้อหา (Detached Contentindependent Strategies) เป็นการสร้างกลวิธีที่ถูกแบ่งแยกออกจากเนื้อหา และได้มาจากธรรมชาติ โดยทั่วไปแล้วเป็นกลวิธีที่เน้นการปฏิบัติมากกว่าสภาพความรู้ แต่เป้าหมายของกลวิธี โดยรวมแล้วเป็นอิสระต่อการเรียน ดังนั้นจึงต้องมีการแปรสภาพของกลวิธีไปเรื่อยๆ ตามลักษณะของเนื้อหา การฝึกด้วยวิธีนี้มีความมุ่งหมายที่จะให้มีการถ่ายโยงได้สูง ซึ่งประกอบไปด้วยกลวิธีขั้นต้น(primary strategies) และกลวิธีสนับสนุน (support strategies) สำหรับกลวิธีขั้นต้นทำหน้าที่ช่วยให้ผู้เรียนจัดการกับบทเรียนโดยตรง ได้แก่ การถอดความ การจินตนาการ การสร้างเครือข่ายความรู้ การวิเคราะห์ประเด็นสำคัญ การสรุปและจัดโครงสร้างใหม่ การบูรณาการ เป็นต้น ส่วนกลวิธีสนับสนุนได้รับการออกแบบขึ้นเพื่อช่วยพัฒนาและรักษาบรรยากาศการเรียนรู้ที่เหมาะสมทั้งด้านพุทธิปัญญา และด้านอารมณ์ เป็นกลวิธีที่ช่วยให้มีการจัดระบบความตั้งใจ การวินิจฉัยความต้องการหรือความจำเป็นของการเรียนรู้

2.4.3 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเมตาคอคนิชัน

จากงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษา พอสรุปบทบาทของผู้สอนและผู้เรียน (สมจิตร์ ทรัพย์อัประไมย. 2540; อ้างอิงจาก Simon. 1994) ได้ ดังนี้

บทบาทของผู้สอน

1. ควรเน้นกิจกรรมและกระบวนการมากกว่าผลการเรียน
2. ช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดความตระหนักรู้ในกลวิธีการเรียนรู้ ทักษะการกำกับตนเอง และความสัมพันธ์ของกลวิธี
3. ควรเน้นการเชื่อมโยงการเรียนรู้และการบูรณาการ
4. ควรสอนให้ผู้เรียนรู้จักวิธีการวางแผน กำกับและควบคุมตนเอง และการทบทวนหรือประเมินการเรียนรู้ของตนเอง
5. ควรออกแบบการสอนในแบบที่มีความสมดุลระหว่างคุณภาพและปริมาณของกิจกรรมการเรียนรู้
6. ควรร่วมมือและอภิปรายร่วมกับผู้เรียนในระหว่างเรียน
7. ควรเน้นเป้าหมายการเรียนรู้ทางปัญญาในระดับที่สูงขึ้น
8. การสอนต้องเหมาะกับภาวะ และความเข้าใจในมโนทัศน์ปัจจุบันของผู้เรียน

บทบาทของผู้เรียน

1. ควรมีเป้าหมายในการเรียนรู้และสามารถเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวัน
2. ควรมีความรับผิดชอบในการเรียนมากขึ้น
3. ควรมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ปกครองและผู้ใหญ่คนอื่น เพื่อกระตุ้นให้เกิดการกำกับและควบคุมตนเองตั้งแต่เป็นเด็กเล็ก ตามบทบาทของผู้สอนและผู้เรียน ควรมีการออกแบบแผนการเรียนการสอนให้ครอบคลุมมากที่สุด จึงจะทำให้การพัฒนาเมตาคอคนิชันเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ

2.5 กลวิธีเมตาคอคนิชันในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาประสบการณ์ในเมตาคอคนิชัน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญอยู่ 4 ประการ และพบว่ามีความสอดคล้องกับการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การพิสูจน์และทดลอง การสรุปผลและนำไปใช้ การนำประสบการณ์ในเมตาคอคนิชันมาใช้ในการเรียนวิชาต่างๆ และสามารถสรุปได้ถึงกลวิธีที่มีนักการศึกษาได้ปรับปรุง และพัฒนาขึ้นมา ดังนี้

2.5.1 กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน

จากการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเมตาคอคนิชันที่มีนักการศึกษาหลายได้ทำการศึกษาและให้แนวทางไว้ จึงมีผู้ที่สนใจศึกษาและพัฒนา เป็นกลวิธีที่มีผู้นำมาใช้ในการพัฒนาเมตาคอคนิชันของผู้เรียน คือ กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน ซึ่งมีพื้นฐานมาจากการเรียนการสอนที่มีการสอนให้นักเรียนมีความ สามารถในการอ่านและทำความใจบทอ่านมากขึ้น ดังนั้น ควรมีการศึกษาถึง ความหมายของการอ่าน องค์ประกอบ เพื่อนำไปสู่กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน

2.5.1.1 ความหมายของการอ่าน

การอ่านเป็นกระบวนการตอบสนองต่อสัญลักษณ์ของภาษาที่เป็นตัวแทนของภาษาพูด และเป็นกระบวนการของการถอดความของภาษาเขียน ที่จะทำให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจถึงสิ่งที่ผู้เขียนต้องการ โดยได้มีนักการศึกษาหลายท่านที่อธิบายความหมายของการอ่านไว้ดังนี้

ทิงเกอร์, สแตรงก์, โลว์ และซิลเบอร์สไตน์ (Tinker. 1952: 22-38; Strang. 1969: 1-2; Lowe. 1984: 301-303; Silberstein. 1994: 6) กล่าวว่า “...การอ่านเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสมองในการอ่านผู้อ่านจำตัวอักษรได้ และตัวอักษรทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้อ่านระลึกถึงความหมายซึ่งผู้อ่านทราบมา แล้วจากประสบการณ์ในอดีต การทำความเข้าใจเพื่อให้ได้ความหมายจึงเกิดจากการระลึกและใช้มโนทัศน์ที่ผู้อ่านมีอยู่แล้ว แต่ถ้าสิ่งที่อ่านมีความหมายใหม่ผู้อ่านต้องใช้มโนทัศน์หลายอย่างจึงจะเข้าใจในสิ่งที่อ่าน และได้ความหมายใหม่นั้น ความหมายใหม่ที่เกิดขึ้นนี้จะถูกเรียบเรียงเป็นกระบวนการทางความคิด...”

โดยสรุปแล้ว การอ่านเป็นกระบวนการทางสมอง ซึ่งต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับระบบของภาษาการตอบสนองต่อภาษาเขียนที่เป็นตัวแทนของภาษาพูด การใช้สติปัญญาในการตีความเพื่อทำความเข้าใจในสิ่งที่อ่าน การใช้ความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ กลวิธีในการแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดทักษะในการอ่าน และใช้ทักษะนั้นในการอ่านครั้งต่อไป เพื่อให้ได้มโนทัศน์ และทักษะใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นกับผู้อ่านเอง

2.5.1.2 องค์ประกอบของการอ่าน

ความเข้าใจในการอ่านเป็นส่วนสำคัญของกระบวนการอ่าน กระบวนการเข้าใจ จึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่จะนำไปสู่การอ่านที่มีประสิทธิภาพ จึงได้มีผู้ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบที่สำคัญในการอ่าน ดังนี้

แฮร์ริส (Harris. 1969: 10-12) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบที่จำเป็นในการอ่าน ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับภาษาและสัญลักษณ์ทางภาษา ซึ่งรวมถึงความเข้าใจความหมายของคำทั้งง่ายและยากที่มีอยู่ในข้อความ การเข้าใจระบบคำโครงสร้างประโยคจากลักษณะของภาษาเขียน และเข้าใจข้อความยาวๆ ที่รวมเอาประโยคย่อยๆ หลายประโยคเข้าไว้ ความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์ทางภาษา เช่น เครื่องหมายต่างๆ การใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ การย่อหน้า เป็นต้น

2. ความรู้ในการคิด ได้แก่ ความสามารถในการระบุจุดประสงค์ของผู้เขียนและใจความสำคัญของข้อความที่อ่านได้ ความสามารถที่จะเข้าใจความคิดย่อยๆ ซึ่งจะสนับสนุนใจความสำคัญ และสามารถสรุปความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องที่อ่านได้

3. ความรู้เกี่ยวกับอารมณ์ของเรื่องที่อ่านได้ ซึ่งรวมถึงความสามารถในการทราบเจตคติของผู้เขียนต่อเรื่องที่เขียนและต่อผู้อ่าน การเข้าใจอารมณ์ของเรื่องและบรรยากาศของเรื่อง และความสามารถในการระบุวิธีและแนวการเขียนที่ผู้เขียนใช้ในการแสดงความคิดเห็น

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2536: 24) ได้สรุปองค์ประกอบสำคัญที่ผู้อ่านจะต้องมีเพื่อช่วยให้การอ่านมีประสิทธิภาพไว้ ดังนี้

1. ความรู้ในด้านภาษา ผู้อ่านที่ประสบความสำเร็จในการอ่านควรจะมีความรู้ในด้านการผสมอักษร การสะกดคำ รูปแบบและความหมายของคำ รวมถึงโครงสร้างและไวยากรณ์ของภาษา

2. ความสามารถในการตีความหมายของประโยค ผู้อ่านควรจะมีความสามารถในการทำความเข้าใจจุดมุ่งหมายของข้อความ รู้วิธีการเรียบเรียงประโยคเป็นข้อความที่ต่อเนื่องกันและเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างประโยค

3. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้และประสบการณ์ที่ตนมีอยู่ ผู้อ่านจะต้องนำความรู้และประสบการณ์ด้านต่างๆ ของตนมาเชื่อมโยงกับสิ่งที่อ่านเพื่อทำความเข้าใจกับเรื่องที่อ่าน

4. จุดมุ่งหมายในการอ่านและวิธีการอ่าน ผู้อ่านจะต้องมีจุดมุ่งหมายในการอ่านว่าอ่านไปเพื่ออะไร เพื่อความรู้ ความเพลิดเพลิน หรือความคล่องแคล่วในการอ่าน เพราะสิ่งนี้จะมีผลต่อการเลือกวิธีการอ่านที่เหมาะสมอันจะส่งผลให้การอ่านมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.5.1.3 ขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน

จากความหมายของการอ่านและองค์ประกอบของการอ่าน ได้มีผู้สนใจศึกษาและนำมาปรับปรุงเป็นกลวิธีเพื่อพัฒนาเมตาคอคนิชันของผู้อ่าน โดยได้เสนอเป็นขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน ดังนี้

บราวน์ และคนอื่นๆ (Brown; et al. 1984: 21-44) ได้เสนอขั้นตอนที่สำคัญของกลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่านไว้ ดังนี้

1. การทำนายเกี่ยวกับสิ่งที่จะอ่าน (Predicting) หมายถึง การที่ผู้อ่านจะต้องคาดคะเนเกี่ยวกับสิ่งที่จะอ่าน นั่นคือ จะต้องกำหนดได้ว่า ตนเองจะอ่านสิ่งนั้นได้เข้าใจหรือไม่ สิ่งที่อ่านจะมีความยากง่ายเพียงใด

2. การวางแผนการอ่าน (Planning) หมายถึง การที่ผู้อ่านจะต้องวางแผนก่อนการอ่าน และเลือกกลวิธีที่จะใช้ในการอ่าน

3. การกำกับการอ่าน (Monitoring) หมายถึง การที่ผู้อ่านจะต้องทำการอ่านตามการวางแผนที่ตนเองได้วางไว้จนบรรลุความต้องการ

4. การประเมินการอ่าน (Evaluation) หมายถึง การตรวจสอบผลจากการอ่านว่าเป็นอย่างไรบรรลุผลตามความต้องการหรือไม่ ควรแก้ไขการอ่านอย่างไร

บราวน์ และพาลินซาร์ (Brown; & Palincsar. 1982: 1-7) ได้รวบรวมและจำแนกขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่านใหม่ ดังนี้

1. การวางแผนการอ่าน (Planning) ประกอบด้วย

1.1 การใช้ตัวชี้นำ (Advance organizers) เป็นการอ่านเพื่อค้นหาใจความสำคัญ และมโนทัศน์ของเนื้อหาที่จะเรียนล่วงหน้า มักจะทำด้วยการอ่านบทอ่านคร่าวๆ เพื่อหาหลักการจัดระบบเนื้อหา

1.2 การมุ่งความสนใจกับสิ่งที่อ่าน (Directed attention) เป็นการกำหนดล่วงหน้าว่าจะใส่ใจกับสิ่งที่ต้องการได้จากการอ่าน โดยไม่สนใจเรื่องอื่นที่สอดแทรก

1.3 การวางแผนใช้สิ่งที่จะเป็นประโยชน์กับการอ่าน (Functional planning) เป็นการวางแผน และกำหนดองค์ประกอบทางภาษาศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการทำความเข้าใจสิ่งที่อ่าน

1.4 การเลือกใส่ใจเฉพาะสิ่งที่สำคัญของบทอ่าน (Selective attention) เป็นการกำหนดล่วงหน้าที่จะใส่ใจเฉพาะประเด็นที่สำคัญของบทอ่าน มักจะกระทำด้วยการเลือกจับประเด็นของคำ มโนทัศน์ และตัวบ่งชี้ทางภาษาศาสตร์ที่สำคัญ

1.5 การเตรียมตัวอ่าน (Self-management) เป็นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ช่วยให้ตนเองอ่านได้ดีที่สุด

2. การกำกับการอ่าน (Monitoring) ประกอบด้วย การควบคุมการอ่านของตนระหว่างที่อ่านให้เป็นไปตามการวางแผนอย่างเหมาะสม

3. การประเมินการอ่าน (Evaluation) ประกอบด้วย การประเมินการอ่านของตน โดยการตรวจสอบผลของการอ่านของตนเปรียบเทียบกับผลการอ่านที่ถูกต้อง

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1985: 372-397) ได้เสนอแนวคิดไว้ในทฤษฎีความรู้ความคิดว่า กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน เป็นกระบวนการใช้ความรู้ความคิดอย่างหนึ่ง โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การวางแผนการอ่าน เป็นกระบวนการในการแก้ไขความขัดแย้ง ซึ่งแสดงเป็นประโยคเงื่อนไข (Conditional (if) clause) ในระบบการรับภาษา การวางแผนการอ่านเป็นกลวิธีของการควบคุมและตรวจสอบการเรียนรู้ โดยเกี่ยวข้องกับการรับและการใช้ภาษา

2. การเลือกให้ความสนใจกับสิ่งที่อ่าน (Selected attention) เป็นส่วนสำคัญของกระบวนการรับรู้ที่เกิดขึ้นระหว่างการอ่าน การฝึกเลือกกลวิธีที่ใช้กับการอ่าน ไม่ว่าจะเป็น วลี หรือ บริบทที่สำคัญ หรือจะเป็นสิ่งที่เอื้ออำนวยต่อการอ่านของผู้อ่าน

3. การกำกับและควบคุมการอ่าน (Monitoring) เป็นการสนองตอบต่อการวางแผนเพื่อที่จะอ่านให้ได้ตามกระบวนการที่ตนเองได้วางแผนไว้

จากขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน ที่มีนักการศึกษาได้เสนอไว้ข้างต้น สามารถสรุปได้ ดังตาราง 11

ตาราง 11 กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน ของข้อมูลที่ศึกษาได้จากนักการศึกษา

นักการศึกษา	**ขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน**
บราวน์ และคณะ	1) การทำนายเกี่ยวสิ่งที่จะอ่าน (Predicting)
	2) การวางแผนการอ่าน (Planning
	3) การกำกับการอ่าน (Monitoring)
	4) การประเมินการอ่าน (Evaluation)
บราวน์ และ พาลินซาร์	1) การวางแผนการอ่าน (Planning)
	2) การกำกับการอ่าน (Monitoring)
	3) การประเมินการอ่าน (Evaluation)
แอนเดอร์สัน	1) การวางแผนการอ่าน (Planning)
	2) การเลือกให้ความสนใจกับสิ่งที่อ่าน (Selected attention)
	3) การกำกับและควบคุมการอ่าน (Monitoring)

โดยสรุปแล้วขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่านที่มีผู้เชี่ยวชาญและนักการศึกษาได้เสนอไว้ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลจากการอ่าน เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการอ่าน เพื่อให้ผู้อ่านได้ทราบถึงสิ่งที่ผู้อ่านจะต้องศึกษา และทำการอ่านได้อย่างมีวัตถุประสงค์ และสามารถเน้นถึงข้อความสำคัญที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ผู้อ่านจะต้องศึกษาได้

2. การวางแผนการอ่าน เป็นการย้ำเตือนเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการอ่าน และรู้จักเลือกวิธีการในการอ่านว่าควรอ่านอย่างไร ได้แก่ การอ่านซ้ำ การย่อ การอ่านข้ามคำ การทำสัญลักษณ์ การสร้างตาราง การขีดเส้นใต้ การจัดจำแนกประเภท การตัดออก การแบ่งเป็นส่วน

การทำนาย การแปลความ การหาใจความสำคัญ การทดสอบความเข้าใจ การชี้บ่งแบบการเขียนของสิ่งที่อ่าน การลำดับเหตุการณ์ การหาความสัมพันธ์ การเชื่อมความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เป็นต้น พร้อมทั้งรู้จักเลือกนำเอาความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่อ่านมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการอ่านให้มีความเข้าใจเรื่องที่อ่านได้ดีขึ้น

3. การกำกับการอ่าน เป็นการกำหนดให้ผู้อ่านอ่านตามวิธีการที่ตนเองได้วางไว้ตามลำดับขั้นตอน โดยกำหนดวัตถุประสงค์ของการอ่านไว้ในใจเสมอ

4. การประเมินการอ่าน เป็นการตรวจสอบผลจากการอ่าน การวางแผนการอ่านและการกำกับการอ่าน ว่าเป็นไปอย่างถูกต้อง ครบถ้วนหรือไม่ พร้อมทั้งรู้จักแก้ไขและเลือกวิธีการใหม่ที่ถูกต้องต่อไป

2.5.2 กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเมตาคอคนิชันที่มีนักการศึกษาหลายท่านได้ทำการศึกษาและให้แนวทางไว้ จึงมีผู้ที่สนใจศึกษาและพัฒนา เป็นกลวิธีที่มีผู้นำมาใช้ในการพัฒนาเมตาคอคนิชันของผู้เรียน คือ กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งมีพื้นฐานมาจากการเรียนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาในลักษณะต่างๆ ดังนั้น การศึกษาการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ควรมีการศึกษาถึง ความหมายและขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่กลวิธีเมตาคอคนิชันในแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

2.5.2.1 ความหมายและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่ผู้เรียนส่วนใหญ่ต้องพบอยู่เสมอ โดยการที่ผู้เรียนจะประสบความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหา ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องศึกษาถึงความหมายและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ตามที่นักการศึกษาได้อธิบายไว้ ดังนี้

เบลิคอฟ (นิพนธ์ นิลคง. 2541; อ้างอิงจาก Belikov. 1989: 20) ได้กล่าวว่า “โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เป็นโจทย์ปัญหาที่ประกอบด้วยปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ที่มีปริมาณทางฟิสิกส์บางปริมาณที่ทราบค่าและปริมาณที่ไม่ทราบค่า”

ลัมส์เดน (Lumsdaine. 1995: 1-8) ได้ให้ความหมายของการแก้โจทย์ปัญหาว่า “การแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง การค้นพบการจัดการกับวิกฤตการและทำการแยกส่วนวิเคราะห์คำหรือข้อความสำคัญในโจทย์ปัญหา”

นอกจากนี้ เบลิคอฟ ได้เสนอกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เป็นขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ที่อยู่ในโจทย์ปัญหา การตีความและทำความเข้าใจโจทย์ วิเคราะห์ และแปลความ หลังจากนั้นจึงพิจารณาถึงสิ่งที่โจทย์ต้องการ

ขั้นที่ 2 เป็นการเลือกใช้ทฤษฎีและหลักการตามข้อมูลในโจทย์ ด้วยการเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ตามที่โจทย์กำหนดหรือเลือกใช้ความสัมพันธ์ตามนิยาม หลักการและทฤษฎีที่เคยเรียนมา

ขั้นที่ 3 เป็นการใช้ข้อมูลในโจทย์ปัญหาแทนปริมาณในนิยาม หลักการและทฤษฎีทางฟิสิกส์ด้วยการแทนค่าปริมาณต่างๆ ในรูปของตัวแปรตามความสัมพันธ์ที่ได้ในขั้นที่ 2

ขั้นที่ 4 เป็นการคิดคำนวณและวิเคราะห์คำตอบของโจทย์ ด้วยการคิดคำนวณ แก้สมการหาคำตอบและประมาณค่าคำตอบที่ได้

ขั้นที่ 5 เป็นการตอบโดยสรุปคำตอบที่ได้ตามความหมายที่โจทย์ต้องการ

โดยสรุปแล้วกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลในโจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาที่สำคัญภายในขอบเขตจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ และสามารถเลือกปัญหาที่สำคัญได้

2. การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง การเลือกนำทฤษฎี และหลักการที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลในโจทย์ที่กำหนดมาให้

3. การแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง การใช้ข้อมูลในโจทย์ปัญหาแทนค่าลงในปริมาณของนิยาม หลักการ หรือทฤษฎี ที่เป็นตัวแปรให้ถูกต้อง แล้วทำการแก้สมการเพื่อให้ได้คำตอบ

4. การสรุปคำตอบ หมายถึง การจัดการกับผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหาให้ตรงกับความหมายของสิ่งที่โจทย์ต้องการ

2.5.2.2 ขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้เมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหา พบว่า มีผู้เชี่ยวชาญและนักการศึกษาหลายท่านที่ได้มีการสร้างเป็นกลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ ดังนี้

เบเยอร์ (Beyer. 1987: 192-196) ได้สรุปกลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ ดังนี้

1. การวางแผนแก้ปัญหา เป็นการทำความเข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไขในโจทย์ปัญหา เพื่อพิจารณาหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการ โดยการใช้ประสบการณ์เดิมของผู้แก้โจทย์ปัญหา พร้อมทั้งวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ประกอบด้วย

1.1 กำหนดเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการพิจารณาสิ่งที่โจทย์ต้องการข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ และเลือกข้อมูลที่จำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหา

1.2 เลือกวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

1.3 เรียงลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา

1.4 คาดคะเนอุปสรรค หรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

1.5 คาดคะเนวิธีการแก้ไขอุปสรรค หรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้

1.6 ประมาณคำตอบของโจทย์ปัญหา

2. การกำกับการแก้ปัญหา เป็นการควบคุมและตรวจสอบวิธีการหรือขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา

2.1 กำกับเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการตระหนักถึงสิ่งที่โจทย์ต้องการภายในใจอยู่ตลอดเวลา

2.2 กำกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาให้เป็นไปตามการวางแผนอย่างถูกต้อง ได้แก่

2.2.1 รู้แก้ปัญหาในเป้าหมายย่อยได้สำเร็จ

2.2.2 ตัดสินใจไปสู่วิธีการหรือขั้นตอนต่อไป

2.2.3 เลือกวิธีการหรือขั้นตอนต่อไปได้อย่างเหมาะสม

2.2.4 รู้ข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

2.2.5 มีวิธีการแก้ไขข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

3. การประเมินการแก้ปัญหา เป็นการมองย้อนกลับไปที่ขั้นตอนต่างๆ ในการแก้ปัญหา เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

3.1 ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย เป็นการตรวจสอบว่าหลังจากที่ได้แก้โจทย์ปัญหาแล้ว ผู้แก้โจทย์ปัญหาสามารถบรรลุเป้าหมายของการแก้ปัญหานั้นๆ ตามที่ได้วางแผนไว้หรือไม่

3.2 พิจารณาความถูกต้องของคำตอบ เป็นการตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหา

3.3 ประเมินความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ โดยย้อนกลับไปตรวจสอบวิธีการหรือขั้นตอนว่าเป็นไปตามที่ตนเองวางแผนอย่างถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด และปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง

สมบัติ โพธิ์ทอง (2539: 44-45), จรุง ขำพงศ์ (2542: 20) และ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544: 164-166) ได้สรุปขั้นตอนในกลวิธีเมตาคอคนิชัน ตามแนวคิดของ เบเยอร์ (Beyer. 1987) ไว้ 3 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นการวางแผน ประกอบด้วย

1.1 วิเคราะห์เป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา

1.1.1 บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

1.1.2 บอกข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา

1.1.3 บอกคำและข้อความสำคัญในโจทย์ปัญหา

1.1.4 บอกเป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา

1.2 เลือกกลวิธีที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาต่างๆ ดังนี้

1.2.1 กลวิธีเดาและตรวจสอบ (guess and test)

1.2.2 กลวิธีการวาดภาพ (draw a picture)

1.2.3 กลวิธีสร้างตาราง (make a table)

1.2.4 กลวิธีการสร้างรายการ (make a list)

1.2.5 กลวิธีเขียนแผนภาพ (draw a diagram)

1.2.6 กลวิธีใช้การใช้เหตุผล (use reasoning)

1.2.7 กลวิธีค้นหาแบบแผน (look for a pattern)

1.2.8 กลวิธีแก้ปัญหาที่ง่ายขึ้นกว่าเดิม(solve a simple problem)

1.2.9 กลวิธีทำย้อนกลับ (work backward)

1.3 เรียงลำดับขั้นตอนตามกลวิธีที่ได้เลือกไว้

2. ขั้นการกำกับ

2.1 กำหนดเป้าหมายไว้ในใจ

2.2 กำกับวิธีการแก้โจทย์ปัญหาให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่ได้เลือกไว้

3. ขั้นการประเมิน

3.1 ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย

3.2 ตรวจสอบคำตอบที่ได้

3.3 ตรวจสอบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา

3.4 บอกปัญหาและอุปสรรคที่พบในขณะแก้โจทย์ปัญหา

จากกลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ดังกล่าว เมื่อนำมาพิจารณาประกอบการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ จึงควรจะมีการปรับปรุงขั้นตอนต่างๆ ให้เหมาะสม ดังนี้

1. ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ ดังนี้

1.1 ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

1.2 บอกเป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา

1.3 สร้างตัวแทนของปัญหา

1.4 ระบุคำและข้อความสำคัญ

1.5 บอกข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

2. ขั้นการวางแผน ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ ดังนี้

2.1 เลือกนำหลักการจากความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

2.2 เรียงลำดับขั้นตอนตามหลักการหรือกลวิธีที่ได้เลือกไว้

3. ขั้นการกำกับและควบคุม ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ ดังนี้
   3.1 การกำหนดเป้าหมายไว้ในใจ
   3.2 กำกับวิธีการต่างๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่ได้เลือกไว้
4. ขั้นการฝึกให้ผู้เรียนสามารถประเมินการคิดของตนเองได้
   4.1 ตรวจสอบคำตอบ
   4.2 ตรวจสอบการวิเคราะห์ข้อมูล
   4.3 ตรวจสอบการวางแผน
   4.4 ตรวจสอบขั้นตอนในการปฏิบัติ

2.6 การวัดเมตาคอคนิชัน

เมตาคอคนิชัน เป็นกลวิธีการคิดที่เป็นระบบอยู่ในความคิดของมนุษย์ ซึ่งเป็นการยากที่จะวัดโดยการให้ผู้ถูกวัดเขียนออกมาในลักษณะการบรรยาย หรือแสดงวิธีทำ การ์เนอร์ (Garner. 1989: 63-74) กล่าวถึงการศึกษากระบวนการคิด (เมตาคอคนิชัน) และกิจกรรมที่เกี่ยวกับการคิดไว้ว่า ในการตรวจสอบกลวิธีการคิด ต้องใช้การกระตุ้นจากภายนอก ได้แก่ การสัมภาษณ์ และการคิดออกเสียง ซึ่งเป็นวิธีการรายงานโดยใช้ถ้อยคำ

2.6.1 การสัมภาษณ์ เป็นการใช้คำถามเพื่อให้ผู้ตอบพูดทบทวนความคิด (retrospective verbalization) หลังจากที่ได้ทำงานไปแล้ว โดยผู้ถูกสัมภาษณ์อาจไม่ได้เตรียมลำดับความคิดมาล่วงหน้า

2.6.2 กระบวนการคิดออกเสียง เป็นการรายงานความคิดของผู้รายงาน ซึ่งได้ลำดับขั้นตอนในการคิดของตนเองตามความเข้าใจในเรื่องนั้นๆ แล้วถ่ายทอดเป็นคำพูดออกมาทำให้ผู้ฟังสามารถตรวจสอบระบบการคิดได้อย่างดี

กระบวนการคิดออกเสียง เป็นวิธีหนึ่งของการรายงานความคิดด้วยถ้อยคำ ซึ่งจะนำไปสู่การวิเคราะห์ การประมวลผลข้อมูลโดยลักษณะสำคัญของกระบวนการนี้ คือ ผู้แก้ปัญหาสามารถรายงานสิ่งที่อยู่ในความจำระยะสั้นเท่านั้น แบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ

1. รายงานเป็นคำพูดโดยตรง เป็นการรายงานข้อความที่มีรหัสถ้อยคำอยู่ในความจำระยะสั้นแล้ว ผู้แก้ปัญหาจะรายงานออกมาตามที่คิดได้เลย และการรายงานความคิด อาจทำได้ 2 แบบ คือ

1.1 การให้กลุ่มตัวอย่างรายงานความคิดในขณะกำลังทำงาน หรือกำลังแก้ปัญหา โดยมีการบันทึกเสียงการรายงานไว้ แล้วถอดเทปออกมาใส่รหัสข้อความคำพูดที่ได้ จากนั้นจึงนำไปวิเคราะห์

1.2 การให้กลุ่มตัวอย่างรายงานความคิดหลังจากแก้ปัญหาเสร็จแล้ว เป็นการลดการรบกวนสมาธิในการทำงาน ที่อาจเกิดขึ้นในแบบที่ 1 และเป็นการให้ผู้แก้ปัญหาได้รวบรวมความคิดรวบยอดเกี่ยวกับงานที่ทำ หรือปัญหาที่แก้ แต่สิ่งที่ต้องระวังในแบบที่ 2 นี้ คือ การรายงานความคิดที่อาจไม่มีในขณะแก้ปัญหา

2. การใส่รหัสถ้อยคำลงในความจำระยะสั้น ข้อความที่จะรายงานนั้น ยังไม่มีการใส่รหัสไว้ในความจำระยะสั้น ดังนั้น ก่อนการรายงาน ผู้แก้ปัญหาจึงต้องใช้เวลาในการบันทึกข้อมูลเป็นรหัสถ้อยคำลงในความจำระยะสั้นก่อน แล้วจึงรายงานออกมา ดังนั้นจึงต้องใช้เวลาในการรายงานความคิดโดยไม่พูดออกมาได้อย่างรวดเร็ว เหมือนในลักษณะที่ 1 แต่จะใช้ได้กับกระบวนการคิดที่สูงกว่าการคิดโดยทั่วไป

3. การอธิบาย เป็นการรายงานด้วยถ้อยคำ ที่ใช้กระบวนการขั้น สูงขึ้นไปกว่าลักษณะที่ 2 ซึ่งเกิดจากการถามให้ผู้แก้ปัญหาได้อธิบายความคิดของเขา ทำให้ต้องใช้ทั้งความคิดและการสังเคราะห์เพื่ออธิบาย และใช้เวลาในการอธิบายความคิดเพิ่มมากขึ้นด้วย

เมตาคอคนิชัน เป็นเรื่องของการคิดเกี่ยวกับการคิด ดังนั้นในการวัดการคิดแบบเมต้าของบุคคลนั้น จำเป็นต้องอาศัยสิ่งเร้าหรืองานเข้าไปกระตุ้นให้สมองได้ปฏิบัติการคิดเสียก่อน แล้วจึงจะทำการวัดการคิดแบบเมต้าได้ ถ้างานที่ใช้กระตุ้นนั้นเป็นเรื่องของความจำ การคิดแบบเมต้าที่วัดได้ก็จะเป็นการคิดแบบเมต้าในงานด้านความจำ ถ้างานที่ใช้กระตุ้นนั้นเป็นเรื่องของการติดต่อสื่อสาร การคิดแบบเมต้าที่วัดได้ก็จะเป็นการคิดแบบเมต้าในงานด้านการติดต่อ สื่อสาร เป็นต้น (Flavell. 1985: 240, 270) ดังนั้น การเลือกหรือกำหนดงานเข้าไปกระตุ้นสมองให้ปฏิบัติการคิดนั้น จึงมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับเมตาคอคนิชัน และเป็นข้อที่ควรคำนึงถึงในการวัดเมตาคอคนิชันด้วย จากเว็บเพจ “LEARNING TO LEARN” ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการวัดเมตาคอคนิชัน ในปัจจุบันว่าส่วนใหญ่ จะใช้วิธีการรายงานตนเอง ซึ่งประกอบด้วย (Learning to learn. 2010: 8)

1. การรายงานตนเองด้วยคำพูดในขณะปฏิบัติงาน เป็นการให้บุคคลรายงานความคิดของตนเองออกมาโดยการพูดในขณะที่กำลังเกิดความคิดนั้น ซึ่งเป็นช่วงขณะที่กำลังปฏิบัติงานอยู่ วิธีการรายงานตนเองด้วยคำพูดนี้ ได้รับการวิพากษ์ในด้านของการขัดจังหวะกระบวนการคิด บุคคลอาจจะเสียเวลากับการรายงานความคิดของตนเอง และส่งผลให้ความคิดที่จะมุ่งปฏิบัติงานนั้นเกิดสะดุดลงได้ (Gardner; & Alexander. 1989: 147; สมจิตร์ ทรัพย์อัประไมย. 2540: 45-46; อ้างอิงจาก Olshavsky. 1976-1977)

2. การรายงานตนเองด้วยคำพูดภายหลังการปฏิบัติงาน เป็นการให้บุคคลระลึกถึงความคิดของตนเองในขณะปฏิบัติงาน แล้วรายงานออกมาโดยการพูด เมื่อสิ้นสุดการปฏิบัติงานแล้ว ซึ่งบุคคลจะไม่รู้สึกถูกขัดจังหวะในการทำงาน แต่การที่ต้องระลึกย้อนกลับไปว่า ขณะปฏิบัติงานอยู่นั้นๆ อยู่ เขาคิดอะไรบ้าง คิดอะไรก่อน หลัง ต่างๆ เหล่านี้ อาจทำให้ได้ข้อมูลที่เบี่ยงเบนไปจากความจริงบ้าง เนื่องจากบุคคลนั้นอาจเกิดการลืม ทำให้รายงานออกมาน้อยกว่าที่คิดจริง หรือในทางตรงกันข้าม อาจจะรายงานออกมามากเกินกว่าที่คิดจริงในตอนนั้น ทั้งนี้ เพราะพยายามอธิบายเหตุผลประกอบด้วย (Garner; & Alexander. 1989: 147)

3. การรายงานตนเองด้วยการเขียน เป็นการให้บุคคลรายงานความคิดของตนเองโดยการเขียน ด้วยการตอบคำถามภายหลังการปฏิบัติงาน ซึ่งวิธีการนี้มีจุดอ่อนเช่นเดียวกับวิธีที่ 2 และถ้ามีคำตอบเตรียมไว้ให้ด้วยแล้ว บุคคลอาจจะตอบโดยมุ่งที่จะเอาใจผู้ถามหรือทำตามความคาดหวังของสังคมได้ นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดเนื่องจากคำถามที่ตั้งไว้อีกด้วย

4. การรายงานตนเองโดยการประมาณค่า เป็นการให้บุคคลทำการประมาณค่าผลการปฏิบัติงานของตนเองว่าอยู่ในระดับใด ทั้งก่อนและหลังการทำงาน วิธีการนี้เป็นการวัดเพียงบางองค์ประกอบของการคิดอภิมานเท่านั้น

ออสบอร์น (Osborne. 2010: 10-16) รวบรวมงานวิจัยที่มีการใช้แบบวัดเมตาคอคนิชันในลักษณะทั่วๆ ไป จากฐานข้อมูลที่มีชื่อ 2 แห่ง (ERIC and PSYCHINFO database) โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะหาคุณภาพของเครื่องมือวัดเหล่านั้น ตลอดจนความเหมาะสมที่จะนำเครื่องมือวัดดังกล่าวไปใช้ ในการศึกษาครั้งนี้ เขาได้สรุปคำนิยามของการคิดแบบเมตาคอคนิชัน ทั่วๆ ไปว่าหมายถึง องค์ประกอบของการคิดขั้นสูง เช่น การกำกับติดตาม การตรวจสอบความจริง การประสานกันระหว่างการคิดต่างๆ การตระหนักรู้ในความรู้ของตน ความสามารถที่จะเข้าใจ ควบคุม และยักย้ายกระบวนการคิด ซึ่งผลการศึกษาโดยสรุปมีดังนี้

1. แบบวัด เอ็ม.คิว. (Metacognitive Questionnaire : M.Q.) มีลักษณะแบบบังคับให้เลือกตอบ จำนวน 18 ข้อ แบบวัดนี้มีความเชื่อมั่นต่ำ มีหลักฐานแสดงความเที่ยงตรงเพียงเล็กน้อย คุณสมบัติการวัดทางจิตวิทยายังเป็นที่น่าเคลือบแคลงและไม่ได้วัดการคิดแบบเมต้าทั่วๆ ไป ตามที่ออสบอร์น นิยามไว้

2. แบบวัด เอ็ม เอ็ม ซี ไอ (Metacognitive in Multiple Contexts Inventory : MMCI) ที่วัดองค์ประกอบการคิดขั้นสูงตามแนวของสเติร์นเบอร์ก แบบวัดนี้มี 24 ข้อ วัดในหกองค์ประกอบย่อยๆ ซึ่งสอดคล้องกับคำนิยามของออสบอร์นเพียงองค์ประกอบเดียวเท่านั้น แบบวัดนี้ยังขาดความเที่ยงตรง อีกทั้งโครงสร้างขององค์ประกอบที่ทำการวัด ยังคงเป็นที่น่าสงสัย ทั้งนี้เพราะเมื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบแล้ว ได้ผลการวิเคราะห์เป็นเก้าองค์ประกอบ แบบวัดนี้มีค่าความเชื่อมั่นต่ำมาก

3. การทำนายผลการปฏิบัติ (Grade Performance Prediction) เป็นการวัดความสามารถด้านกำกับติดตามผลการปฏิบัติงาน แสดงออกโดยการทำนายเกรดที่คาดว่าจะได้รับในการเรียนหลักสูตรนั้นๆ ถึงแม้จะเป็นวิธีที่ทำได้ง่าย แต่เป็นเรื่องยากที่จะระบุลงไปว่าวิธีการนี้เป็นการวัดการคิดแบบเมต้าแบบทั่วๆ ไป

4. การประเมินแบบพลวัต (Dynamic Assessment of Metacognition) เป็นการวัดองค์ประกอบคิดขั้นสูงตามแนวของเสติร์นเบอร์ก ซึ่งมีความสอดคล้องกับแบบจำลองเพียงองค์ประกอบเดียวเท่านั้น เครื่องมือนี้มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับดี ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาอยู่ในเกณฑ์ต่ำ การอ้างอิงสรุปมีความเป็นไปได้มาก การแปลความหมายต้องทำเป็นรายบุคคล และจัดว่าเป็นเรื่องยากที่จะระบุลงไปว่าวิธีการนี้เป็นการวัดเมตาคอคนิชันแบบทั่วๆ ไป

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

3.1 ความมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์จากภาษาอังกฤษที่ว่า " Science " นั้น มีรากศัพท์มาจากภาษาลาตินว่า "Scientia" ซึ่งหมายความถึง "ความรู้" ฉะนั้น ในสมัยก่อนๆ คำว่า วิทยาศาสตร์จึงมีความหมายถึงความรู้เพียงอย่างเดียว กระบวนการเรียนการสอนที่จัดขึ้นในช่วงก่อนๆ จึงมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้เฉพาะเนื้อหาวิชาให้ได้มากที่สุด เท่าที่จะมากได้ วิธีการถ่ายทอดเนื้อหาของครูที่ง่ายและรวดเร็ว ก็คือ การบรรยาย นักเรียน มีหน้าที่ฟัง จด จำ

ความหมายของวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันนี้ได้มีการกล่าวถึงส่วนที่เป็นตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ

จากพจนานุกรมโคลัมเบีย (The Columbia Encyclopedia. 1963: 1910) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นการรวบรวมความรู้อย่างมีระบบ ความรู้ที่ได้รวบรวมไว้นี้ เป็นความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นนั้นมิได้หมายถึงเฉพาะการรวบรวมข้อเท็จจริงเพียงอย่างเดียว แต่ยังหมายถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย

วูดเบิร์น (Woodburn. 1965: 13) ได้ให้นิยามวิทยาศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติ ความรู้ที่รวบรวมไว้ในวิชาวิทยาศาสตร์จะเป็นการรวบรวมอย่างมีระบบจุดประสงค์ของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะรวมถึงการแสวงหาความรู้ ข้อเท็จจริงต่างๆ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ทบวงมหาวิทยาลัยได้จัดทำชุดการเรียนการสอนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้กล่าวสรุปว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ค้นหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติโดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความหมายว่า ที่เรียกว่าวิทยาศาสตร์นั้นไม่ใช่ความรู้วิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว แต่ยังประกอบด้วยกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้ได้ความรู้นั้นๆ อีกด้วย

ดังนั้น วิทยาศาสตร์ในความหมายปัจจุบันจึงหมายถึงส่วนที่เป็นตัวความรู้ (body of knowledge) ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการตรวจสอบอย่างมีระบบจนเป็นที่เชื่อถือได้ และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (process of scientific inquiry)

3.2 ประเภทของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ก็คือส่วนที่เป็นผลิตผลทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไป ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ดำเนินการค้นคว้า สืบเสาะตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้ ความรู้นั้นก็จะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ซึ่งอาจจะจำแนกออกได้เป็น 6 ประเภท

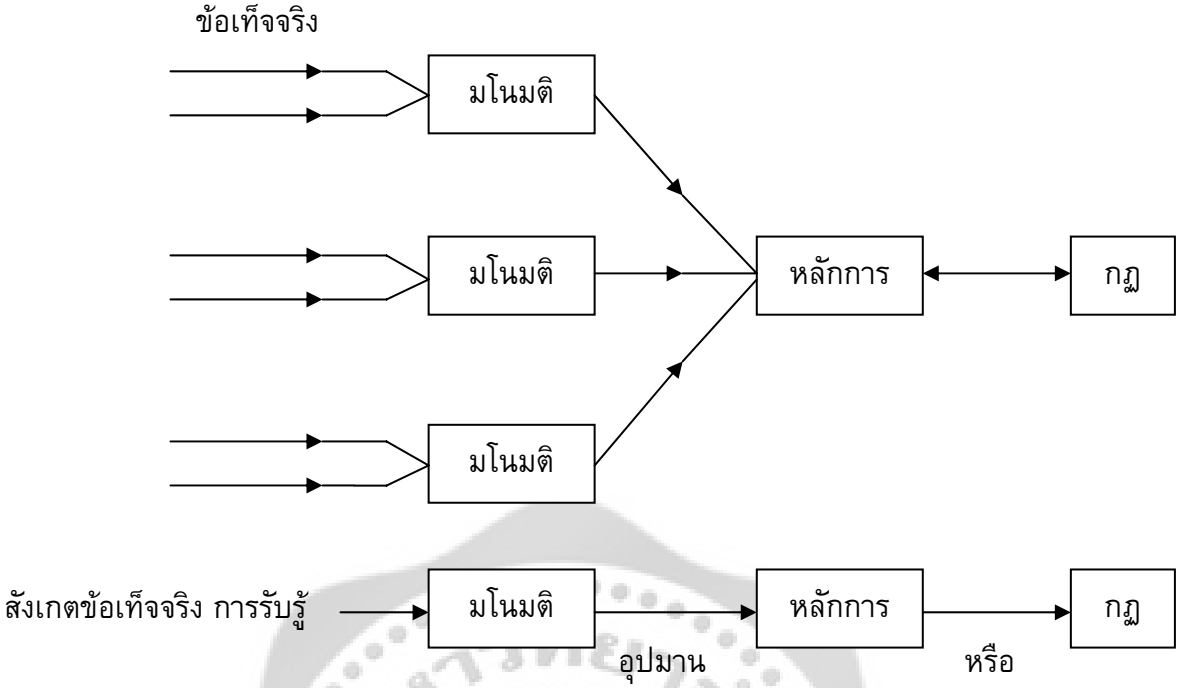
1. ข้อเท็จจริง (fact)
2. มโนมติ (concept)
3. หลักการ (principle)
4. กฎ (law)
5. ทฤษฎี (theory)
6. สมมุติฐาน (hypothesis)

ข้อเท็จจริง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จะถูกจัดให้เป็นประเภทข้อเท็จจริงนั้น ได้แก่ ความรู้ที่ได้จากการสังเกตวัตถุ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ มีทั้งที่สังเกตได้โดยตรงและโดยทางอ้อม กรณีที่สังเกตโดยทางอ้อมอาจจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ในการสังเกตและหลักสำคัญของความรู้ประเภทนี้อย่างหนึ่งก็คือความรู้ที่จะจัดว่าเป็นข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์จะต้องเป็นความจริงเสมอไม่ว่าจะถูกทดสอบกี่ครั้งก็ตามย่อมได้ผลเหมือนเดิม

มโนมติ หมายถึง ความคิดหลัก ของคนเราที่มีต่อวัตถุ เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์นั้นๆ กล่าวคือ เมื่อเราดำเนินการแสวงหาความรู้เกี่ยวกับวัตถุดิบหรือปรากฏการณ์ต่างๆ จะก่อให้เกิดการรับรู้ สามารถแยกแยะความเหมือน ความแตกต่างสรุปรวมลักษณะที่สำคัญๆ มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งนั้นๆ สร้างความเป็นความคิดหลักในรูปที่แสดงถึง ความเข้าใจ ทำให้สามารถนำไปใช้ในการบรรยาย อธิบาย หรือพยากรณ์วัตถุ เหตุการณ์ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องได้สรุปแล้วมโนมติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดหลักของคนที่มีต่อวัตถุเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ มโนมติของแต่ละบุคคลอาจแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และวุฒิภาวะของบุคคลนั้นๆ

หลักการ เป็นกลุ่มของมโนมติที่มีความสัมพันธ์กัน สามารถสรุปเป็นความรู้ที่นำไปใช้เป็นหลักในการอ้างอิงและพยากรณ์เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องได้

กฎ กฎก็คือหลักการนั่นเอง แต่เป็นหลักการที่มีความสัมพันธ์ระหว่าง เหตุกับผล และอาจเขียนสมการแทนได้ กฎส่วนใหญ่มาจากการอุปมานข้อเท็จจริง โดยการนำข้อเท็จจริงทั้งหลายที่เกี่ยวข้องกับการรวมเป็นมโนมติ เป็นหลักการจนถึงการยอมรับเป็นกฎ ดังภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 การอุปมานข้อเท็จจริงไปเป็นหลักการหรือกฎ

ที่มา: สมจิต สวธนไพบูลย์. (2535).

แต่มีบางกฎเช่นกันที่ได้มาโดยการอนุมาน deduction จากทฤษฎี เช่นกฎของบอยล์อนุมานมาจากทฤษฎีโมเลกุล

ทฤษฎี จากความหมายของกฎ เราทราบแล้วว่า กฎก็คือหลักการที่มักจะเน้นในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล ข้อความที่อยู่ในกฎและหลักการนั้น มีจริงอยู่แล้วในธรรมชาติ นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้สร้างขึ้นเอง แต่เป็นเพียงผู้ไปค้นพบเท่านั้น สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเองคือทฤษฎี

ทฤษฎี เป็นข้อความที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นโดยการยอมรับกันทั่วไปในการที่จะใช้อธิบายกฎ หรือ หลักการ และนำไปใช้พยากรณ์ปรากฏการณ์ต่างๆ ที่อยู่ในขอบเขตของทฤษฎีนั้นๆ เพราะลำพังตัวของกฎ หรือหลักการไม่สามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ของตัวเองได้

สมมุติฐาน เป็นข้อความซึ่งนักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อคาดคะเนคำตอบของปัญหาล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง สมมุติฐานใดเป็นที่ยอมรับหรือไม่ขึ้นอยู่กับหลักฐานเหตุผล ที่จะสนับสนุนหรือคัดค้านทางตรงและทางอ้อม

3.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ ภพ เลาหไพบูลย์ (2534: 14-29) และวรรณทิพา รอดแรงค้า (2540), จิต นวลแก้ว (2542: 3-5) สรุปได้ว่าสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science-AAAS) ได้พัฒนาโปรแกรมทางวิทยาศาสตร์ และตั้งชื่อโครงการนี้ว่า วิทยาศาสตร์กับการใช้กระบวนการ (Science : A Process Approach) หรือเรียกชื่อย่อว่าโครงการซาปา (SAPA) โครงการนี้แล้วเสร็จในปี ค.ศ. 1970 ได้กำหนดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะพื้นฐาน (Basic Science Process Skill) 8 ทักษะและทักษะพื้นฐานผสมผสาน (Integrated Science Process) 5 ทักษะ ดังนี้

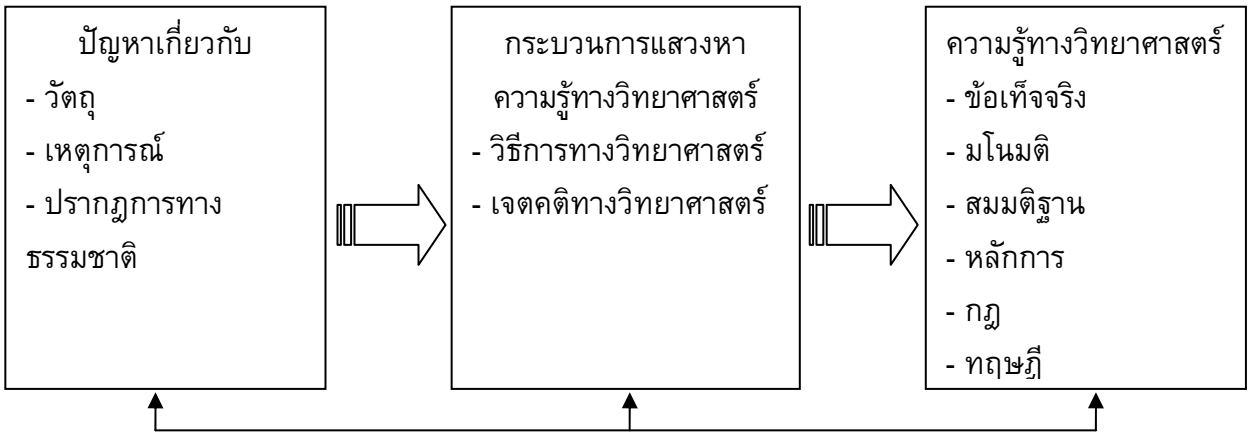
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการคำนวณหรือการใช้ตัวเลข
4. ทักษะการจำแนกประเภท
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
7. ทักษะการลงความคิดเห็นข้อมูล
8. ทักษะการพยากรณ์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการณ์
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
12. ทักษะการทดลอง
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงสรุปข้อมูล

ทักษะดังกล่าวเป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการศึกษาวิทยาศาสตร์จะต้องให้นักเรียนได้ทั้งความรู้และมีทักษะในการแสวงหาความรู้ ซึ่ง สมจิต สวธนไพบูลย์ (อุดมลักษณ์ นกพึ่งพุ่ม. 2545: 59; อ้างอิงจาก สมจิต สวธนไพบูลย์. 2535: 103) ได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้



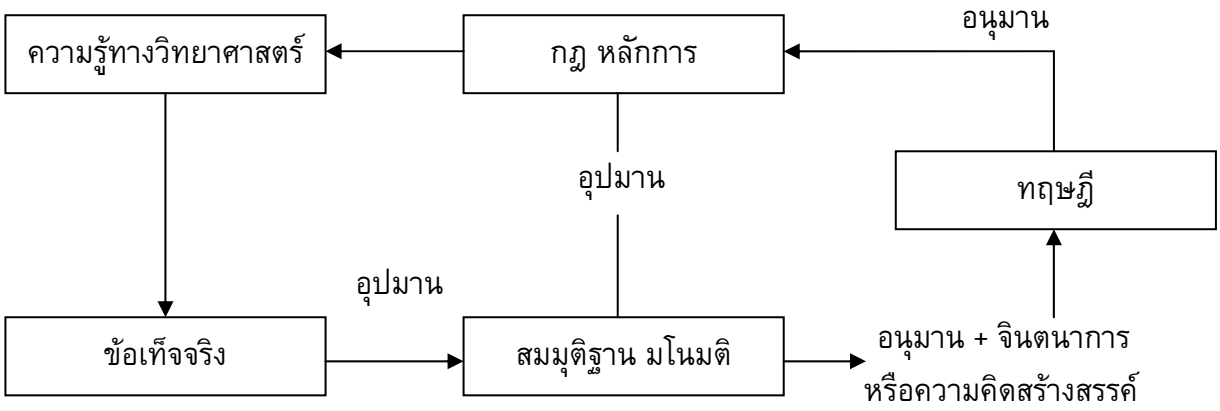
ภาพประกอบ 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ที่มา: สมจิต สวธนไพบูลย์. (2535: 103).

ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้รับเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดผลทั้งสองลักษณะและเพื่อความสะดวกในการประเมินผล ผู้วิจัยได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับเป็นเกณฑ์วัดผลว่านักเรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยหรือลึกซึ้งเพียงใด 4 พฤติกรรม คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ประวิตร ชูศิลป์. 2534: 21-31)

3.4 ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นข้อเท็จจริง มโนมติ สมมุติฐาน หลักการ กฎ ทฤษฎี ทั้ง 6 ประเภทนี้ จะเห็นว่ามีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันเป็นอย่างยิ่งดังที่ได้อธิบายไว้แล้ว ในที่นี้ได้สรุปไว้ในรูปของแผนภูมิดังนี้



ภาพประกอบ 11 ความสัมพันธ์ของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

ที่มา: สมจิต สวธนไพบูลย์. (2535).

3.5 กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดและการกระทำอย่างมีระบบในการค้นหาข้อเท็จจริง หาความรู้ต่างๆ จากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเรา โดยทั่วไปเมื่อเรามีความสนใจหรือต้องการหรือต้องการจะแก้ปัญหาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ก็จะต้องหาทางค้นคว้า เพื่อหาคำตอบมาอธิบายหรือแก้ปัญหานั้นๆ วิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบมีหลายวิธี แต่ที่นิยมกันได้แก่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้ (สมจิต สวธนไพบูลย์. 2535: 101-103)

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

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผลการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะนิสัยของคนนั้นๆ เป็นองค์ ประกอบอีกด้วยคุณลักษณะที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้เรียกว่า เจตคติหรือจิตวิทยาศาสตร์ที่คาดหวังว่าจะได้รับการพัฒนาขึ้นในตัวนักเรียนโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ต่างๆ มีดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546: 216)

1. ความสนใจใฝ่รู้
2. ความซื่อสัตย์
3. ความอดทน มุ่งมั่น
4. การมีน้ำใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็น
5. ความคิดสร้างสรรค์

6. มีความสงสัย และกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ

7. ยอมรับเมื่อมีประจักษ์พยานหรือเหตุผลที่เพียงพอ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษาไว้ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์

2. เพื่อให้เข้าใจ ขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. เพื่อให้มีทักษะกระบวนการคิดและจินตนาการความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต

7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

3.6 การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อวัดความรู้เนื้อหา ผู้ประเมินต้องมีการวางแผนการดำเนินการสร้างที่เป็นระบบ มีความรู้ในเนื้อหา เขียนข้อคำถามที่ตรงประเด็น ตลอดจนสามารถตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบแต่ละข้อได้ ดังที่ อุทุมพร จามรมาน (2540: 27) กล่าวถึงการสร้างข้อสอบที่เป็นระบบไว้ดังนี้

1. การระบุจุดมุ่งหมายในการทดสอบ

2. การระบุเนื้อหาให้ชัดเจน

3. การทำตารางเนื้อหากับจุดมุ่งหมายในการทดสอบ

4. การทำน้ำหนัก

5. การกำหนดเวลาสอบ

6. การกำหนดจำนวนข้อหรือคะแนน

7. การเขียนข้อสอบ

8. การตรวจสอบข้อสอบที่เขียนขึ้น

9. การทดลองใช้ แก้ไข ปรับปรุง

ในการกำหนดจุดประสงค์เพื่อเขียนข้อคำถามวัดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียนนั้น ได้มีนักวิชาการกล่าวไว้ ดังนี้

บลูม (Bloom. 1956: 201) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นของความรู้ใช้ในการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านความรู้ความคิดไว้ 6 ขั้น ดังนี้คือ

1. ความรู้ความจำ หมายถึง การระลึกหรือท่องจำความรู้ต่างๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว โดยตรงในขั้นนี้รวมถึง การระลึกถึงข้อมูล ข้อเท็จจริงต่างๆ ไปจนถึงกฎเกณฑ์ ทฤษฎี จากตำรา ดังนั้นขั้นความรู้ความจำจึงจัดได้ว่าเป็นขั้นต่ำสุด

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถจะจับใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียน หรืออาจแปลความจากตัวเลข การสรุป การย่อความต่างๆ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นที่สูงกว่าการท่องจำตามปกติอีกขั้นหนึ่ง

3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ดังนั้นในขั้นนี้จึงรวมถึงความสามารถในการเอากฎ มโนทัศน์ หลักสำคัญ วิธีการนำไปใช้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่า นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจเนื้อหาอย่างละเอียดดีเสียก่อน จึงจะนำความรู้ไปใช้ได้ดังนั้นจึงจัดอันดับให้สูงกว่าความเข้าใจ

4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะแยกแยะเนื้อหาวิชา ลงไปเป็นองค์ประกอบย่อยๆ เหล่านั้น เพื่อที่จะได้มองเห็นหรือเข้าใจความเกี่ยวโยงต่างๆ ในขั้นนี้จึงรวมถึงการแยกแยะหาส่วนประกอบย่อยๆ หาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยๆ เหล่านั้นตลอดจนหลักสำคัญต่างๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้อง การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าสูงกว่าการนำเอาไปใช้และต้องเข้าใจ ทั้งเนื้อหาและโครงสร้างของบทเรียน

5. การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาส่วนย่อยๆ มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่ การสังเคราะห์จึงเกี่ยวกับการวางแผน การออกแบบการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การแก้ปัญหาที่ยากๆ การเรียนรู้ในระดับนี้ เป็นการเน้นพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ในอันที่จะสร้างแนวคิดหรือแบบแผนใหม่ๆ ขึ้นมา ดังนั้นการสังเคราะห์เป็นสิ่งที่สูงกว่าการวิเคราะห์อีกขั้นหนึ่ง

6. การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นคำพูด นวนิยาย บทกวี หรือรายงานการวิจัย การตัดสินใจดังกล่าว จะต้องวางแผนอยู่บนเกณฑ์ที่แน่นอน เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียนคิดขึ้นมาเอง หรือนำมาจากที่อื่นก็ได้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ ถือว่าเป็นการเรียนรู้ขั้นสูงสุดของความรู้ความจำ

ประวิตร ชูศิลป์ (2534: 21-31) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้รับเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะต้องวัดทั้งสองลักษณะและเพื่อความสะดวกในการประเมินผล จึงได้ทำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับเป็นเกณฑ์วัดความสามารถด้านต่างๆ 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความและแปลความรู้โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไป หรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะกระบวนการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านการคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

จากเอกสารข้างต้นผู้วิจัยได้จำแนกพฤติกรรมในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ ของบทเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การดำเนินชีวิตนั้นมักจะเผชิญกับปัญหา ซึ่งมีความยุ่งยากซับซ้อนต่างๆ กัน ยิ่งในสังคมปัจจุบันความซับซ้อนของปัญหายิ่งมากขึ้นกว่าเดิม การฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการคิดแก้ปัญหาจึงจำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากปัญหามักเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้สิ่งต่างๆ ซึ่งในกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น เริ่มต้นด้วยการสังเกต และระบุปัญหาแล้ว จึงนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน การทดลองและการสรุปผล ดังนั้น บุคคลที่มีทักษะในการคิดแก้ปัญหาก็จะทำให้สามารถหาคำตอบหรือหาหนทางในการแก้ปัญหาได้สำเร็จ สำหรับความหมายของการแก้ปัญหาและการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

กาเย่ (Gagne. 1970: 63) ได้อธิบายความหมายของการแก้ปัญหาว่า ความสามารถในด้านการคิดแก้คิดปัญหาเป็นรูปแบบของการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยความคิดรวบยอดเป็นพื้นฐานการเรียน เป็นการกระทำที่มีจุดมุ่งหมายเป็นการเลือกเป็นการเลือกเอาวิธีการ หรือกระบวนการที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่จุดหมายที่ต้องนั้นโดยอาศัยความรู้แจ้ง หรือความหยั่งเห็น (Insight) ในปัญหาอย่างถ่องแท้เสียก่อนจึงจะเป็นปัญหา

กู๊ด (Good. 1973: 518) ได้แสดงความคิดเห็นว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหาเป็นเรื่องเดียวกัน และได้อธิบายว่า การแก้ปัญหาเป็นแบบแผนหรือวิธีดำเนินการ ซึ่งอยู่ในสภาวะที่มีความยุ่งยากลำบาก หรืออยู่ในสภาพที่พยายามตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้ซึ่งมีความเกี่ยวข้องปัญหา มีการตั้งสมมติฐาน และการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุมมีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง เพื่อหาความสัมพันธ์นั้นว่าจริงหรือไม่

บอร์น เอคสเตรน และโดมิโนสกี (Bourne, Ekstrand; & Dominoski. 1971: 44) ได้กล่าวไว้ว่า การแก้ปัญหาเป็นกิจกรรมที่เป็นทั้งการแสดงความรู้ ความคิด จากประสบการณ์ก่อนๆ และส่วนประกอบของสถานการณ์ที่เป็นปัจจุบัน โดยนำมาจัดเรียงลำดับใหม่เพื่อผลสำเร็จในจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่าง

กิลฟอร์ด (Guilford. 1971: 104) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา (The Structure of Intellect) กับขั้นตอนการคิดแก้ปัญหา ของ ดิวอี้ ได้สรุปว่า ขั้นตอนในการวิเคราะห์ปัญหามีความสามารถทางด้านความรู้ (Cognition) ขั้นในการเสนอวิธีการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการคิดแบบเอกนัยและแบบอเนกนัย (Convergent and Divergent) ส่วนขั้นตอนในการตรวจสอบผลลัพธ์ มีความสัมพันธ์กับความสามารถทางด้านประเมินค่า (Evaluation)

อายร์เซง อูซเบอร์ก และเบิร์น (Eysenck, Wurzburg; & Berne. 1972: 44) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาว่า เป็นกระบวนการที่จำเป็นต้องอาศัยความรู้ในการพิจารณาสังเกตปรากฏการณ์และโครงสร้างของปัญหา รวมทั้งต้องใช้กระบวนการคิดเพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

นอกจากนี้ สมจิต สวธนไพบูลย์ (2527: 8) ได้สรุปว่า ในการดำเนินการแก้ปัญหาจะสำเร็จลุล่วง อย่างมีประสิทธิภาพเพียงไร ขึ้นอยู่กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วินัย คำสุวรรณ (2528: 41) ได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาแล้วสรุปว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับประสบการณ์ การเรียนรู้ การฝึกฝน วิธีการแก้ปัญหา ระดับสติปัญญาและสภาพแวดล้อมทางสังคม

2. ผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูง มีความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง และหลักการในการแก้ปัญหาดี

3. แรงจูงใจที่เกี่ยวกับความชอบในการแก้ปัญหาพฤติกรรมการแก้ปัญหา และสภาพแวดล้อมรอบตัวนักเรียน ส่งผลถึงความสามารถในการแก้ปัญหา

4. นักเรียนชายและหญิง ระดับอายุเท่ากันมีความสามารถในการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน

5. ความสามารถในการแก้ปัญหาพัฒนาขึ้นตามระดับอายุ

6. ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์ กับทักษะวิทยาศาสตร์มูลฐานและผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์

รุ่งชีวา สุขดี (2531: 35) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่จะต้องฝึกฝนอยู่เสมอ และความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายๆ อย่างด้วยกัน คือ

1. ประสบการณ์ของแต่ละบุคคล
2. วุฒิภาวะทางสมองของแต่ละบุคคล
3. สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน
4. กิจกรรมและความสนใจของแต่ละคนที่มีต่อปัญหานั้น
5. ความสามารถในการมองเห็นลักษณะร่วมกันของสิ่งเร้าทั้งหมด

กาญจนา ฉัตรศรีสกุล (2544: 57) สรุปว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาผู้เรียนสามารถพัฒนาได้จากหลายแนวทาง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการสอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ในการคิดแก้ปัญหา อย่างมีหลักการและให้เหตุผลการเรียนการสอน ที่นักเรียนสามารถค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง เช่น การทำแบบฝึกหัดก็เป็นกิจกรรมอีกลักษณะหนึ่ง ที่ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยเหตุผล

อุดมลักษณ์ นกพึ่งพุ่ม (2545: 62) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการคิดแก้ปัญหาที่พบเพื่อให้บรรลุจุดหมายตามที่ต้องการ

สุวิทย์ มูลคำ (2547: 15) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาว่า “การคิดแก้ปัญหา” หมายถึง ความสามารถทางสมองในการจัดสภาวะความไม่สมดุลที่เกิดขึ้น โดยพยายามปรับตัวเองและสิ่งแวดล้อมให้ผสมกลมกลืนกลับเข้าสู่สภาวะสมดุล หรือสภาวะที่เราคาดหวัง

ชุติมา ทองสุข (2547: 27) ได้สรุปไว้ว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาว่า หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา ที่ต้องอาศัยการเรียนรู้จากประสบการณ์เดิมมาแก้ปัญหาที่เป็นประสบการณ์ใหม่ ยิ่งปัญหาสลับซับซ้อนยิ่งต้องอาศัยการคิดมาก โดยมีการคิดแก้ปัญหาที่เป็นระบบ หรือแบบแผนวิธีการที่จะทำให้เกิดการคิดแก้ปัญหาบรรลุผล

สรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการใช้ความรู้ประสบการณ์เดิมความคิดของผู้เรียนแก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ต่างๆ ได้ การคิดแก้ปัญหาเป็นกระบวนการ หรือทักษะที่มีความสำคัญต่อมนุษย์ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตและยังเป็นพื้นฐานของการคิดทั้งมวล ดังนั้น การสอนการคิดแก้ปัญหาจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำ เพื่อเตรียมเด็กและเยาวชนให้มีทักษะการคิดที่จำเป็นในการใช้ชีวิตอยู่ภายในสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.2 การเรียนการสอนกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้น จะแตกต่างกันออกไปเพราะคนเราจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีหรือไม่นั้น ก็ขึ้นอยู่กับว่า บุคคลนั้น จะมีระดับสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ ตลอดจนได้รับการจูงใจดีหรือไม่เพียงใด ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และเราจะเห็นว่า วิธีการแก้ปัญหานั้นก็ไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัวเสมอไป ดังนั้นการเรียนการสอนจึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาปัจจัยต่างๆ อันที่จะส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนดีขึ้นได้ ดังเช่น

แกรเออร์ (Gaier. 1953: 138-141) กล่าวว่า ในการแก้ปัญหานั้น จำเป็นต้องอาศัยข้อเท็จจริง แต่ข้อเท็จจริงเพียงอย่างเดียว ไม่เป็นการเพียงพอในการแก้ปัญหา จำเป็นต้องรู้จักสังเกต พิจารณาคัดเลือกแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา การสอนที่บอกแนวทางและข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหานั้น ไม่สามารถช่วยให้ผู้เรียนแก้ปัญหาได้ ครูควรฝึกให้นักเรียนสังเกต และหาแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

เดรสเซล (Dressel. 1955: 418-420) และ แครอล (Caroll. 1964: 76) ได้อธิบายว่า การคิดแก้ปัญหาเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาทุกสาขา การแก้ปัญหาเป็นส่วนหนึ่งที่มีอิทธิพล ในระหว่างหลักสูตรต่างๆ การแก้ปัญหาเป็นส่วนที่สำคัญ และจำเป็นสำหรับการศึกษาในโรงเรียนทั่วๆ ไป การคิดแก้ปัญหาต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอ มิใช่คิดแก้ปัญหาเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาการเรียนได้ย่อมคิดแก้ปัญหาอื่นๆ ได้เช่นกัน ครูควรมีวิธีการฝึกนักเรียนให้มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

เบเกอร์ (Baker. 1960: 130-155) เห็นด้วยกับโกสตีนท์ที่ว่า ครูควรสอนให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยการปรับปรุงเทคนิคในการสังเกต การอภิปรายการวางแผนงาน และพยายามส่งเสริมให้เด็กมีประสบการณ์เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา

มังกร ทองสุขดี (2522: 5-10) กล่าวถึง กิจกรรมที่ครูควรทำ ดังนี้

1. ฝึกให้เด็กทำงานอยู่เสมอ (The Persistency Process) วิธีการแบบนี้เป็นวิธีการที่ใช้กันมานาน เป็นวิธีการที่มีประโยชน์อยู่เสมอ การทำงานช่วยให้เรามีประสบการณ์เพิ่มขึ้นย่อมจะช่วยให้เรามีหนทางในการแก้ปัญหามากขึ้น ในการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ครูและนักเรียนจะต้องเผชิญปัญหาอยู่ตลอดเวลา

2. ฝึกให้เด็กมีการทดสอบอยู่เสมอ (The Testimonial Process) บางครั้งครูอาจกำหนดปัญหาให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบ โดยแนะให้นักเรียนกระทำกิจกรรมบางอย่าง หรือการแสดงการสาธิตเพื่อให้นักเรียนหาคำตอบให้ได้ นักเรียนที่มีโอกาสฝึกการแก้ปัญหาอยู่เสมอนั้นอาจจะหาแนวทางต่างๆ ช่วยได้เป็นอย่างดีการสอนเนื้อหาวิชาบางครั้ง ครูไม่อาจทำการทดลองได้ เช่น การวัดระยะทางจากโลกกับดวงดาวในท้องฟ้า ก็ให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยการทดสอบค้นคว้าจากแหล่งวิชาการต่างๆ

3. ฝึกให้เป็นผู้มีเหตุผลแก่ตนเอง (The Innate Process) การฝึกแบบนี้เป็นการฝึกให้ผู้เรียนเป็นผู้มีความเชื่อมั่นในตนเอง บางครั้งอาจจะเป็นการเชื่อแบบมีลางสังหรณ์ (Intuition) ซึ่งเป็นสัญชาติญาณของคน มีผลงานของนักวิทยาศาสตร์หลายอย่างที่เกิดจากลางสังหรณ์ เช่น Schwab ได้ค้นพบจุดดับในดวงอาทิตย์

4. ให้รู้จักการวิจารณ์ (Critical thinking) จอร์น ดิวอี้ นักการศึกษาผู้มีชื่อเสียงได้กำหนดวิธีการแก้ปัญหาโดยการวิเคราะห์ วิจารณ์ปัญหานั้นออกเป็นข้อๆ ดังนี้

4.1 การกำหนดปัญหา

4.2 รวบรวมข้อเท็จจริง

4.3 ตั้งสมมติฐาน

4.4 ทดสอบสมมติฐาน

4.5 ประเมินผล

การแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ได้รับความนิยมมาก เพราะช่วยให้เราแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง สามารถนำไปใช้ได้กับทุกสาขาวิชา บางทีเรียกวิธีการนี้ว่า การแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific Method) หรือวิธีการใช้ปัญญา (The Method of Intelligence) วิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ ครูควรจะฝึกให้นักเรียนใช้อยู่เสมอ เพราะสามารถจะนำไปใช้ในอนาคตอีกด้วย นอกจากนี้ ครูควรจะได้แนะนำหรือหาหนทางช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดหรือกระทำในเรื่องนี้ด้วย

1. ฝึกให้รู้จักวิเคราะห์ – สังเคราะห์

2. ฝึกให้รู้จักออกความคิดเห็น (Suggestion)

การฝึก หรือกระตุ้นยั่วยุให้นักเรียนรู้จักแสดงความคิดเห็นอยู่เสมอนั้น จะเป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดของตนเอง เพราะการคิดจะช่วยให้การเรียนของนักเรียนดีขึ้นดีกว่าการจะฝึกให้นักเรียนใช้แต่ความจำอย่างเดียว ครูจะต้องคอยช่วยเหลือนักเรียนอยู่เสมอเพราะนักเรียนอาจจะออกความเห็นในสิ่งที่ไม่ถูกต้องมากนักก็ได้

นอกจากนี้ ทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 232-234) ยังได้กล่าวว่า ขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นอาจแจกแจงได้มากกว่าหรือน้อยกว่า 4 ขั้น ก็ได้ แล้วแต่ความละเอียดในการแบ่งและทบวงมหาวิทยาลัยก็ได้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. การระบุปัญหา สิ่งสำคัญในขั้นนี้ก็คือ ความสนใจที่มีต่อสิ่งที่พบเห็น ซึ่งเกิดเนื่องจากความอยากรู้อยากเห็น และทักษะและทักษะในการสังเกต

2. การตั้งสมมติฐาน เป็นการคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ ซึ่งในทางวิทยาศาสตร์เรียกว่า สมมติฐาน

3. การทดลอง เป็นการกำหนดวิธีการแก้ปัญหา โดยอาศัยทักษะในการควบคุมตัวแปร การสังเกต และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4. การสรุปผลการทดลอง เป็นการแปรความ อธิบายความหมายของข้อมูล เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้กับสมมติฐานที่ตั้งไว้

นักจิตวิทยากลุ่ม Cognitive – Field มีความเห็นในการสอนให้แก้ปัญหาว่า การใช้วิธีการสืบเสาะ หาความรู้ จะช่วยให้เด็กมีประสบการณ์ในการเก็บข้อมูล สำรวจ ทดลอง เป็นแรงกระตุ้นให้เกิดการแสวง หาความรู้ต่อไป และการสอนเพื่อให้เด็กเกิดการแก้ปัญหานั้น (พรรณี ชูทัย. 2528: 219) ได้เสนอไว้ ดังนี้

1. ขั้นแรกสอน (Verbal Association Concepts) และ (Principles) ซึ่งถือว่า เป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับแสวงหาความรู้ต่อไป การที่ครูจะสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้นั้น ควรใช้กับเด็กระดับ ป.5 ให้เด็กอยู่ในขั้นที่สามารถคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ (Formal Operations) หรือ (Symbolic Representation) ถ้าใช้กับชั้นเด็กๆไม่สู้จะเหมาะนัก เพราะการใช้ภาษาของเด็กยังไม่กว้างขวาง ถ้าหากจะใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้กับชั้นเด็กๆ ก็ต้องใช้ความพยายาม

2. สร้างบรรยากาศที่จะช่วยกระตุ้นให้เด็กเกิดความรู้สึกเป็นอิสระที่จะซักถาม บรรยากาศจะต้องไม่เข้มงวดตึงเครียด ถ้าเด็กเกิดความรู้สึกกลัว ถ้าทำผิดหรือถูกหัวเราะเยาะเด็กจะไม่กล้าซักถาม ซึ่งจะไม่ก่อให้เกิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

3. กระตุ้นให้เด็กแสดงความคิดเห็น และให้อิสระในการบรรยายเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ต่อชั้นเรียนที่พร้อมจะเข้าใจและรับฟัง

4. กระตุ้นให้เด็กมีการเดา วิเคราะห์คำตอบ ซึ่งมีผลดีกว่าการที่ครูจะเป็นผู้วิเคราะห์คำตอบเองทุกครั้ง

5. สอนเทคนิคในการแก้ปัญหาหรือการใช้การสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

5.1 ขั้นเตรียม ครูเป็นผู้เสนอปัญหาหรือกระตุ้นให้นักเรียนตั้งปัญหาด้วยตนเอง หรืออาจให้ตั้งสมมติฐานและให้ทดสอบ

5.2 ขั้นสำรวจ กระตุ้นและช่วยให้นักเรียนหาข้อมูล ซึ่งเกี่ยวข้องกับปัญหาครูอาจช่วยได้ด้วยการสอนให้ใช้หนังสืออ้างอิง การใช้ห้องสมุด หรือการใช้คำถามกระตุ้น ดังเช่น ของ Bruner ขั้นนี้ เป็นขึ้นที่ครูเปิดโอกาสให้เด็กคิดหาคำตอบอย่างอิสระ หาทางแก้ปัญหาด้วยตนเอง

5.3 ขั้นของการแก้ปัญหา เมื่อเด็กคิดหาคำตอบได้ กระตุ้นให้เด็กเรียนวิธีที่ตนเองแก้ปัญหาได้ บางครั้งคำตอบนั้นๆ เป็นเรื่องจริงที่ไม่ต้องมีการทดสอบ ครูก็ให้เด็กหยุดอยู่เพียงขั้นที่ 3 นี้ แต่บางครั้งบางเรื่องอาจจะต้องมีการทดสอบเพื่อยืนยันผลที่ได้ให้ครูใช้วิธีต่อไปนี้ คือ การทดสอบ

5.4 ขั้นทดสอบ โดยการกระตุ้นให้นักเรียนติดตามผลนอกห้องเรียนว่า จะสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้หรือไม่ ถ้านำไปแสดงว่า เกิดถ่ายโยงความรู้ ซึ่งเป็นเป้าหมายที่สำคัญของการสอนให้แก้ปัญหานั้น ก็คือ สามารถนำความรู้ที่เรียนมาไปใช้ได้จริง

6. ในการสอนให้เด็กรู้จักการแก้ปัญหานั้นให้คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ดังนั้น ในการฝึกให้ใช้การสืบเสาะหาความรู้ จะต้องคำนึงถึงเรื่องนี้ให้มาก มิใช่ว่าจะใช้ได้กับเด็กทุกคน

สุวิทย์ มูลคำ (2547: 20) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนนั้นจะแตกต่างกัน นักเรียนแต่ละคนจะมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้ดี หรือไม่ขึ้นอยู่กับความรู้ประสบการณ์ สติปัญญา ตลอดจนการได้รับแรงจูงใจดี หรือไม่เพียงใด ซึ่งปัญหาดังกล่าวจะส่งผลต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทั้งสิ้น สำหรับวิธีการแก้ปัญหานั้นอาจจะไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัวเสมอ ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ จึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาปัจจัยต่างๆ อันจะส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหา หรือคิดแก้ปัญหาของนักเรียนดีขึ้น ดังที่ สายหยุด สมประสงค์ (2523) และ สมจิต สวธนไพบูลย์ (2541: 91-92) กล่าวไว้ว่า การที่เด็กสามารถแก้ปัญหาได้นั้นผู้สอนต้องจัดสภาพการณ์ภายนอก เพื่อยั่วยุให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการเหล่านั้นแก้ปัญหา เช่น

1. จัดสถานการณ์ใหม่ๆ ที่มีวิธีการแก้ปัญหา ได้หลากหลายวิธี เพื่อให้นักเรียนฝึกฝนในการคิดหาวิธีการการแก้ปัญหา

2. ปัญหาที่ผู้สอนนำมาใช้ฝึกฝนนั้นนอกจากจะเป็นปัญหาแปลกใหม่ที่นักเรียนไม่เคยประสบมาก่อนแล้ว ก็ควรเป็นปัญหาที่ไม่พ้นวิสัยของนักเรียนที่จะแสดงความสามารถการคิดแก้ปัญหาได้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ปัญหานั้นต้องอยู่ในกรอบของทักษะทางเชาว์ปัญญาของนักเรียน

3. การฝึกแก้ปัญหา ผู้สอนควรจะแนะนำให้นักเรียนได้รู้และเข้าใจปัญหาได้ถ่องแท้เสียก่อนว่า เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับอะไร และถ้าเป็นปัญหาใหญ่ ก็ควรแตกออกเป็นปัญหาย่อยๆ แล้วคิดแก้ปัญหาย่อยแต่ละปัญหา

4. จัดบรรยากาศการเรียนการสอน หรือสิ่งแวดล้อมที่เป็นสภาวะภายนอกของนักเรียนที่เป็นไปในทางที่เปลี่ยนแปลงได้ไม่ตายตัว นักเรียนจะเกิดความรู้สึกว่าเขาสามารถคิดค้นเปลี่ยนแปลงอะไรได้บ้างในบทบาทต่างๆ

5. ให้โอกาสให้นักเรียนได้คิดอยู่เสมอ โดยผู้สอนไม่ควรบอกวิธีการแก้ปัญหาตรงๆ แก่นักเรียน ดังนั้น ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกฝนการคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่างๆ ที่หลากหลายด้วยกิจกรรมหรือกลยุทธ์ที่เหมาะสม และควรสอดแทรกอยู่ในทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ การฝึกหรือกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักแสดงความคิดเห็นอยู่เสมอนั้น จะช่วยให้นักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเอง เพราะการคิดจะช่วยให้การเรียนรู้ของนักเรียนดีขึ้นกว่าการให้นักเรียนใช้ความจำเพียงอย่างเดียว

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551: 106) กล่าวว่า การสอนทักษะการคิดแก้ปัญหาจะต้องกำหนดสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้เด็กได้ฝึกฝนเพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญๆ ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง และควรเป็นสถานการณ์ที่จำเป็นต่อการรู้จักคิดแก้ปัญหาได้ดีสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีทักษะในการคิดแก้ปัญหานั้น ควรจัดบรรยากาศ หรือสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการคิดค้นเปลี่ยนแปลงได้ง่าย การจัดกิจกรรมที่หลากหลายสถานการณ์แปลกใหม่ และส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติอย่างเป็นระบบด้วยตนเอง

4.3 ขั้นตอนการคิดแก้ปัญหา

จากความสำคัญของการแก้ปัญหา จึงมีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ให้ความสนใจและเสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้หลายๆ แนวคิดด้วยกัน เช่น

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967: 313) กล่าวว่า ความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาเป็นผลที่เกิดจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมิติทั้งสามในโครงสร้างทางสติปัญญา สำหรับ กิลฟอร์ด (Guilford. 1971: 130) ได้กำหนดลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ 5 ขั้น คือ

1. ขั้นการเตรียมการ (Preparation) หมายถึง การตั้งปัญหาหรือค้นพบปัญหาว่าปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้นๆ คืออะไร

2. ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) หมายถึง การพิจารณาดูว่าสิ่งใดที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหา หรือสิ่งใดที่ไม่ใช่สาเหตุสำคัญของปัญหา

3. ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาซึ่งตรงกับสาเหตุของปัญหาแล้วแสดงออกมาในรูปของวิธีการแก้ปัญหา

4. ขั้นตรวจสอบผล (Verification) หมายถึง การเสนอเกณฑ์เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ยังไม่ใช้ผลที่ถูกต้อง ก็ต้องมีวิธีการเสนอวิธีแก้ปัญหาใหม่จนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

5. ขั้นในการนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสต่อไปเมื่อพบเหตุการณ์ที่เป็นปัญหาที่คล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยพบมาแล้ว

การมองความสามารถด้านการคิดแก้แก้ปัญหาในลักษณะเป็นขั้นตอนของการคิดนับว่า มีประโยชน์ต่อการคิดแก้ปัญหา ซึ่ง กิลฟอร์ด (Guilford. 1971: 104) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา (The Structure of Intellect) กับขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาของ ดิวอี้ ได้สรุปว่า ขั้นตอนในการวิเคราะห์ปัญหา มีความสัมพันธ์กับความสามารถทางด้านความรู้ (Cognition) ขั้นตอนในการเสนอวิธีการแก้ปัญหา มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการคิดแบบเอกนัยและอเนกนัย (Convergent and Divergent Thinking) ส่วนขั้นตอนในการตรวจสอบผลลัพธ์มีความสัมพันธ์กับความสามารถทางด้านการประเมินค่า (Evaluation)

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2527: 8) ได้เสนอว่า การแก้ปัญหามีวิธีการที่ใช้ในการค้นหาคำตอบมากมายหลายวิธี เช่น การลองผิด-ลองถูก วิธีคิดกลับไปกลับมา แต่ที่นิยมนำมาใช้ ในการฝึกฝนนักเรียนให้เป็นคนช่างเสาะแสวงหาความรู้เยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีลำดับขั้นตอนใหญ่ๆ ด้วยกัน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา
ขั้นที่ 2 ขั้นตั้งสมมติฐาน
ขั้นที่ 3 ขั้นพิสูจน์หรือการทดลอง
ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกฝนและนำไปใช้

ดิวอี้ (กิ่งฟ้า สินธุวงษ์; และคนอื่นๆ. 2529: 5-6; อ้างอิงจาก Dewey. 1971: 139) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เรียกว่า Dewey's Problem Solution มีขั้นตอนต่อไปนี้

1. การรับรู้และการเข้าใจปัญหา เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น คนส่วนใหญ่จะต้องพบกับความตึงเครียด ความสงสัย และความยากลำบากที่จะต้องพยายามแก้ไขปัญหานั้นให้หมดไปในขั้นต้นผู้พบเห็นปัญหาจะต้องรับรู้และเข้าใจในปัญหานั้นก่อน

2. การระบุปัญหาและแจกแจงลักษณะของปัญหา ปัญหาที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะแตกต่างกันมีระดับความยากง่ายที่จะแก้ไขได้ต่างกันจึงต้องพิจารณาสิ่งต่อไปนี้

2.1 มีตัวแปรต้นเหตุหรือองค์ประกอบอะไรบ้าง

2.2 มีอะไรบ้างที่จะต้องทำการแก้ปัญหา

2.3 ต้องขจัดการมองปัญหาในวงกว้างออกไป โดยให้มองเฉพาะสิ่งที่เกิดขึ้นเพื่อที่จะแก้ปัญหาไปทีละตอน

2.4 ต้องรู้จักถามคำถามที่จะเป็นกุญแจนำไปสู่การแก้ปัญหา

2.5 พยายามดูเฉพาะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจริงๆ บางครั้งอาจมีสิ่งที่เรามองไม่เห็นชัดที่เป็นตัวก่อปัญหา ถ้าขจัดสิ่งนั้นได้ก็จะแก้ปัญหาได้

3. การรวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาเพื่อการตั้งสมมติฐาน

3.1 จะมีวิธีการหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหานั้นว่าอย่างไร ใครจะเป็นผู้ให้ข้อมูลเหล่านั้น

3.2 สร้างสมมติฐานหรือคำถามที่อาจเป็นไปได้เพื่อช่วยแก้ปัญหา

4. การเลือกวิธีแก้ปัญหา หลังจากที่ได้นำความคิดว่าจะแก้ปัญหาได้อย่างไร แล้วก็ลองพิจารณาดูว่า จะใช้วิธีใดบ้าง

5. การทดลองนำเอาวิธีการแก้ปัญหามาใช้

กรมวิชาการ (2545: 221 – 223) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา

2. วางแผนแก้ปัญหา

3. ดำเนินการแก้ปัญหาและประเมินผล

4. ตรวจสอบการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหา เป็นกระบวนการที่มีหลักการและขั้นตอนอย่างมีระบบระเบียบและต้องใช้ความคิดอย่างซับซ้อน เพื่อมองปัญหาได้หลายแง่มุม หลายวิธีการ แล้วเลือกวิธีที่ดีที่สุด ที่ทุกคนยอมรับไปใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้ผลที่เกิดขึ้นมีประสิทธิภาพอย่างแท้จริง ซึ่งหลักการและขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้น มีมากมาย และมีลักษณะขั้นตอนแตกต่างกันออกไป ได้แก่ ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คือ

1. ขั้นรู้จักปัญหา เป็นขั้นที่บุคคลรับรู้สิ่งเร้าที่ตนกำลังเผชิญอยู่ว่าเป็นปัญหา

2. ขั้นแสวงหาเค้าเงื่อน เป็นขั้นที่บุคคลใช้ความพยายามอย่างมากในการระลึกถึงประสบการณ์เดิม

3. ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง ก่อนที่จะตอบสนองในลักษณะของการจัดประเภทหรือแยกโครงสร้างของเนื้อหา

4. การตัดสินใจตอบสนองที่สอดคล้องกับปัญหา

จากแนวคิดในการแก้ปัญหาและขั้นตอนในการแก้ปัญหาดังกล่าวพบว่า การแก้ปัญหาที่ดีนั้นจะต้องเป็นขั้นตอน มีระบบแบบแผน ซึ่งเป็นระบบแบบแผนที่สอดคล้องกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ อาจมีการแจกแจงขั้นตอนที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความละเอียดในการแบ่งขั้นตอนนั้นๆ ซึ่ง กู๊ด (Good. 1973: 486) ได้ให้ความเห็นว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ก็คือ การแก้ปัญหานั่นเอง และการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ถือว่า เป็นเครื่องมือสำคัญในการแก้ปัญหา ที่สมบูรณ์ที่สุด เพราะเป็นวิธีที่มีกระบวนการหาคำตอบหรือหาความรู้ที่มีขั้นตอนต่อเนื่อง มีระบบแบบแผน มีการใช้เหตุผลขั้นสูง (พจนา ทรัพย์สมาน) โดยสรุปขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีอยู่ 4 ขั้นตอน ดังที่ เวียร์ (Weir. 1974: 17) ได้สรุปไว้ ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา (Statement of the Problem)

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Defining the Problem or Distinguishing Essential Features)

3. ขั้นสอนวิธีการแก้ปัญหา (Searching for and Formulating a Hypothesis)

4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ (Verifying the Solution)

สแตนิช (Eberle; & Stanish. 1996: 9) ได้เสนอว่า ในการคิดแก้ปัญหาจะมีทักษะและมีการฝึกเป็นขั้นตอน 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตระหนักรู้ปัญหา (Sensing Problems and Challenges) หมายถึง ความสามารถในการคิดเพื่อกำหนดสิ่งที่เป็นสาเหตุหรือปมของปัญหาภายในสถานการณ์ที่กำหนดให้

2. ขั้นรวบรวมข้อมูลหรือการค้นหาสาเหตุของปัญหา (Data Finding หรือ Fact Finding) หมายถึง ความสามารถในการเก็บรวบรวมข้อมูล หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา

3. ขั้นการกำหนดหรือการระบุปัญหา (Problem Finding) หมายถึง ความสามารถในการคิด วิเคราะห์ คาดคะเน ระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องและปัญหาที่แท้จริง หรือสำคัญที่สุดได้

4. ขั้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา (Idea Finding) หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นหาวิธีการแก้ปัญหาหรือเสนอข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

5. ขั้นค้นหาข้อสรุปและเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Solution Finding) หมายถึงความสามารถในการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปในการตัดสินใจเลือกว่าวิธีการใดเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

6. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา (Acceptance Finding) หมายถึง ความสามารถในการนำวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกไว้ไปใช้ในการแก้ปัญหาโดยมีการวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นพร้อมนำเสนอแผนการดำเนินงานแก้ปัญหา

บลูม (มนัสนันท์ สระทองเทียน. 2548: 29; อ้างอิงจาก Bloom. 1956: 122) ได้เสนอขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 เมื่อผู้เรียนพบปัญหา ผู้เรียนจะคิดค้นหาสิ่งที่เคยพบเห็นและเกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 2 ผู้เรียนจะใช้ผลจากขั้นที่มาสร้างรูปแบบของปัญหาขึ้นมาใหม่

ขั้นที่ 3 จำแนกแยกแยะปัญหา

ขั้นที่ 4 เลือกการใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา

ขั้นที่ 5 การใช้ข้อสรุปของวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

นอกจากนี้ บลูม (Bloom. 1956: 122) ได้อธิบายเพิ่มเติมว่า ความสามารถทางสมองที่นำมาใช้ในการคิดแก้ปัญหาในขั้นที่ 1 ถึง ขั้นที่ 4 เป็นส่วนหนึ่งของการนำไปใช้ (Application) ขั้นที่ 5 และขั้นที่ 6 เป็นส่วนของความเข้าใจ (Comprehension) ส่วนความรู้ – ความจำ (Knowledge) นับว่า เป็นพื้นฐานที่จำเป็นต่อการคิดแก้ปัญหา สำหรับความสามารถในการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถของสมองอีกอย่างหนึ่งที่นำมาใช้ในขบวนการคิดแก้ปัญหาในขั้นที่ 3

เวียร์ (Weir. 1974: 17) ได้สรุปขั้นตอนในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์มีอยู่ 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นระบุปัญหา (Statement of the Problem)

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Defining the Problem or Distinguishing Essential Features)

3. ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา (Searching for and Formulating a Hypothesis)

4. ขั้นตรวจสอบวิธีการ (Verifying the Solution)

จากแนวคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับหลักการและขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว จะพบว่า การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีระบบแบบแผน มีเหตุผล มีขั้นตอนที่เหมาะสม ต้องใช้ความคิดอย่างซับซ้อน รวมทั้งสติปัญญา สมรรถภาพทางสมองประสบการณ์และความถนัด เพื่อที่จะหาวิธีการแก้ปัญหาตามสาเหตุและสามารถวิเคราะห์ผลที่จะเกิดจากการใช้วิธีการแก้ปัญหานั้นได้

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แนวขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการของ เวียร์ (Weir. 1974: 17) ซึ่งได้นำขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เพราะมีขั้นตอนที่ชัดเจนและเหมาะสมกับผู้เรียน

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

งานวิจัยในประเทศ

ทิวาวรรณ จิตตะภาค (2548: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยทำการศึกษากับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 (ปวช. 2) โรงเรียนไทยบริหารธุรกิจและพณิชยการ เขตบางเขน กรุงเทพฯ สังกัดสำนักงานการศึกษาเอกชน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

สายใจ จำปาหวาย (2549: 107) ได้พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีประสิทธิภาพ 81.63/79.44 มีดัชนีประสิทธิผลในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีดัชนีประสิทธิผลของแผนการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีค่าเท่ากับ 0.7104 หรือมีคะแนนเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 71.04

พิทักษ์ สวนดี (2550: 105-106) ได้พัฒนาแผนการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและและเทคโนโลยี เรื่อง อินเทอร์เนตและการสร้างเว็บเพจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบซิปปา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.62/82.06 สูงกว่าเกณฑ์ที่คาดหวังไว้ คือ 80/80 และการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.08/82.01 สูงกว่าเกณฑ์ที่คาดหวังไว้ คือ เกณฑ์ 80/80 มีค่าดัชนีประสิทธิผล ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบซิปปามีค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการเรียนรู้ เท่ากับ 0.6489 หรือคิดเป็นร้อยละ 64.89 แสดงว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนคิดเป็นร้อยละ 64.89 และค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการเรียนรู้ ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการเรียนรู้เท่ากับ 0.7141 หรือคิดเป็นร้อยละ 71.41 แสดงว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนคิดเป็นร้อยละ 71.41

รัชนีวรรณ สุขเสนา (2550: 127) ได้พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง บทประยุกต์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และการเรียนรู้ตามคู่มือครู มีประสิทธิภาพ 80.60/82.10 และ 80.06/77.82 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดดัชนีประสิทธิผลในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องบทประยุกต์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือครู มีค่าเท่ากับ 0.6211 และ 0.5384 แสดงว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนร้อยละ 62.11 และ ร้อยละ 53.84

เฉลิมพล ตามเมืองปัก (2551: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ และนักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติ เชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ นอกจากนี้นักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (p>.01)

เมธาวี พิมวัน (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษา ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยทำการศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนศรีสุขวิยา จำนวน 16 คน ที่ได้จากการอาสาสมัคร ใช้เวลาในการสอน 21 ชั่วโมงผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว ด้วยชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ขึ้นไปของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01 ดังนั้น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ผิว โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ด้วยชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น มีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับความพึงพอใจมาก

พิจิตร อุตตะโปน (2550: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ศึกษาผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสิรินธร ปีการศึกษา 2548 ที ได้จากการอาสาสมัคร จำนวน 16 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ด้วยชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็มเป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับมาก

บุญนำ อินทนนท์ (2551: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีความสามรถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

เอลเชฟเฟ (เมธาวี พิมวัน. 2549: 34-35; อ้างอิงจาก Elshafei. 1998: Online) ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการเรียนแบบปกติในวิชาพีชคณิต 2 โดยได้ทำการวิจัยกึ่งทดลองกับนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ในรัฐแอตแลนตา จำนวน 15 ห้อง นักเรียน 342 คน แบ่งเป็นห้องเรียนแบบปกติ 8 ห้อง และเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 7 ห้อง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นผลมาจากการที่นักเรียนเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง มีการรวมกลุ่มกันแก้ปัญหา และสามารถคิดค้นวิธีการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ

แม็คคาธีน (เมธาวี พิมวัน. 2549: 34-35; อ้างอิงจาก McCarthy. 2001: Online) ได้ทำการทดลองสอน ด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดรวบยอดเรื่องทศนิยม โดยทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 2 กลุ่มเล็กๆ ในเวลา 8 คาบเรียน คาบเรียนละ 45 นาที โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสำรวจความรู้ที่มีอยู่ก่อนแล้วในตัวของนักเรียน และมีการวิเคราะห์ว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถพัฒนาความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างไร จากหลักฐานการบันทึกวิดีโอ ได้ชี้ให้เห็นว่า นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจในคณิตศาสตร์ตลอดเวลาที่ได้พยายามหาวิธีแก้ปัญหา โดยนักเรียนใช้ภาษาพูดเป็นตัวบ่งชี้ถึงความรู้เกี่ยวกับทศนิยมที่ตัวนักเรียนมีอยู่ก่อนแล้ว และความเข้าใจความคิดรวบยอดใหม่ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับทศนิยมอย่างถูกต้อง

แมนไซ (Mansi. 2004: 1111) ได้ศึกษาการให้เหตุผลและข้อพิสูจน์เกี่ยวกับเรขาคณิตในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า เมื่อเปรียบเทียบทฤษฎีของ Piaget และ van Hiele การมีเหตุผลเกี่ยวข้องกับความพร้อมในการพิสูจน์อย่างเป็นทางการ นักเรียนไม่ได้เป็นเครื่องหมายที่เพียงพอกับระดับทฤษฎีของ van Hiele เพื่อที่จะสำเร็จในการเรียนเรขาคณิต การค้นคว้าเพิ่มเติมแสดงให้เห็นว่า การทดสอบเรขาคณิตทั่วๆ ไป และความเข้าใจของนักเรียน เกี่ยวข้องกับการพิสูจน์ทางเรขาคณิตเพื่อให้สัมฤทธิ์ผลได้ การสอนของครูมีผลต่อการเรียนเรขาคณิตของนักเรียน ครูผู้สอนจะสามารถช่วยเหลือนักเรียนในการปรับปรุงทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และเรขาคณิตของนักเรียนเพื่อสำเร็จและความเข้าใจในการเรียนการสอนให้มากขึ้น

กริฟฟิทซ์ (Griffith. 2005: 2170-B) ได้ศึกษา การแข่งขัน FIRST Robotics รูปแบบของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก : การเปรียบเทียบเจตคติของนักเรียนและความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา พบว่า การเปลี่ยนแปลงทางด้านเจตคติของนักเรียนก่อนทดสองและหลังทดลองของทั้งสองกลุ่มคล้ายคลึงกัน และเจตคติของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกัน โดยกลุ่มทดลองมีเจตคติค่อนข้างสูง

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยกลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

ศรีสุมา ทัศมี (2552: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เมตาคอคนิชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เพื่อการ แก้โจทย์ปัญหาโดยใช้เมตาคอคนิชัน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์เพื่อการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้เมตาคอคนิชัน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (Plan) 2) ขั้นระบุข้อมูลสำคัญ (Identify) 3) ขั้นดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา (Execution) 4) ขั้นกำกับตรวจสอบ(Monitor) 5) ขั้นประเมินผลการแก้โจทย์ปัญหา (Evaluation) ส่วนผลการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ พบว่า นักเรียน ร้อยละ 80.95 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

พัทธ ทองต้น (2545: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา ผลของการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาวิทยาศาสตร์ และต่อการพัฒนาเมตาคอคนิชันของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่าร้อยละ 60 นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันมีการพัฒนาเมตาคอคนิชัน โดยมีเมตาคอคนิชันหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

แสงจันทร์ พิชญานุรัตน์ (2549: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา ผลการใช้ปัญหาปลายเปิดพัฒนาเมตาคอคนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนร้อยละ 80.95 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด มีผลการทดสอบวัดเมตาคอคนิชัน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม และผลการวัดเมตาคอคนิชันของนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ย 2.96 แสดงว่านักเรียนมีการปฏิบัติเกี่ยวกับเมตาคอคนิชันในระดับดี

จุฑารัตน์ ชนานุสาสน์ (2547: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ กลวิธีเมตาคอคนิชันที่มีต่อการพัฒนาเมตาคอกนิชันในการอ่าน และการแก้ปัญหาและต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียน สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 11 ผลการวิจัย พบว่า หลังการทดลอง กลุ่มทดลองที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน มีคะแนนเฉลี่ยเมตาคอกนิชันในการอ่านและการแก้ปัญหา สูงกว่าก่อนการทดลองและมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สำหรับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์นั้น พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 65.55 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70 อย่างไรก็ตาม ค่าคะแนนเฉลี่ยก็ยังสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ ซึ่งคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 53.33 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ณัฏฐี เจริญเกียรติบวร (2538: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียนและความตระหนักในเมตาคอคนิชัน กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่าตัวอย่างประชากรมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด พฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และความตระหนักในเมตาคอคนิชัน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 พฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความตระหนักในเมตาคอคนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 พฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียน และความตระหนักในเมตาคอคนิชันมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

มยุรา ตรงประเสริฐ (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการสร้างชุดกิจกรรมแนะแนว เพื่อพัฒนาการรู้คิด (metacognition) ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนและเปรียบเทียบการรู้คิดของนักเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 จำนวน 90 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบฝึกหัดก่อนและหลังเรียน แบบประเมินความคิดเห็น และชุดการสอน ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนมีประสิทธิภาพ E /E อยู่ระหว่าง 70.50-91.47, ก่อนและหลังการใช้ชุดการสอนนักเรียนมีการรู้คิดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนเห็นด้วยกับการใช้ชุดการสอนในระดับมาก

สุเทียบ ละอองทอง (2545: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการสอนอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจโดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สถาบันราชภัฏบุรีรัมย์ ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการสอนอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจโดยใช้ยุทธศาสตร์ เมตาคอคนิชันที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 องค์ประกอบ คือ หลักการ

จุดหมาย สาระและกระบวนการ กิจกรรมการเรียนการสอน และการวัดและการประเมินผล ซึ่งมีขั้นตอนของรูปแบบการสอนอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจโดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันที่เรียกว่า PRIME MODEL ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ ขั้นวางแผนการอ่าน (P) ขั้นการอ่านเพื่อการสร้างสรรค์ (R) ขั้นระบุข้อมูลสำคัญ (I) ขั้นกำกับตรวจสอบความเข้าใจ (M) และขั้นการประเมินผลการอ่าน (E) ส่วนการประเมินผลการใช้รูปแบบการสอนนี้พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาด้านการใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอคนิชันและความเข้าใจภาษาอังกฤษสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2535: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิผลของรูปแบบการฝึกยุทธศาสตร์การเรียนรู้เมตาคอกนิชันในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายแบบโดยตรงกับแบบสอดแทรกในเนื้อหาการสอน ผลการวิจัยได้รูปแบบการฝึกยุทธศาสตร์การเรียนรู้เมตาคอกนิชันในการอ่านภาษาอังกฤษ เพื่อความเข้าใจสองรูปแบบ คือ รูปแบบการฝึกยุทธศาสตร์ฯ แบบโดยตรง และรูปแบบการฝึกยุทธศาสตร์ฯ แบบสอดแทรกในเนื้อหาการสอน โดยทั้งสองรูปแบบก็มุ่งฝึกยุทธศาสตร์การเรียนรู้เมตาคอคนิชันในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจที่สำคัญ 3 ยุทธศาสตร์คือ การวางแผน การอ่าน การควบคุมและตรวจสอบการอ่าน และการประเมินผลการอ่าน ส่วนผลการฝึกพบว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยรูปแบบการฝึกยุทธศาสตร์ฯ แบบโดยตรงมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยรูปแบบการฝึกยุทธศาสตร์ฯ แบบสอดแทรกในเนื้อหาการสอนศุภลักษณ์ สินธนา (2545: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการคิดอภิมานโดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น : การวิเคราะห์กลุ่มพหุ โดยมุ่งหมายเพื่อศึกษาและทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของแบบจำลองการวัดการคิดอภิมานระหว่างนักเรียนกลุ่มที่ใช้ภาษาที่หนึ่งต่างกันและระหว่างกลุ่มนักเรียนจากโรงเรียนต่างสังกัด สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของจังหวัดยะลา จำนวน 534 คนจากโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดยะลา จำนวน 191 คน สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน จำนวน 197 คน และสังกัดสำนักงานเทศบาลนครยะลา จำนวน 146 คน เป็นนักเรียนที่ใช้ภาษาไทยเป็นภาษาที่หนึ่ง จำนวน 339 คน และนักเรียนที่ใช้ภาษาอื่นๆ เป็นภาษาที่หนึ่งจำนวน 195 คน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยแบบวัดการคิดอภิมาน แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา แบบวัดความเชื่อในสมรรถภาพตนด้านการแก้ปัญหา แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน และแบบวัดปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอภิมานในด้านความเชื่อในสมรรถภาพตน เป้าหมายในการเรียน และความวิตกกังวลในการสอบ การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานใช้โปรแกรม SPSS for Windows และการวิเคราะห์ยืนยันองค์ประกอบใช้โปรแกรมลิสเรลรุ่น 8.10 ผลการวิจัยพบว่า การคิดอภิมานมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา ความถนัดทางการเรียน ความเชื่อในสมรรถภาพตน เป้าหมายในการเรียนแบบมุ่งเรียนรู้ และเป้าหมายในการเรียนแบบมุ่งตน แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับเป้าหมายในการเรียนแบบเลี่ยงงานและความวิตกกังวลในการสอบ

ลำพูน ทองอินทร์ (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของรูปแบบการทดลองที่มีต่อการคิดอภิมาน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และความวิตกกังวลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบการคิดอภิมานด้านยุทธวิธีทางความคิด การคิดอภิมานด้านการตรวจสอบตนเอง แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความวิตกกังวล และคะแนนจากการทดสอบของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการทดสอบด้วยข้อสอบปลายเปิดที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบ สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนในเครืออัครสังฆมณฑลกรุงเทพฯ ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้น จำนวน 300 คน ผลการวิจัยพบว่าการคิดอภิมานด้านยุทธวิธีทางความคิด แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความวิตกกังวล และคะแนนผลการสอบของนักเรียนกลุ่มต่ำที่ได้รับการทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ด้วยข้อสอบปลายเปิดต่างกัน 3 รูปแบบ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 การคิดอภิมานด้านการตรวจสอบตนเองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ, การคิดอภิมานด้านยุทธศาสตร์วิธีทางความคิด การคิดอภิมานด้านการตรวจสอบตนเอง แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความวิตกกังวล และคะแนนผลการสอบของนักเรียนกลุ่มปานกลาง ที่ได้รับการทอสอบวิชาคณิตศาสตร์ด้วยข้อสอบปลายเปิดต่างกัน 3 รูปแบบ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001, และการคิดอภิมานด้านยุทธวิธีทางความคิด การคิดอภิมานด้านการตรวจสอบตนเอง แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และความวิตกกังวลของนักเรียนกลุ่มระดับสูงที่ได้รับการทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ด้วยข้อสอบปลายเปิดต่างกัน 3 รูปแบบ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 คะแนนผลการสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อวยพร เรืองศรี (2544: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอภิมานกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อศึกษาสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างองค์ประกอบย่อยของการคิดอภิมานกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และเพื่อค้นหาน้ำหนักความสำคัญสัมพัทธ์ของการคิดอภิมานที่ส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยรวมทุกด้านและจำแนกตามด้านต่างๆ กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 ของโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร สำนักงานเขตตลิ่งชัน จำนวน 8 โรงเรียน จำนวน 375 คน ผลการทดลองพบว่า การคิดอภิมานแต่ละด้านกับการคิดวิจารณญาณคือด้านการตระหนักรู้ ด้านยุทธวิธีทางความคิด ด้านการวางแผนและการตรวจสอบตนเอง มีสหสัมพันธ์พหุคูณอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01, การคิดอภิมานแต่ละด้านมีค่าน้ำหนักความสำคัญสัมพัทธ์ที่ส่งผลต่อการคิดวิจารณญาณโดยรวมทุกด้านเป็นบวกและที่ส่งผลมากที่สุดคือด้านการตรวจสอบตนเอง แต่เมื่อวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญสัมพัทธ์ของการคิดอภิมาน แต่ละด้านที่ส่งผลต่อการคิดอย่าง มีวิจารณญาณตามด้านต่างๆ พบว่า มีบางด้านที่ส่งผลทางลบ โดยเฉพาะเมื่อวิเคราะห์ตามกลุ่มนักเรียนชายและกลุ่มนักเรียนหญิง

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์ (2530: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการฝึกสมรรถภาพสมองเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีการฝึกสมรรถภาพสมอง ผลการทดลองพบว่า การฝึกสมรรถภาพทางสมองช่วยให้การเรียนรู้หรือคุณภาพการคิดของนักเรียนที่มีสภาพแวดล้อมที่ด้อยกว่าสามารถพัฒนาคุณภาพการคิดให้อยู่ในระดับเดียวกันกับผู้ที่อยู่ในสภาพ แวดล้อมที่ดีกว่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วนิดา คันธจันทร์ (2549: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของผู้เรียนกับความสามารถในการคิดระดับสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งผลการศึกษาสรุปได้ว่า สหสัมพันธ์คาโนนิคอลระหว่างกลุ่มตัวแปรอิสระ ได้แก่ ความใฝ่รู้ จิตวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ และการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมกับกลุ่มตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีเพียง 1 ค่า ซึ่งมีค่าเท่ากับ .456 โดยกลุ่มตัวแปรอิสระสามารถอธิบายกลุ่มตัวแปรตามได้ร้อยละ 20.7 โดยที่มีตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลมากที่สุดต่อกลุ่มตัวแปรตาม ได้แก่ แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ รองลงมาคือการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม จิตวิทยาศาสตร์ และความใฝ่รู้

สมเจตน์ ไวยาการณ์ (2530: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล ซึ่งผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการสอนที่สร้างขึ้นสามารถสอนให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมการคิดตามทัศนะของบลูมและคณะได้ทุกระดับพฤติกรรม แต่พฤติกรรมการคิดดังกล่าวต้องการเวลาสอนแตกต่างกัน โดยเฉพาะพฤติกรรมการคิดด้านการสังเคราะห์และการประมาณค่าต้องการเวลาในการสอนมากกว่าพฤติกรรมการคิดด้านการวิเคราะห์ เมื่อเปรียบเทียบการสอนตามปกติแล้วพบว่า รูปแบบการสอนที่สร้างขึ้นช่วยให้ผู้เรียน ทุกระดับการเรียนทั้งที่มีผลการเรียนดี ปานกลาง และผลการเรียนต่ำมีความสามารถด้านการใช้เหตุผลในทุกๆ ด้าน สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการสอนตามปกติช่วยส่งเสริมความสามารถด้านการใช้เหตุผลของผู้เรียนเฉพาะผู้ที่มีผลการเรียนระดับปานกลางเท่านั้น ข้อค้นพบดังกล่าวสรุปได้ว่า รูปแบบการสอนที่สร้างขึ้นเหมาะสมที่จะนำไปใช้ประกอบการสอนในโรงเรียน เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการใช้เหตุผลของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

มัตติกา กันทะเตียน (2548: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยกลวิธีอภิปัญญา โดยกลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/4 โรงเรียนบ้านเทอดไทย อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย ภาคเรียนที่1 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 37 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการเรียนรู้การใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีอภิปัญญา แบบประเมินการใช้กลวิธีอภิปัญญา และแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนใช้กลวิธีอภิปัญญาในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยในครั้งที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่ใช้กลวิธีอภิปัญญาขั้นการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาระดับปานกลาง ใช้กลวิธีอภิปัญญาขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา และขั้นการลงมือทำตามแผนในระดับน้อย และไม่ได้ใช้กลวิธีอภิปัญญาขั้นการตรวจสอบวิธีการและคำตอบ และในครั้งที่ 2, 3, 4 และ 5 นักเรียนใช้กลวิธีอภิปัญญาเพิ่มขึ้น และนักเรียนส่วนใหญ่ มีพัฒนาการของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในทางที่ดีขึ้นทุกครั้งที่มีการทดสอบ โดยมีนักเรียนบางคนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาได้ถึงร้อยละ 100 ในการทดสอบครั้ง 4 หรือครั้งที่ 5

ณัฏฏ์ฐนัฐ เฉลิมสุข (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่องการสร้างแบบวัดการคิดแบบเมต้า (metacognition) ของนักเรียนช่วงชั้นที่4 กรณีศึกษา : จังหวัดสระบุรี. จำนวน 594 คน ผลการวิจัยสรุปได้คือ แบบวัดการคิดแบบเมต้าด้านการตระหนักรู้มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .402-.731 ด้านการวางแผน มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .279-.561 ด้านการประเมินตนเอง มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .290-.745 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบด้านการตระหนักรู้มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง .480-.799 ด้านการวางแผน มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง .394-.712 มีค่าความเชื่อมั่นด้านการตระหนักรู้ .861 ด้านการวางแผน .816 ด้านการประเมินตนเอง .842 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ .940 และพบว่า นักเรียนหญิงมีการคิดแบบเมต้าสูงกว่านักเรียนชาย และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีการคิดแบบเมต้าสูงกว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และนักเรียนระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและระดับชั้น

ธนาภรณ์ ตันเจริญ (2535: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการสอนตามแนวเมตาคอกนิชันเพื่อเพิ่มความสามารถทางดนตรีในการทำอิมโพรไวเซชัน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองซึ่งได้รับการฝึกเมตาคอกนิชันร่วมกับการทำแบบฝึกหัดได้ค่าเฉลี่ยของคะแนนการทำอิมโพรไวเซชันทั้งเมื่อสิ้นสุดการฝึก (ทดสอบครั้งที่ 1) และหลังสิ้นสุดการฝึก 4 สัปดาห์ (ทดสอบครั้งที่ 2) สูงกว่าคะแนนที่ได้ก่อนการฝึก ส่วนกลุ่มควบคุมซึ่งได้รับการทำแบบฝึกหัดอย่างเดียว ดังเช่นวิธีการสอนที่ใช้ปกติ ก็พบว่าคะแนนที่ได้หลังการทดสอบสูงกว่าก่อนการทดสอบแต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างคะแนนที่ได้หลังการทดสอบครั้งที่ 1 และ 2 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยการทดสอบค่าที ($p < .05$) พบว่า ไม่มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนการทำอิมโพไวเซชันใน 2 กลุ่มนี้สำหรับการทดสอบในครั้งที่ 1 แต่สำหรับการทดสอบในครั้งที่ 2 กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนการทำอิมโพไวเซชันสูงกว่ากลุ่มควบคุม

งานวิจัยต่างประเทศ

สแวนสัน (Swanson. 1990) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ความเกี่ยวข้องของความรู้ในเมตาคอคนิชันกับความถนัดในการแก้โจทย์ปัญหา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพิสูจน์ว่า ความถนัดทั่วไปกับความรู้ในเมตาคอคนิชันเป็นอิสระจากกัน สมมติฐาน 2 ประการ คือ 1) คนที่มีความถนัดทั่วไปต่ำแต่มีเมตา คอคนิชันสูง จะสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ดีพอๆ กับคนที่มีความถนัดทั่วไปสูง 2) ข้อดีของระบบกระบวนการที่มีอยู่ในเมตาคอคนิชันจะสัมพันธ์กับการเลือกใช้กระบวนทางจิตเฉพาะอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มตัวอย่างตามความถนัดคือ Cognitive Abilities Test (CAT) ส่วนเครื่องมือที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มตัวอย่างตามระดับเมตาคอคนิชันคือ เครื่องมือวัดเมตาคอคนิชันในการแก้ปัญหาทั่วไป ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Kreutzer และคณะ การทำแบบสอบวัดเมตาคอคนิชัน กระทำโดยการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล และได้นำคำตอบที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างมาจัดเป็น 5 ระดับ ตามการตระหนักรู้ในเมตาคอคนิชัน แบบวัดการแก้ปัญหามี 2 ชนิด คือ Pendulum task และ Combination task ตัวแปรตาม

ที่วัด คือ จำนวนครั้งที่พยายามแก้ปัญหาและเวลาทั้งหมดที่ใช้ไปในการแก้ปัญหาระหว่างแก้ปัญหาให้กลุ่มตัวอย่างคิดออกเสียง โดยมีการบันทึกเสียงสิ่งที่คิดออกเสียงเพื่อใช้ตัดสิน สิ่งที่คิดออกเสียงนั้นจัดอยู่ในองค์ประกอบใดของการแก้ปัญหา จาก 24 องค์ประกอบ จากนั้นจัดกลุ่มองค์ประกอบต่างๆ ออกเป็น 6 กลุ่มตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่มีความถนัดต่ำแต่มีความรู้ในเมตาคอคนิชันสูง สามารถแก้ปัญหาได้ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่มีความถนัดสูงและมีความรู้ในเมตาคอคนิชันสูง โดยที่ทั้ง 2 กลุ่มนี้สามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่ากลุ่มที่มีความถนัดสูงแต่มีความรู้ในเมตาคอคนิชันต่ำ และกลุ่มที่มีความถนัดต่ำและมีความรู้ในเมตาคอคนิชันต่ำด้วย แสดงว่า ความรู้ในเมตาคอคนิชันมีความสำคัญมากสำหรับการแก้ปัญหา

แอนเดอร์สัน (Anderson, N. J. 2002) ได้ทำการการศึกษาเรื่องกฎของเมตาคอคนิชันในการเรียนและการสอนภาษาที่สอง (The Role of Metacognition in Second Language Teaching and Learning.) พบว่า การสอนทักษะเมตาคอคนิชันเป็นสิ่งที่สำคัญมากสำหรับครูในการใช้สอนภาษาที่สอง เมื่อผู้เรียนมีการสะท้อนยุทธวิธีการเรียนของตนเอง ผู้เรียนจะมีการเตรียมพร้อมมากขึ้นในการตัดสินใจเกี่ยววิธีการที่ผู้เรียนจะใช้พัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง ดังนั้นผู้ที่มีทักษะเมตาคอกนิชันสูงก็จะส่งผลให้มีความสามารถในการเรียนภาษาที่สองดีขึ้นด้วย

ลิท และลิน (Leat, D.; & Lin, M. 2003) ได้ศึกษาการพัฒนาวิธีการสอนเมตาคอคนิชันและการถ่ายทอดโดยศึกษาจากครูโรงเรียนมัธยมศึกษาของประเทศอังกฤษที่มีถูกประเมินว่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานจากทางรัฐบาล โดยส่วนหนึ่งของการเพิ่มเกณฑ์มาตรฐานใช้วิธีการสอนเมตาคอคนิชันและการถ่ายทอดให้แก่เด็กตามแนวทาง 10 ประการ คือ

1. ใช้วิธีการกระตุ้นให้เด็กคิด (Using stimulating strategies for teaching)
2. ส่งเสริมให้เด็กเกิด self esteem (Promote self-esteem)
3. ให้เด็กตั้งคำถาม (Pupils asking the questions)
4. ตรวจสอบความคิด (Collating ideas)
5. เตรียมแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย (Providing heuristics and alter native representation)
6. ส่งเสริมและซักถาม (Promoting and managing discussion)
7. ให้เด็กได้อธิบายด้วยตนเอง (Making pupils explain themselves)
8. มีการสะท้อนความคิด (Providing feedback)
9. มีการเชื่อมโยง (Making connections)
10. เชื่อมโยงสู่วัตถุประสงค์ของบทเรียน (Communicating the purpose of lessons)

แมคโลด, บัทเทอร์ และไซเยอร์ (Macleod, W.B.; Butler, D.L.; & Syer, K.D. n.d.) ได้ศึกษาเรื่องการประเมินการเปลี่ยนแปลงของเมตาคอคนิชันนี้ มีข้อเสนอแนะสำหรับการวัดเมตาคอคนิชันและกระบวนการเรียนรู้ คือ

1. ประเมินจากความเข้าใจของเด็กจากสิ่งที่เด็กพูดและลงมือกระทำ

2. ประเมินจากการกำหนดตัวบ่งชี้ถึงวิธีการรับรู้ด้วยการประเมินกิจกรรมของตัวเด็กเองจากงานหรือสิ่งที่เด็กได้รับมอบหมาย

3. การประเมินไม่ได้วัดเฉพาะสติปัญญาที่เกิดจากการเรียนเท่านั้น แต่ยังดูจากแรงจูงใจและการเลือกยุทธวิธีในการทำสิ่งที่เด็กได้รับมอบหมายด้วย

4. ประเมินจากการปรับวิธีและดูความยืดหยุ่นในการเลือกวิธีการในการทำสิ่งที่ได้รับมอบหมายและวิธีการแก้ปัญหาในขณะที่ทำกิจกรรม

5. การประเมินจะรวมถึงลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล

แกมมา (Gama, C.A. 2004) ได้ศึกษาเรื่องการบูรณาการสอนเมตาคอคนิชันโดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม พบว่าเมตาคอคนิชันเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการคิดขั้นสูง (higher order thinking) ที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการทางปัญญา ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญในการเรียนรู้ที่เกิดจากประสบการณ์ตรง โดยทฤษฎีที่เกี่ยวกับเมตาคอกนิชันจะให้ความสำคัญกับการสะท้อนความคิดของตนเอง และวิธีหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาเมตาคอคนิชันคือ การเรียนรู้โดยมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม(Interactive Learning Environments : ILEs) งานวิจัยนี้ศึกษารูปแบบการสอนเมตาคอคนิชันที่เรียกว่า RA (Reflection Assistant) โดยเน้นที่ทักษะเมตาคอคนิชัน 3 ด้าน คือ 1) ความเข้าใจในปัญหาและการตรวจสอบความรู้ 2) การเลือกใช้ยุทธวิธีเมตาคอคนิชัน 3) การประเมินประสบการณ์ในการเรียนรู้ ซึ่งวัดได้จากความเที่ยงตรงของความรู้ในการตรวจสอบตนเอง และความลำเอียงของความรู้ในการตรวจสอบตนเอง ผู้วิจัยทดลองรูปแบบการสอนนี้กับนักศึกษาจำนวน 27 คน ซึ่งพบว่านักศึกษาที่เป็นกลุ่มทดลองนี้ใช้เวลาในการทำงานมากกว่าและแก้ปัญหาได้ถูกต้องมากกว่ากลุ่มควบคุม

การศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในประเทศไทย จะพบในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์และภาษาอังกฤษ ซึ่งยังไม่พบว่ามีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน มีเพียงงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในวิชาที่สอดคล้องและมีความสัมพันธ์กันกับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาของนักเรียน จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ว่ามีการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในวิชาต่างๆ เช่น วิชาคณิตศาสตร์และภาษาอังกฤษ โดยการศึกษาผลการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในการศึกษาผลการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่านเพื่อพัฒนาความเข้าใจในการอ่านภาษาอังกฤษ พบว่า กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการฝึกการอ่านโดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันแบบไม่อิงกับเนื้อหา มีความเข้าใจในการอ่าน และสามารถนำกลวิธีการอ่านไปใช้ในการอ่านครั้งต่อไปได้ดีขึ้นและสำหรับการศึกษาการใช้เมตาคอคนิชันในการแก้ปัญหา พบว่านักเรียนที่จะสามารถแก้ปัญหาได้ดี ขึ้นอยู่กับการมีความรู้ใน เมตาคอคนิชัน

5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

วนิดา อยู่ยืน (2539: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประดิษฐ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

หนึ่งนุช กาพภักดี (2543: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ระดับสูง และผลสัมฤทธิ์ระดับสูง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนคู่มือครูผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุมาลี โชติชุ่ม (2544: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเชาว์อารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนโดยใช้ชุดการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมเชาว์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมเชาว์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมเชาว์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครูมีเชาว์อารมณ์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับเชาว์อารมณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมเชาว์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครูมีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อุดมลักษณ์ นกพึ่งพุ่ม (2545: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนมิติ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้แผนผังมโนมิติ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

ศุภพงศ์ คล้ายคลึง (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองโดยใช้ชุดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริเพ็ญ ยังขาว (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาอนาคตพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการสอน โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาอนาคตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สาวิตรี เครือใหญ่ (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความคิดวิจารณญาณในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยวงจรการเรียนรู้กับการสอนที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือ พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยวงจรการเรียนรู้กับการสอนที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และมีความคิดวิจารณญาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนนักเรียนที่ได้รับการสอนที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยวงจรการเรียนรู้

งานวิจัยต่างประเทศ

สมิท (Smith. 1994: 2528-A) ได้ศึกษาผลจากวิธีการสอนที่มีต่อเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเกรด 7 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกได้รับการสอนแบบบรรยาย กลุ่มที่สองได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และกลุ่มที่สามกลุ่มที่สามได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เครื่องมือที่ใช้ เป็นวิธีทดสอบภาคสนามซึ่งเรียกว่า การประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการปฏิบัติกิจกรรมแบบบูรณาการ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย

เลแมน คาร์เตอร์ และคาเล (มนมนัส สุดสิน. 2543: 37; อ้างอิงจาก Lehman Carter; & Kahle. 1985: 39) ทำการวิจัยผลของการใช้แผนผังมโนมติ รูปตัววี และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนผิวดำระดับมัธยมศึกษา โดยเปรียบเทียบกับการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน และพบว่าปัจจัยที่ทำให้ผลการทดลองไม่แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากสาเหตุ ดังนี้

1. ความไม่เท่าเทียมกันของกลุ่มที่ใช้ ซึ่งเป็นรูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง
2. ครูและนักเรียนไม่คุ้นเคยกับการสอนแบบใช้แผนผังมโนมติรูปตัววี
3. ระยะเวลาของการทดลองอาจสั้นเกินไป
4. แบบทดสอบยากเกินไป

โอลาลินอย (Olalinoye. 1979: 4348-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนวทาง (Guided inquiry) การสอนปกติ (Traditional) และแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง (Inquiry Role Appriach) ในวิชาฟิสิกส์โดยให้กลุ่มควบคุมได้รับการสอนปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะแนวทางและกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเองพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกัน

จากงานวิจัยที่กล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการสอนที่หลากหลาย รวมทั้งการจัดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้คิด ปฏิบัติด้วยตนเองจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเนื้อหาอย่างถ่องแท้และส่งให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้นด้วย

5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

อัญชลีพร เตชะศิรินุกูล (2535: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนวิทยาศาสตร์ ด้วยยุทธวิธีการตัดสินใจกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยยุทธวิธีการตัดสินใจกับนักเรียน ที่รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุภาวรรณ ด่านสกุล (2539: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และการพึ่งตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 ที่เรียนโดยการสอนกิจกรรมวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู การจัดกิจกรรม กลุ่มตัวอย่าง 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และกลุ่มควบคุม 30 คนได้รับการสอนตามคู่มือการจัดกิจกรรม ใช้เวลาทดลองกลุ่มละ 16 คาบๆ ละ 50 นาที พบว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือการจัดกิจกรรม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รัตนะ บัวรา (2540: 104) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง ซึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และการสอนตามคู่มือครู ซึ่งเป็นกลุ่มควบคุม ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

มนวิภา อ่อนศรี (2540: 79-80) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชัน มัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าทักษะกระบวนการมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที ระดับ .01 โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจำแนกประเภทส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนด้านการสังเกต การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนทักษะอื่นๆ ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ชุติมา ทองสุข (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้ใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง กลุ่มทดลองจำนวน 30 คน ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest–Posttest Design พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หทัยรัช รังสุวรรณ (2539: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการสอนโดยใช้แผนที่มโนมติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพด้านมโนมติ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่าง 60 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 30 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้แผนที่มโนมติ กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู ใช้เวลาทดลอง 24 คาบ คาบละ 50 นาที พบว่าผลสัมฤทธิ์ด้านมโนมติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนกความสัมพันธ์ และทฤษฎี และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นารีรัตน์ ฟักสมบูรณ์ (2541: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการใช้ชุดส่งเสริมศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดส่งเสริมศักยภาพนักวิทยาศาสตร์กับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

ดรุณี พรายแสงเพ็ชร (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบการแก้ปัญหาโดยใช้สารสนเทศ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest – Posttest Design พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มนัสนันท์ สระทองเทียน (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 35 คน ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest – Posttest Design พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

นาบอร์ (Nabor. 1975: 3241-A) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับเกรด 5 และเกรด 6 โดยใช้แบบทดสอบ Iowa test of Education Progress : Science วัดความสามารถในการแก้ปัญหา และใช้แบบทดสอบ Iowa test of Basic Skills From 5 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

ฮอลโลเวล (Hoolowell. 1977: 57) ได้ทำการศึกษากระบวนการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 7 ขั้นตอน คือ ความเข้าใจในปัญหา การระลึกถึงข้อเท็จจริง การรวบรวมข้อเท็จจริง การตรวจสอบผล การตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา การคัดค้าน หรือการยอมรับวิธีการคิดแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนแก้ปัญหาได้สำเร็จ มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่แก้ปัญหาไม่สำเร็จ และกระบวนการคิดแก้ปัญหาสอดคล้องกับขั้นตอนการคิดขั้นที่หนึ่งถึงร้อยละ 85

ชอร์ (Shaw. 1977: 5337-A) ได้ศึกษาวิธีการฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดแก้ปัญหาที่สามารถส่งผลถึงทักษะการคิดแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษาโดยฝึกกระบวนการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ให้กลุ่มทดลอง เป็นเวลา 24 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนสูงด้านทักษะการคิดแก้ปัญหาทั้งวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงว่า ทักษะการคิดแก้ปัญหาสามารถสอนโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการนั้นสามารถถ่ายทอดไปยังเนื้อหาวิชาสังคมศึกษาได้

ฮูเวอร์ (Hoover. 1999: CD-Rom) ศึกษาผลของรูปแบบการเรียน 3 แบบ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการระลึกได้ โดยทำการทดลองกับนักเรียน 3 กลุ่ม กลุ่มแรกเรียนด้วยวิธีการอธิบายที่ใช้ตัวอักษรอย่างเดียว กลุ่มที่ 2 เรียนด้วยการอธิบายที่ใช้ตัวอักษร และตาราง กลุ่มที่ 3 เรียนด้วยการอธิบายที่ใช้ตัวอักษร และแผนผังที่เป็นระบบใช้เนื้อหาเรื่องกลูโคส พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาไม่ต่างกัน

จอลลี่ (Jolly. 1999: CD-ROM) ทำการศึกษาผลการใช้แผนผังมโนมติที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 6 แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้ใช้วิธีสอนโดยแผนผังมโนมติ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ทำการทดสอบก่อนเรียน และใช้เวลาทดลอง 4 สัปดาห์ จากนั้นทดสอบหลังการเรียน พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และไม่พบความแตกต่างเพศหญิงและเพศชายในเรื่องความสามารถในการแก้ปัญหา

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แสดงให้เห็นว่า การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับวิธีการจัดการเรียนรู้ รูปแบบการจัดกิจกรรม ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้รับแสวงหาความรู้ และค้นพบความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะการคิดแก้ปัญหาจากประสบการณ์ และเหตุการณ์ที่เคยได้รับอย่างมีหลักการ เหตุผล และมีระบบขั้นตอน โดยนักเรียนคิดและปฏิบัติด้วยตนเองมากที่สุด ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัย จึงสนใจที่จะศึกษา เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนนทรีวิทยา แขวงช่องนนทรี เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 12 ห้องเรียน มีนักเรียน 581 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนนทรีวิทยา แขวงช่องนนทรี เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน แล้วสุ่มอย่างง่ายอีกครั้งหนึ่ง โดยวิธีจับฉลากเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 30 คน

กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 เป็นระยะเวลา 20 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนเอง

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองโดยใช้แบบแผนการทดลอง Nonrandomized control group pretest-posttest design (ชูศรี วงศ์รัตนะ; และองอาจ นัยพัฒน์. 2551: 55) ซึ่งมีรูปแบบวิจัย ดังนี้

ตาราง 12 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ตัวแปรอิสระ	สอบหลัง
E_1	T_{1E_1}	X_1	T_{2E_1}
E_2	T_{1E_2}	X_2	T_{2E_2}

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

E_1 แทน กลุ่มทดลองที่ 1 ซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

E_2 แทน กลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

T_{1E_1} แทน การสอบก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1

T_{1E_2} แทน การสอบก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 2

T_{2E_1} แทน การสอบหลังการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1

T_{2E_2} แทน การสอบหลังการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 2

X_1 แทน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

X_2 แทน การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่
2. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวิจัย เป็นแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิชาวิทยาศาสตร์ 2 รหัสวิชา ว21102 สาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ จำนวน 5 แผน รวมระยะเวลา 20 ชั่วโมง ซึ่งใช้รูปแบบจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยได้ดำเนินตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.2 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สาระการเรียนรู้แกนกลางและตัวชี้วัด สำหรับสาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

1.3 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการ และวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ และเอกสารประกอบ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.4 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนนนทรีวิทยา พุทธศักราช 2552 เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้

1.5 จัดทำแผนการเรียนรู้ และเอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ตามหัวข้อดังนี้

1. การบอกตำแหน่งของวัตถุ
2. ปริมาณเวกเตอร์และปริมาณสเกลาร์
3. การเคลื่อนที่ของวัตถุ
4. การเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุ
5. อัตราเร็วและความเร็วของวัตถุ

โดยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานประกอบด้วย รายละเอียดดังนี้

1.5.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

1.5.2 สาระสำคัญ

1.5.3 ตัวชี้วัด

1.5.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.5.5 เนื้อหา

1.5.6 กระบวนการจัดการเรียนรู้ ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามขั้นตอนของ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2550: 8) มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

1.5.6.1 กำหนดปัญหา

1.5.6.2 ทำความเข้าใจกับปัญหา

1.5.6.3 การดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1.5.6.4 สังเคราะห์ความรู้

1.5.6.5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ

1.5.6.6 นำเสนอและประเมินผลงาน

1.5.7 สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้

1.5.8 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1.5.9 บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

วิธีการหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และเอกสารประกอบการเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบเกี่ยวกับความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษาและกิจกรรมต่างๆ ในเอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และขั้นตอนการทำกิจกรรม โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่มีค่าตั้งแต่ 0.67-1.00

2. นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจ และปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ที่คาดหวัง E_1/E_2 = 80/80 ซึ่งได้ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ปรากฏผลดังตาราง 13

ตาราง 13 ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ใบงาน				แบบทดสอบ				ประสิทธิภาพ
คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	E_1	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	E_2	E_1/E_2
50	41.80	4.02	83.60	30	25.27	2.50	84.23	83.60/84.23

3. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มทดลองจริง

2. ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวิจัย เป็นแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิชาวิทยาศาสตร์ 2 รหัสวิชา ว21102 สาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ จำนวน 5 แผน รวมระยะเวลา 20 ชั่วโมง ซึ่งใช้รูปแบบจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.2 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สาระการเรียนรู้แกนกลางและตัวชี้วัด สำหรับสาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่ หน่วยการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่

2.3 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการ และวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ และเอกสารประกอบการเรียนรู้โดยใช้ใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

2.4 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนนนทรีวิทยา พุทธศักราช 2552 เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้

2.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ และเอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ตามหัวข้อดังนี้

1. การบอกตำแหน่งของวัตถุ
2. ปริมาณเวกเตอร์และปริมาณสเกลาร์
3. การเคลื่อนที่ของวัตถุ
4. การเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุ
5. อัตราเร็วและความเร็วของวัตถุ

โดยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย รายละเอียดดังนี้

2.5.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

2.5.2 สาระสำคัญ

2.5.3 ตัวชี้วัด

2.5.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

2.5.5 เนื้อหา

2.5.6 กระบวนการจัดการเรียนรู้ ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของเบเยอร์ (Beyer. 1987) ซึ่งได้พิจารณาปรับปรุงขั้นตอนต่างๆ ให้เหมาะสม ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.5.6.1 ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล

2.5.6.2 ขั้นการวางแผน

2.5.6.3 ขั้นการกำกับและควบคุม

2.5.6.4 ขั้นการฝึกให้ผู้เรียนสามารถประเมินการคิดของตนเองได้

1.5.7 สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้

1.5.8 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1.5.9 บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

วิธีการหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ และเอกสารประกอบการเรียน ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจเกี่ยวกับความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษาและกิจกรรมต่างๆ ในเอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และขั้นตอนการทำกิจกรรม โดยพิจาณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าตั้งแต่ 0.67 – 1.00

2. นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจ และปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ที่คาดหวัง E_1/E_2 = 80/80 ซึ่งได้ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ปรากฏผลดังตาราง 14

ตาราง 14 ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

ใบงาน				แบบทดสอบ				ประสิทธิภาพ
คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	E_1	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	E_2	E_1/E_2
50	41.03	4.10	82.06	30	24.10	2.88	80.33	82.06/80.33

3. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มทดลองจริง

ตาราง 15 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	**การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอค-นิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์**
1. ขั้นกำหนดปัญหา ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่างๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมอง เห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้อยากเรียนได้ และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ **2. ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา** ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ **3. ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า** ผู้เรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลาย **4. ขั้นสังเคราะห์ความรู้** ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันอภิปรายผล และสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด	**1. ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล** ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ ดังนี้ 1.1 ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ 1.2 บอกเป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา 1.3 สร้างตัวแทนของปัญหา 1.4 ระบุคำและข้อความสำคัญ 1.5 บอกข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ **2. ขั้นการวางแผน** ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ ดังนี้ 2.1 เลือกนำหลักการจากความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ 2.2 เรียงลำดับขั้นตอนตามหลักการหรือกลวิธีที่ได้เลือกไว้

ตาราง 15 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอค-นิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์
5. ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเอง และประเมินผลว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใดโดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง **6. ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน** ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระดับองค์ความรู้ และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน	**3. ขั้นการกำกับและควบคุม** ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ ดังนี้ 3.1 การกำหนดเป้าหมายไว้ในใจ 3.2 กำกับวิธีการต่างๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่ได้เลือกไว้ **4. ขั้นการฝึกให้ผู้เรียนสามารถประเมินการคิดของตนเองได้** ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ ดังนี้ 4.1 ตรวจสอบคำตอบ 4.2 ตรวจสอบการวิเคราะห์ข้อมูล 4.3 ตรวจสอบการวางแผน 4.4 ตรวจสอบขั้นตอนในการปฏิบัติ

3. ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดประเมินผล วิธีการสร้างแบบทดสอบและการเขียนข้อสอบวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้แกนกลาง ตัวชี้วัด จุดประสงค์และเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งพฤติกรรมต่างๆ ออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แต่ละข้อจะมีตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ คือ ถ้าคำตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าคำตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน โดยสร้างแบบทดสอบให้ตรงตามตัวชี้วัดและครอบคลุมสาระการเรียนรู้ โดยให้มีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์และพฤติกรรมที่ต้องการวัดตรงตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ

วิธีการหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมชัดเจนของคำถาม แล้วหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ .67 ขึ้นไป พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง -0.33 – 1.00 คัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ .67 ขึ้นไปไว้จำนวน 30 ข้อ

2. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ได้ปรับปรุงแล้วเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ตรวจพิจารณาอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้เรียบร้อย

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนนนทรีวิทยา ซึ่งเป็นนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองจำนวน 30 คน เพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบรายข้อ

4. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน แล้ววิเคราะห์หาความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ ใช้เทคนิค 27% ของจุง เตห์ ฟาน โดยพิจารณาความยากง่าย (p) ที่มีค่าระหว่าง .20 -.80 และค่าอำนาจจำแนก (r ที่มีค่า .20 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.31 – 0.74 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.25 – 0.86

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่คัดเลือกไว้ไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยคำนวณจากสูตร KR-21 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน พบว่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 0.92

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไปใช้กับกลุ่มทดลองสำหรับการวิจัยต่อไป

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ด้านความรู้ความจำ

(0) ข้อใดเป็น **ปริมาณสเกลาร์** ทั้งหมด

ก. แรง ระยะทาง ปริมาตร มวล

ข. ระยะทาง พลังงาน ความเร่ง ความยาว

ค. ความเร็ว พลังงาน ความยาว อุณหภูมิ

ง. การกระจัด ความเร่ง แรง โมเมนตัม

จ. อัตราเร็ว ปริมาตร เวลา ความหนาแน่น

ด้านความเข้าใจ

(00) การกระทำใด **ไม่ใช่** การเคลื่อนที่ในแนวตรง

ก. การแข่งขันพุ่งแหลน

ข. การแข่งขันว่ายน้ำ

ค. การขับรถยนต์ไปตามทางราบ

ง. การปล่อยลูกบอลลงจากบอลลูน

จ. การปล่อยให้ก้อนหินตกลงจากหน้าผา

ด้านการนำไปใช้

(000) การบอกตำแหน่งต่างๆ บนโลก ควรใช้วิธีการบอกตามข้อใด

ก. บอกด้วยมุมเงย

ข. บอกด้วยระยะทาง

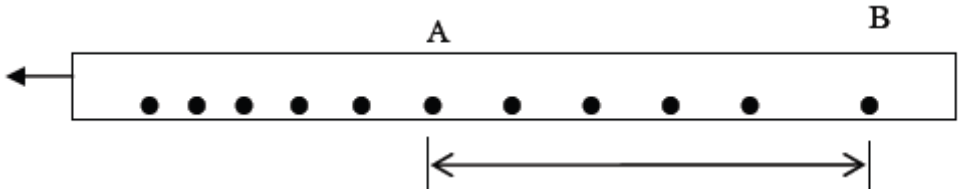
ค. บอกด้วยมุมอาซิมุธ

ง. บอกด้วยหลักกิโลเมตร

จ. บอกด้วยพิกัดเส้นรุ้ง เส้นแวง

ด้านทักษะกระบวนการ

(0000) เด็กชายสืบสกุล ทำการทดลอง โดยใช้เครื่องเคาะสัญญาณเวลาที่มีความถี่ 50 ครั้งต่อวินาที เมื่อลากแถบกระดาษผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลา ปรากฏ จุดบนแถบกระดาษดังภาพ จงหาความเร็วเฉลี่ยช่วงระยะ AB



20 เซนติเมตร

ก. 50 เซนติเมตร/วินาที

ข. 100 เซนติเมตร/วินาที

ค. 150 เซนติเมตร/วินาที

ง. 200 เซนติเมตร/วินาที

จ. 300 เซนติเมตร/วินาที

4. ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1. ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 สถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์จะตั้งคำถาม 4 ข้อ แบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 4 ขั้นตอนของเวียร์ ดังนี้

2.1 ขั้นระบุปัญหา
2.2 ขั้นตั้งสมมติฐาน
2.3 ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง
2.4 ขั้นสรุปผลและนำไปใช้

วิธีการหาคุณภาพแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ และการวัดผลจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือกภาษาที่ใช้ และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม (IOC) โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .67 ขึ้นไป พบว่าแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .67 ขึ้นไป จำนวน 8 สถานการณ์ จำนวน 32 ข้อ

2. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงแล้วเสนอต่อ ประธาน และกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ตรวจพิจารณาอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้เรียบร้อย

3. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองจำนวน 30 คน เพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบรายข้อ

4. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน แล้ววิเคราะห์หาความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ ใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน โดยความยากง่าย มีค่าระหว่าง .20-.80 และค่าอำนาจจำแนกมีค่า .20 ขึ้นไป จำนวน 8 สถานการณ์ 32 ข้อ พบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีมีความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.37 – 0.74 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.25 – 0.99

5. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกไว้ไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยคำนวณจากสูตร KR-21 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน พบว่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 0.94

6. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ไปใช้กับกลุ่มทดลองที่ใช้ในการวิจัยต่อไป

ตัวอย่าง แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ลุงเข้ม เป็นเกษตรกรผู้ปลูกผักคะน้ารายใหญ่ พบว่ามีหนอนมากัดกินใบคะน้าเป็นจำนวนมาก ลุงเข้มจึงตัดสินใจใช้สารเคมีฆ่าหนอนซึ่งปรากฏว่าได้ผลดี แต่ต่อมาเมื่อลุงเข้มใช้สารเคมีฆ่าหนอนชนิดเดิมหลายๆครั้ง ถึงแม้จะเพิ่มปริมาณในการใช้สารเคมี ก็ไม่สามารถกำจัดหนอนได้ทำให้ผักคะน้าถูกหนอนกัดกิน ทำให้ดูไม่น่ารับประทานและไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค

(0) ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้

ก. การระบาดของหนอน

ข. สารเคมีกำจัดหนอนไม่ได้

ค. หนอนมีปริมาณมากขึ้น

ง. ผักคะน้าถูกหนอนกัดกิน

(00) ข้อใดน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้

ก. ใช้สารเคมีบ่อยเกินไป

ข. มีหนอนมารบกวนมากขึ้น

ค. หนอนดื้อต่อสารเคมีฆ่าหนอน

ง. ใช้สารเคมีชนิดเดียวในการกำจัดหนอน

(000) นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร

ก. ปลูกพืชหมุนเวียนหลายๆชนิด

ข. ใช้สารเคมีหลายๆชนิดสลับกัน

ค. เปลี่ยนชนิดของสารเคมี

ง. ระยะเวลาในการใช้สารเคมีให้ฉีดพ่นถี่มากขึ้น

(0000) จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

ก. สารเคมีมีประสิทธิภาพดีขึ้น

ข. หนอนมารบกวนน้อยลง

ค. แปลงผักคะน้าของลุงเข้มให้ผลผลิตมากขึ้น

ง. พบวิธีการกำจัดหนอนด้วยวิธีที่เหมาะสมโดยไม่ใช้สารเคมี

วิธีการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนนทรีวิทยา จังหวัดกรุงเทพมหานคร มาจำนวน 2 ห้องเรียนจากห้องเรียน 12 ห้องเรียน และจับฉลากเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

2. ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3. ดำเนินการสอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้งสองกลุ่มในเนื้อหาเดียวกัน ใช้เวลาสอนเท่ากันกลุ่มละ 16 ชั่วโมง และใช้เวลาในการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน 4 ชั่วโมง รวมเป็น 20 ชั่วโมง

3.1 กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

3.2 กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน กับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ชุดเดิม

5. นำผลคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 73)

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

เมื่อ $\overline{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum fx$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

1.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538)

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

เมื่อ S.D. แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

ΣX^2 แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

X แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.1 ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2532: 495)

$$E_1 = \frac{\left(\frac{\sum X}{N}\right)}{A} x\,100$$

$$E_2 = \frac{\left(\frac{\sum F}{N}\right)}{B} x\,100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการคิดเป็นร้อยละของคะแนน

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์การคิดเป็นร้อยละของคะแนนจากการทำแบบทดสอบ

ΣX แทน คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำแบบฝึกหัดหรืองาน

ΣF แทน คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำทดสอบ

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหรืองานทุกชิ้นรวมกัน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนผู้เรียน

2.2 ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และขั้นตอนการทำกิจกรรม ตลอดจนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้สูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 117)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

ΣR แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.3 ค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ ใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน จากสูตร (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 210)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่าย

R แทน จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูก

N แทน จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

2.4 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากสูตร (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 210-211)

$$D = \frac{R_u - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ D แทน ค่าอำนาจจำแนก

R_u แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_L แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

2.5 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (Reliability) ด้วยสูตร KR-21 ของ คูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson's Method) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 217)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1}\left\{1 - \frac{\bar{x}\left(k-\bar{x}\right)}{ks^2}\right\}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่น

K แทน จำนวนข้อสอบ

$\bar{x}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

S^2 แทน คะแนนความแปรปรวน

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานข้อ 1 และข้อ 4 เพื่อหาความแตกต่างของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ก่อนและหลังการทดลองโดยใช้ t-test for Independent Sample ในรูป Difference Score (Scott. 1967: 264)

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}} \quad ; \quad df = n_1 + n_2 - 2$$

ซึ่ง $$S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S^2_D}{n_1} + \frac{S^2_D}{n_2}}$$

และ $$S^2_D = \frac{\sum(D_1 - MD_1)^2 + \sum(D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาการแจกแจงแบบที (t- distribution)

MD_1 แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1

MD_2 แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2

D_1 แทน ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1

D_2 แทน ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2

S^2_D แทน ค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนและก่อนเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม

n_1 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง 1

n_2 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง 2

$S_{MD_1 - MD_2}$ แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการทดสอบก่อนการเรียนกับหลังการเรียน ของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม

3.2 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานข้อ 2,3,5 และ 6 เพื่อหาความแตกต่างของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ก่อนและหลังการทดลองโดยใช้ t-test Dependent Sample (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2540: 248)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2}{n-1}}} \quad \text{df} = n - 1$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาการแจกแจงแบบที

D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

n แทน จำนวนนักเรียน

ΣD แทน ผลรวมของความแตกต่างจากการเปรียบเทียบกันเป็นรายบุคคลระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนการเรียนกับหลังการเรียน

ΣD^2 แทน ผลรวมยกกำลังของความแตกต่างจากการเปรียบเทียบระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนการเรียนกับหลังการเรียน

บทที่ 4
ผลการศึกษา

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
$\overline{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
X_1	แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน
X_2	แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน
S_1	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนก่อนเรียน
S_2	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนหลังเรียน
MD	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับการทดสอบก่อนเรียน
$S_{MD1-MD2}$	แทนค่า	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนและการทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาการแจกแจงแบบที (t-distribution)
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2
2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1
3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2
4. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

5. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1

6. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

ตาราง 16 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

กลุ่มตัวอย่าง	n	k	ก่อนเรียน		หลังเรียน		*MD*	$S_{MD1-MD2}$	t
			$\overline{X_1}$	S_1	$\overline{X_2}$	S_2			
กลุ่มทดลองที่ 1	30	30	10.87	4.27	19.50	6.25	8.63	1.35	2.60**
กลุ่มทดลองที่ 2	30	30	12.33	2.60	24.47	2.01	12.14		

** ($t_{.01\ df=58}$ = 2.4620)

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 16 พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็น 10.87 และ 4.27 ตามลำดับ และหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็น 19.50 และ 6.25 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มทดลองที่ 2 คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็น 12.33 และ 2.60 ตามลำดับ และหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็น 24.47 และ 2.01 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนและก่อนเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเป็น 8.63 และ12.14 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนและก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และกลุ่มทดลองที่ 2 คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับการทดสอบก่อนเรียน พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 1

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1

ตาราง 17 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1

กลุ่มตัวอย่าง	n	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t
		$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	
กลุ่มทดลองที่ 1	30	10.87	4.27	19.50	6.25	6.57**

** ($t_{.01\ df=29}$ = 2.3936)

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 17 แสดงว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2

ตาราง 18 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2

กลุ่มตัวอย่าง	n	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t
		$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	
กลุ่มทดลองที่ 2	30	12.33	2.60	24.47	2.01	40.66**

** ($t_{.01\ df=29}$ = 2.3936)

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 18 แสดงว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

4. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

ตาราง 19 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

กลุ่มตัวอย่าง	n	k	ก่อนเรียน		หลังเรียน		*MD*	$S_{MD1-MD2}$	t
			$\overline{X_1}$	S_1	$\overline{X_2}$	S_2			
กลุ่มทดลองที่ 1	30	32	11.80	1.90	16.40	3.85	4.60	0.83	5.16**
กลุ่มทดลองที่ 2	30	32	12.03	2.88	20.90	3.13	8.87		

**($t_{.01\ df=58}$ = 2.4620)

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 19 พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็น 11.80 และ 1.90 ตามลำดับ และหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็น 16.40 และ 3.85 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มทดลองที่ 2 คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็น 12.03 และ 2.88 ตามลำดับ และหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็น 20.90 และ 3.13 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนและก่อนเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเป็น 4.60 และ 8.87 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนและก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 คือนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และกลุ่มทดลองที่ 2 คือนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนระหว่างการทดสอบหลังเรียนและการทดสอบก่อนเรียน พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ 2 มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 1

5. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1

ตาราง 20 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้คิดปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1

กลุ่มตัวอย่าง	n	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t
		$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	
กลุ่มทดลองที่ 1	30	11.80	1.90	16.40	3.85	6.97**

($t_{.01\ df=29}$ = 2.3936)

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 20 แสดงว่า คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

6. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2

ตาราง 21 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2

กลุ่มตัวอย่าง	n	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t
		$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	
กลุ่มทดลองที่ 2	30	12.03	2.88	20.90	3.13	17.74**

($t_{.01\ df=29}$ = 2.3936)

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 21 แสดงว่า คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลอง เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สรุปสาระสำคัญและผลการศึกษา ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์
5. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
6. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

5. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

6. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 โรงเรียนนนทรีวิทยา แขวงช่องนนทรี เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 12 ห้องเรียน มีนักเรียน 581 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนนทรีวิทยา แขวงช่องนนทรี เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน แล้วสุ่มอย่างง่ายอีกครั้งหนึ่ง โดยวิธีจับฉลากเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 30 คน

กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 เป็นระยะเวลา 20 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนเอง

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.2 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่
2. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ นำแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจและ ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพ ของแผนการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ที่คาดหวัง E_1 / E_2 = 80/80 ซึ่งได้ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 83.60/84.23

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ นำแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจและปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพ ของแผนการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ที่คาดหวัง E_1 / E_2 = 80/80 ซึ่งได้ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 82.06/80.33

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ นำแบบทดสอบไปใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.31 – 0.74 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.25 – 0.86 มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .92

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบที่มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ และมีคำถามแบบปรนัย 4 ตัวเลือก สถานการณ์ละ 4 คำถาม ผู้วิจัยใช้แนวขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการของ เวียร์ (Weir. 1974: 17) ซึ่งได้นำขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และนำข้อสอบที่สร้างขึ้นไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาความยากง่าย (p) ได้ค่า ความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.37 – 0.74 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.25 – 0.99 จากนั้นนำข้อสอบที่ได้มาหาความเชื่อมั่น ได้ค่าความเชื่อมั่น .94

วิธีดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการทดลอง ดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนนทรีวิทยา กรุงเทพมหานคร มาจำนวน 2 ห้องเรียนจากห้องเรียน 12 ห้องเรียน และจับฉลากเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

2. ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน

3. ดำเนินการสอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้งสองกลุ่มในเนื้อหาเดียวกัน ใช้เวลาสอนเท่ากันกลุ่มละ 20 ชั่วโมง ดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียน ทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ชุดเดิม

5. นำผลคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยใช้ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน วิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยโดยใช้ t-test for Independent Sample ในรูป Difference Score

2. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนและหลังเรียน วิเคราะห์คะแนนเฉลี่ย โดยใช้ t-test for Dependent Sample

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน วิเคราะห์คะแนนเฉลี่ย โดยใช้ t-test for Dependent Sample

4. วิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยใช้ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน วิเคราะห์คะแนนเฉลี่ย โดยใช้ t-test for Independent Sample ในรูป Difference Score

5. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานก่อนและหลังเรียน วิเคราะห์คะแนนเฉลี่ย โดยใช้ t-test for Dependent Sample

6. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน วิเคราะห์คะแนนเฉลี่ย โดยใช้ t-test for Dependent Sample

สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาสามารถอภิปรายได้ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 สามารถอภิปรายผลการทดลองได้ดังนี้

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้น ในโลกแห่งความเป็นจริง เป็นบริบทของการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ ในสาขาวิชาที่ตนศึกษาด้วย การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและการแก้ปัญหาเป็นหลัก นอกจากนี้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ยังเน้นถึงการเรียนรู้อย่างมีส่วนร่วมโดยใช้กระบวนการกลุ่ม ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาบุคลิกภาพที่มีความเป็นตัวเอง มีความคิดริเริ่ม คิดเป็น มีความมั่นใจ กล้าที่จะเผชิญปัญหาและใช้หลักการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล รวมทั้งเป็นการฝึกฝนนิสัยการศึกษาค้นคว้า ซึ่งเป็นพฤติกรรมจำเป็นของการเรียนรู้ตลอดชีวิต และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ เอลเชฟเฟ (เมธาวี พิมวัน. 2549: 34-35; อ้างอิงจาก Elshafei. 1998: Online) ที่ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการเรียนแบบปกติในวิชาพีชคณิต 2 โดยได้ทำการวิจัย กึ่งทดลองกับนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ในรัฐแอตแลนตา จำนวน 15 ห้อง นักเรียน 342 คน แบ่งเป็นห้องเรียนแบบปกติ 8 ห้อง และเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 7 ห้อง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นผลมาจากการที่นักเรียนเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง มีการรวมกลุ่มกันแก้ปัญหา และสามารถคิดค้นวิธีการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ

ส่วนการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เป็นรูปแบบการสอนที่จัดการเรียนรู้ที่ให้เด็กได้เรียนรู้ด้วยตนเองในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมเพื่อเป็นการสร้างความรู้ผ่านกระบวนการคิดของตนเอง และเกิดการเรียนรู้ที่ยั่งยืน เป็นการสอนให้นักเรียนรู้เท่าทันและสามารถจัดการกับความคิดของตนเองได้ การจัดการเรียนรู้ โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ เบเยอร์ (Beyer. 1987) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งนักเรียนได้ฝึกฝนในการระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้บอกเป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา สร้างตัวแทนของปัญหา ระบุคำและข้อความสำคัญและบอกข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับ

การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ขั้นการวางแผน นักเรียนได้เลือกนำหลักการจากความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์และเรียงลำดับขั้นตอนตามหลักการหรือกลวิธีที่ได้เลือกไว้ ขั้นการกำกับและควบคุม นักเรียนได้กำหนดเป้าหมายไว้ในใจและกำกับวิธีการต่าง ๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่ได้เลือกไว้ ขั้นการฝึกให้ผู้เรียนสามารถประเมินการคิดของตนเองได้ ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนได้ ตรวจสอบคำตอบ ตรวจสอบการวิเคราะห์ข้อมูล ตรวจสอบการวางแผน และตรวจสอบขั้นตอนในการปฏิบัติ อันส่งผลให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้และส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

ดังที่ ฮาร์ทแมน (Hartman, H. J. 1998: 1) กล่าวไว้ว่า เมตาคอคนิชัน มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะส่งผลต่อการแสวงหาความรู้ ความเข้าใจต่อสิ่งที่เรียน ความจำ และการประยุกต์ใช้ กล่าวคือ ถ้านักเรียนมีเมตาคอคนิชันสูงก็จะมีความสามารถทางสติปัญญาในด้านที่กล่าวมาสูงด้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ แกมมา (Gama, C.A. 2004) ที่ได้ศึกษาเรื่องการบูรณาการสอน เมตาคอคนิชัน โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม พบว่า เมตาคอคนิชัน เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการคิดขั้นสูง (higher order thinking) ที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการทางปัญญา ซึ่งเป็น สิ่งที่สำคัญในการเรียนรู้ที่เกิดจากประสบการณ์ตรง โดยทฤษฎีที่เกี่ยวกับเมตาคอกนิชัน จะให้ความสำคัญกับการสะท้อนความคิดของตนเอง และวิธีหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาเมตาคอคนิชัน คือ การเรียนรู้โดยมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม (Interactive Learning Environments: ILEs) งานวิจัยนี้ศึกษารูปแบบการสอนเมตาคอคนิชันที่เรียกว่า RA (Reflection Assistant) โดยเน้นที่ทักษะเมตาคอคนิชัน 3 ด้าน คือ 1) ความเข้าใจในปัญหาและการตรวจสอบความรู้ 2) การเลือกใช้ยุทธวิธีเมตาคอคนิชัน 3) การประเมินประสบการณ์ในการเรียนรู้ ซึ่งวัดได้จากความเที่ยงตรงของความรู้ในการตรวจสอบตนเอง และความลำเอียงของความรู้ในการตรวจสอบตนเอง ผู้วิจัยทดลองรูปแบบการสอนนี้ กับนักศึกษาจำนวน 27 คน ซึ่งพบว่านักศึกษาที่เป็นกลุ่มทดลองนี้ใช้เวลาในการทำงานมากกว่าและแก้ปัญหาได้ถูกต้องมากกว่ากลุ่มควบคุม

จากเหตุผลดังกล่าวมานี้ ส่งผลให้นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนและหลังทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 2 สามารถอภิปรายผลการทดลองได้ดังนี้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้จากการเรียนโดยผู้เรียนจะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อค้นหาวิธีการแก้ปัญหา โดยจะบูรณาการความรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับกับการแก้ปัญหาเข้าด้วยกัน ปัญหาที่ใช้มีลักษณะเกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสัมพันธ์กับผู้เรียน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะมุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่ผู้เรียนจะได้มาและพัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้ โดยครูจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา ฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและ

แก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบทของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และการคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาที่ตนศึกษา

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมี 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นกำหนดปัญหา ขั้นนี้ผู้เรียนได้เสนอปัญหาที่หลากหลาย เลือกปัญหาที่สนใจ และได้แบ่งกลุ่มตามความสนใจ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นนี้นักเรียนได้ตั้งคำถามในประเด็นที่อยากรู้ เสนอแนวทางในการค้นคว้าหาคำตอบ ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า ขั้นนี้นักเรียนได้แบ่งหน้าที่ภายในกลุ่ม กำหนดเป้าหมาย ระยะเวลาในการทำงาน และดำเนินการศึกษาค้นคว้าพร้อมทั้งบันทึกข้อมูลด้วยตนเอง ขั้นสังเคราะห์ความรู้ ขั้นนี้นักเรียนได้นำเสนอข้อมูล และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลภายในกลุ่ม ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ ขั้นนี้นักเรียนได้นำข้อมูลมาประมวลสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน ขั้นนี้นักเรียนได้นำเสนอผลงานต่อเพื่อนและผู้สอน พร้อมทั้งประเมินผลงาน จะเห็นได้ว่าขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแต่ละขั้นตอนส่งเสริมการทำกิจกรรมของผู้เรียนด้วยตนเอง ผู้เรียนได้เรียนในประเด็นที่สนใจ ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลตลอดจน สรุปองค์ความรู้และนำเสนอผลงานด้วยตนเอง การเรียนรู้โดยผ่านการปฏิบัติและการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองในประเด็นที่นักเรียนสนใจทำให้นักเรียน มีความกระตือรือร้นในการเรียน เกิดการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาอย่างแท้จริง เพราะเป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

ดังที่ นภา หลิมรัตน์ (2540: 13) ได้กล่าวว่า การให้ปัญหาตั้งแต่ต้นเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้และถ้านักเรียนแก้ปัญหาได้ก็จะมีส่วนทำให้นักเรียนจำเนื้อหาความรู้นั้นได้ง่ายและนานขึ้นเพราะได้มีประสบการณ์ตรงในการแก้ปัญหา สอดคล้องกับแนวคิดของ สมจิต สวธนไพบูลย์ (2535: 34) ที่กล่าวว่าการจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิด เป็นการจัดโอกาสให้นักเรียนได้ประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ที่มีเสรีภาพในการปฏิบัติ ได้คิด ได้ออกแบบด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ทิวาวรรณ จิตตะภาค (2548: บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยทำการศึกษากับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 (ปวช. 2) โรงเรียนไทยบริหารธุรกิจและพณิชยการ เขตบางเขน กรุงเทพฯ สังกัดสำนักงานการศึกษาเอกชน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ เฉลิมพล ตามเมืองปัก (2551: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ และนักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้นักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน

อย่างไรก็ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ครูควรให้ความสำคัญกับการกำหนดปัญหาในการเรียนรู้ที่มีความน่าสนใจ สอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียน และการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจกับปัญหาที่จะนำไปสู่เนื้อหาในการเรียนต่อไป จากเหตุผลดังกล่าวมานี้ส่งผลให้นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนและหลังทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 3 สามารถอภิปรายผลการทดลองได้ดังนี้

ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น แสดงให้เห็นว่า เมตาคอคนิชัน เป็นตัวแปรสำคัญในการที่บุคคลจะสามารถปฏิบัติงานใดๆ ให้มีประสิทธิภาพ ต้องมีการรู้เกี่ยวกับความคิดของตนเองอยู่ตลอดเวลาในการปฏิบัติงานนั้นๆ ดังที่ ฟลาเวลล์ (Flavell. 1979: 906-911) ได้กล่าวว่า เมตาคอคนิชัน หมายถึง การที่บุคคลรู้ถึงกระบวนการคิด รวมทั้งสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิดของตนเอง อาจปรากฏเป็นความรู้หรือเป็นกิจกรรมทางการคิดที่มีเป้าหมายมีทิศทาง หรือที่เรียกว่าเป็นการคิดเกี่ยวกับการคิด (Cognition about cognition) และ เวลส์ (Wells. 2000: 13) ผู้ให้ความสนใจกับเมตาคอคนิชันโดยเฉพาะ กล่าวว่า ความคิดทุกประเภทต้องการความคิดระดับสูงกว่าเพื่อเชื่อมโยงโดยมีการควบคุมและกระบวนการกำกับนอกจากนี้ จากการศึกษาประสบการณ์ในเมตาคอคนิชัน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญอยู่ 4 ประการและพบว่ามีความสอดคล้องกับการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การพิสูจน์และทดลองการสรุปผลและนำไปใช้ อาจสรุปได้ว่าการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์ข้อมูล การวางแผน การกำกับและควบคุมตนเอง และการประเมินที่นำมาใช้กับการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งส่วนที่เป็นเนื้อหาและส่วนที่เป็นการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถกำกับและควบคุมตนเองในการคิดและการเรียนรู้ตามวิธีการหรือขั้นตอนต่างๆ อย่างเป็นระบบส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังทดลองสูงขึ้น

อย่างไรก็ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นกระบวนการคิดขั้นสูง ที่ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ จำนวนมาก อีกทั้งนักเรียนส่วนใหญ่มีพื้นฐานกระบวนการคิดแตกต่างกัน จึงต้องใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้มากพอสมควร ซึ่งทำให้บางครั้งเวลาในการจัดการเรียนรู้ในชั่วโมงเรียนไม่เพียงพอ นักเรียนอาจต้องใช้เวลานอกห้องเรียนในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ไม่ทันเวลา ซึ่งอาจเป็นตัวแปรแทรกซ้อนที่มีผลต่อผลการวิจัยด้วย

จากเหตุผลดังกล่าวมานี้ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยกลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 4 สามารถอภิปรายผลการทดลองได้ดังนี้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นในการเรียนรู้ ซึ่งสามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเกิดทักษะต่างๆ ได้ เพราะปัญหามีความยุ่งยากซับซ้อนและท้าทาย ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ อยากรู้อยากเห็นและแสวงหาความรู้เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา อีกทั้งปัญหาต้องใช้ขั้นตอนหลายขั้นตอนในการหาคำตอบและมีแนวทางในการหาคำตอบที่ทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะและความสามารถด้านการแก้ปัญหา รูปแบบของปัญหามุ่งเน้นให้มีการรวบรวมข้อมูลและกระตุ้นการเรียนรู้ ปัญหาที่นำเสนอเป็นสิ่งที่ท้าทายผู้เรียน ที่จะต้องเผชิญในการปฏิบัติจริง ตรงประเด็นและกระตุ้นการเรียนรู้ให้หาทางแก้ปัญหา เป็นสิ่งที่ทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และรวบรวมข้อมูลจากศาสตร์วิชาต่างๆ ความรู้ใหม่ได้มาโดยผ่านการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างแท้จริงในระหว่างการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการทำงานร่วมกันกับบุคคลอื่น พร้อมทั้งได้มีการอภิปราย เปรียบเทียบ ทบทวน และโต้แย้งในสิ่งที่เรียนด้วย การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและการแก้ปัญหาเป็นหลัก

ดังที่ พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์ และ Majumder (2544: 42) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น ใช้นักเรียนเป็นสำคัญ โดยมุ่งที่ใช้ปัญหาจริงหรือสถานการณ์จำลองเป็นตัวเริ่มต้นกระตุ้นการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดวิจารณญาณ ในขณะที่นักเรียนทำงานโดยใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลาง หลังจากที่นักเรียนได้ใช้ความรู้พื้นฐานในการทำความเข้าใจ และอธิบายแนวคิดต่อปัญหานั้นแล้วสิ่งที่ยังหลงเหลืออยู่ในปัญหา ซึ่งนักเรียนไม่เข้าใจจะเป็นประเด็นที่ต้องเรียนรู้ต่อไป เพื่อให้ได้ความรู้มาอธิบายและแก้ปัญหา สอดคล้องกับผลการวิจัยของ บุญนำ อินทนนท์ (2551: บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุง ที่ได้รับการจัดการ

เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันที่ระดับ .01

ส่วนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีทางเมตาคอคนิชัน (Metacognitive theory) มีจุดมุ่งหมายที่จะควบคุมการบริหารจัดการพื้นฐานของความรู้ในเมตาคอคนิชัน รวมทั้งรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนรู้เงื่อนไข และกฎต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ เวลา และวิธีการ ที่จะประยุกต์ใช้กลวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลายให้เกิดประโยชน์ เป็นการนำกลวิธีเมตาคอคนิชัน มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาเมตาคอคนิชันในด้านกลวิธีที่ช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการคิดแก้ปัญหา โดยตรวจสอบได้จากความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่เพิ่มขึ้น หลังจากได้รับการฝึกโดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน เพื่อพัฒนาการบริหารและควบคุมตรวจสอบ การคิดของตนเองในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ อย่างถูกต้อง มีทิศทาง และมีประสิทธิภาพ ตามทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูลของคลอสไมเออร์ (Kluasmeier. 1989: 74) โดยมุ่งเน้นที่การพัฒนาความคิดของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม ส่งผลต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สูงขึ้นดังผลการวิจัยของ สแวนสัน (Swanson. 1990: 306-314) ที่ได้ศึกษาผลของความรู้ในเมตาคอคนิชัน และความถนัดทางการเรียนที่มีต่อการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมที่มีความถนัดทางการเรียนสูงกับนักเรียนที่มีความถนัดทางการเรียนต่ำ และนักเรียนที่มีความสามารถด้านเมตาคอคนิชันสูงกับนักเรียนที่มีความสามารถด้านเมตาคอคนิชันต่ำ ผลการศึกษาพบว่า ความรู้ในเมตาคอคนิชันสามารถทำนายความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่าความถนัดทางด้านการเรียน โดยผู้ที่มีความรู้ในเมตาคอคนิชันสูง แต่มีความถนัดด้านการเรียนต่ำสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่าผู้ที่มีความถนัดด้านการเรียนสูงแต่มีความรู้ในเมตาคอคนิชันต่ำ พร้อมทั้งได้เสนอแนะว่าการฝึกความรู้ในเมตาคอคนิชัน สามารถนำไปใช้กับผู้ที่มีความสามารถทางด้านการเรียนต่ำ เพื่อเสริมสร้างให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้นได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ทองหล่อ วงษ์อินทร์ (2536) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่องการวิเคราะห์ความรู้เฉพาะด้านกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาและเมตาคอคนิชัน ของนักเรียนมัธยมศึกษาผู้ชำนาญ และไม่ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนผู้ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความรู้ในเมตาคอคนิชัน ด้านบุคคล ด้านงาน และ ด้านกลวิธี สูงกว่านักเรียนผู้ไม่ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ จรุง ขำพงศ์ (2542) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่องผลของการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากการเรียนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี

เมตาคอคนิชัน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้ และมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการเรียนการสอน การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันสูงกว่าก่อนการเรียนการสอน อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ

จากเหตุผลดังกล่าว สนับสนุนว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนและหลังทดลองมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 5 สามารถอภิปรายผลการทดลองได้ดังนี้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นำปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน มาเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนตระหนักถึงปัญหาและสามารถแสวงหาแนวทางในการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพื่อแก้ปัญหานั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในแต่ละขั้นตอนจะพบว่าทำให้นักเรียนมีความตื่นตัว ให้ความสนใจ มีความอยากรู้อยากเห็นและพยายามทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนจะได้ฝึกการคิดเชื่อมโยงปัญหาเข้ากับชีวิตประจำวันหรือประสบการณ์เดิม ทำให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ปัญหาและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ได้ฝึกการให้เหตุผลและเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เดิมกับสถานการณ์ปัญหาที่ได้พบ พร้อมทั้งได้ฝึกทักษะการวางแผนการเรียนรู้ด้วยตนเองที่สามารถนำไปใช้ได้กับการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนได้ฝึกทักษะการเรียนรู้และทำความเข้าใจกับเนื้อหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นการฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่นในกลุ่มและฝึกการทำงานเป็นทีม ได้ฝึกการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบและการสื่อสารกับบุคคลอื่นด้วย นอกจากนี้นักเรียนยังเกิดทักษะการคิดสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์และจากการหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่ศึกษามา และตัดสินใจได้ว่าเพียงพอที่จะแก้ปัญหานั้นหรือไม่ อย่างไร ทำให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้ที่หามาได้กับวิธีการหาคำตอบของปัญหา ซึ่งจะทำให้เกิดการพัฒนาทางด้านการแก้ปัญหาอีกทางหนึ่ง

ดังนั้นการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จึงเป็นกระบวนการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่มีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ คิดวิเคราะห์ปัญหานั้นให้เข้าใจอย่างชัดเจน ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม ดังที่ แบรโรว์และแทมบลิน (Barrows; & Tamblyn. 1980: 18) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่เป็นผลของกระบวนการทำงานที่มุ่งสร้างความเข้าใจและหาทางแก้ปัญหา ตัวปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการเพื่อสร้างความเข้าใจในตัวปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหา ซึ่งการฝึกความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สอดคล้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่มุ่งเน้นการระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลอง และการสรุปผลการทดลอง ดังที่ กุลยา ตันติผลาชีวะ (2548: 79) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้

แบบเน้นปัญหาเป็นฐานจะช่วยให้ผู้เรียนเลือกสรรข้อความรู้ที่ต้องการเรียนด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ด้วยวิธีแก้ปัญหา ได้รับความรู้ใหม่จากการศึกษาค้นคว้าด้วยการวิเคราะห์และแก้ปัญหาที่เรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ พิจิตร อุตตะโปน (2550: บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการศึกษา ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ศึกษาผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสิรินธร ปีการศึกษา 2548 ที่ได้จากอาสาสมัคร จำนวน 16 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ด้วยชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็มเป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับมาก

จากเหตุผลดังกล่าว สนับสนุนว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานก่อนและหลังทดลอง มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังทดลอง มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 6 สามารถอภิปรายผลการทดลองได้ดังนี้

การใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นการฝึกให้นักเรียนใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการเรียน การอ่าน การทดลองและการแก้ปัญหา โดยเมื่อผู้เรียนมีการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันตลอดเวลาจะทำให้ผู้เรียนเกิดความชำนาญจนกลายเป็นทักษะของแต่ละบุคคล จึงมีผลทำให้นักเรียนที่มีการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ดังหลักการที่ว่า การคิดในระดับสูง (Higher-Order Thinking) เป็นกลวิธีในระดับสูงสำหรับความคิดเกี่ยวกับการคิด (thinking about thinking) เพื่อที่จะสำรวจและควบคุมการปฏิบัติทางจิตใจ ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ และการคิดวิเคราะห์ ตลอดจนทำให้เกิดการพัฒนาเป็นความชำนาญ (Genick. 1997: 25) นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้กลวิธีเมตาคอคอนิชัน สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนใช้วิเคราะห์ การวางแผน การกำกับและควบคุมตนเอง และการประเมิน ในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพหรืออาจกล่าวได้ว่าการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ครบทุกขั้นตอน ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาเมตาคอคนิชันอย่างต่อเนื่อง และส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

สอดคล้องกับผลการวิจัยของ พัทธ ทองต้น (2545: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา ผลของการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันต่อความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาวิทยาศาสตร์และต่อการพัฒนาเมตาคอคนิชัน ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่าร้อยละ 60 นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธี เมตาคอคนิชันมีการพัฒนาเมตาคอคนิชัน โดยมีเมตาคอคนิชันหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ จรุง ขำพงศ์ (2542) เรื่อง ผลของการใช้กลวิธีเมตาคอคอนิชัน ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 60 และสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สมบัติ โพธิ์ทอง (2539) ที่ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง โดยใช้เมตาคอคนิชัน พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หลังการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เมตาคอคนิชัน สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 อาจสรุปได้ว่า การใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์ข้อมูล การวางแผน การกำกับและควบคุมตนเอง และการประเมินที่นำมาใช้กับการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งส่วนที่เป็นเนื้อหาและส่วนที่เป็นการแก้โจทย์ปัญหา ทำให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องตามวิธีการหรือขั้นตอนต่างๆ อย่างเป็นระบบ

อย่างไรก็ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นกระบวนการคิดขั้นสูง นักเรียนส่วนใหญ่มีพื้นฐานในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน จึงต้องใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้มากพอสมควร ซึ่งทำให้บางครั้งเวลาในการจัดการเรียนรู้ในชั่วโมงเรียนไม่เพียงพอ นักเรียนอาจต้องใช้เวลานอกห้องเรียนในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ไม่ทันเวลา ซึ่งอาจเป็นตัวแปรแทรกซ้อนที่มีผลต่อผลการวิจัยด้วย

จากเหตุผลดังกล่าว สนับสนุนว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังทดลอง มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการศึกษาวิจัย ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ผู้สอนสามารถนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รวมทั้งสาระการเรียนรู้อื่นๆ ได้ตามความเหมาะสม ทั้งนี้เพราะสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน ทั้งในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ผู้สอนที่จะจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ควรเตรียมความพร้อมในบทบาทของตนเอง ตั้งแต่การออกแบบการจัดการเรียนรู้ และศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับใบงาน ใบความรู้ให้ละเอียดก่อนสอน เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 ปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ปัญหาถือว่าเป็นองค์ประกอบหลัก ครูจะต้องให้ความสำคัญในการสร้างปัญหาที่ใช้เป็นฐานการเรียนรู้ให้มาก กล่าวคือครูต้องสร้างปัญหาให้มีลักษณะเป็นปัญหาปลายเปิด หรือมีความยุ่งยากซับซ้อนเพียงพอที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ให้นักเรียนคิดได้อย่างหลากหลาย ครอบคลุมเนื้อหาให้ได้มากที่สุด นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงความสนใจและความรู้พื้นฐานของผู้เรียนด้วย ครูจะต้องเตรียมคำถามไว้กระตุ้นความคิดของนักเรียนสำหรับปัญหาแต่ละปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ด้วย

1.4 ผู้สอนควรนำวิธีการเสริมแรงที่เหมาะสมไปใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนเพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเรียนพัฒนาศักยภาพของตนเองอย่างเต็มศักยภาพ และเกิดความภูมิใจในผลงานของตนเอง

1.5 ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ผู้สอนควรสอดแทรกกลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่านและการทดลองในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย

1.6 ควรสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ให้มากกว่านี้ ก่อนหาคุณภาพของแบบทดสอบเพื่อให้สามารถคัดเลือกแบบทดสอบที่มีคุณภาพสูงในการทำวิจัย

1.7ควรฝึกกระบวนการคิดให้กับนักเรียนทั้งสองกลุ่มทดลองก่อนเข้าสู่การวิจัย เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่มีพื้นฐานทางกระบวนการคิดที่แตกต่างกัน

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำรูปแบบการวิจัยนี้ ไปใช้ในการวิจัยโดยใช้เนื้อหาอื่น ในระดับชั้นอื่น หรือในรายวิชาอื่นๆ ตามความเหมาะสม

2.2 ควรทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในกลวิธีอื่นๆ เช่น กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่านและการทดลอง

2.3 ควรทำการศึกษาวิจัย ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน ต่อทักษะด้านอื่นๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

2.4 ควรเพิ่มเวลาการจัดการเรียนรู้ให้มากขึ้น เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่มีพื้นฐานในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน จึงต้องใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้มากพอสมควร ซึ่งทำให้บางครั้งเวลาในการจัดการเรียนรู้ในชั่วโมงเรียนที่กำหนดไว้ไม่เพียงพอ นักเรียนอาจต้องใช้เวลานอกห้องเรียนในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ไม่ทันเวลา ซึ่งอาจเป็นตัวแปรแทรกซ้อนที่มีผลต่อผลการวิจัย

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ. (2542). *คู่มือแนวทางจัดแผนการสอนพัฒนาศักยภาพโครงการทดลองพัฒนาศักยภาพของเด็กไทย*. กรุงเทพฯ: กองวิจัยการศึกษา.

----------. (2545). *เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.)

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กิ่งฟ้า สินธุวงษ์; และคนอื่นๆ. (2529). *รายงานการวิจัยเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา.* ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

กุลยา ตันติผลาชีวะ. (2548, มกราคม). การเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐาน. *สารานุกรมศึกษาศาสตร์.* (34): 77-80.

จรุง ขำพงศ์. (2542). *ผลของการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

จุฑารัตน์ ชนานุสาสน์. (2547). *ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ กลวิธีเมตาคอคนิชันที่มีต่อการพัฒนาเมตาคอกนิชันในการอ่าน และการแก้ปัญหาและต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 11*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

เฉลิม วราวิทย์. (2531, มกราคม-มีนาคม). แนวคิดใหม่ในแพทยศาสตร์ศึกษา. *วารสารครุศาสตร์*: 16(3): ก-ฐ.

เฉลิมพล ตามเมืองปัก. (2548). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL)*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2532). *คำบรรยายวิชาบทเรียนสำเร็จรูป*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชุติมา ทองสุข. (2547). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2550). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 10. นนทบุรี: ไทยเนรมิตกิจอินเตอร์ โปรเกรสซิฟ.

ชูศรี วงศ์รัตนะ; และองอาจ นัยพัฒน์. (2551*). แบบแผนการวิจัยเชิงทดลองและสถิติวิเคราะห์แนวคิดพื้นฐาน และวิธีการ*. กรุงเทพฯ: แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์. (2530). *การฝึกสมรรถภาพสมองเพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

เชาว์ศิริ ธารารัตน์. (2550). *การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเผยแพร่ความรู้ด้วยหนังสือการ์ตูนวิทยาศาสตร์*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ณัฏฏ์ฐนัฐ เฉลิมสุข. (2550). *การสร้างแบบวัดการคิดแบบเมต้า (metacognition) ของนักเรียนช่วงชั้นที่4 กรณีศึกษา : จังหวัดสระบุรี*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ณัฏฐี เจริญเกียรติบวร. (2538). *ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียนและความตระหนักในเมตาคอคนิชัน กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

ดรุณี พรายแสงเพ็ชร. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหาโดยใช้สารสนเทศ*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ทบวงมหาวิทยาลัย. (2525). *ชุดส่งเสริมประสบการณ์สำหรับครูวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์.

ทองหล่อ วงษ์อินทร์. (2536). *การวิเคราะห์ความรู้เฉพาะด้าน กระบวนการในการคิดแก้ปัญหาและเมตาคอคนิชั่น ของนักเรียนมัธยมศึกษาผู้ชำนาญ และไม่ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์*. วิทยานิพนธ์ คม. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

ทิวาวรรณ จิตตะภาค. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning / PBL).* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ทิศนา แขมมณี. (2544). *วิทยาการด้านการคิด.* กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์.

----------. (2545). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี ประสิทธิภาพ.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนาภรณ์ ตันเจริญ. (2535). *การพัฒนารูปแบบการสอนตามแนวเมตาคอกนิชันเพื่อเพิ่มความสามารถทางดนตรีในการทำอิมโพรไวเซชัน.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. (ดนตรีศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

นภา หลิมรัตน์. (2540, กันยายน-ธันวาคม). PBL คืออะไร. *วารสารส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนการสอน.* 6(1): 12-14.

นารีรัตน์ ฟักสมบูรณ์. (2541). *การใช้ชุดส่งเสริมศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

นิพนธ์ นิลคง. (2541). *ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ทักษะการคำนวณในการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานคร.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

นิรมล ศตวุฒิ. (2547, กันยายน-ธันวาคม). การจัดการเรียนรู้ที่เริ่มจากผู้เรียน (Self-Directed Learning). *วารสารข้าราชการครู.* 1(7): 86-88.

บุญนำ อินทนนท์. (2551). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุงที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัส. (2541). *คิดเก่ง สมองไว.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

----------. (2551). *การพัฒนาการคิด.* กรุงเทพฯ: เทคนิคพริ้นติ้ง.

ประวิทย์ ชูศิลป์. (2534). *"หลักการประเมินผลวิทยาศาสตร์แผนใหม่" เอกสารนิเทศการศึกษา.* กรุงเทพฯ: ภาคพัฒนาตำราและเอกสาร หน่วยศึกษานิเทศน์ กรมการฝึกหัดครู.

พรรณี ช. เจนจิต. (2545). *จิตวิทยาการเรียนการสอน.* กรุงเทพฯ: เสริมสิน พรีเพรส ซิสเต็ม.

พรรณี ชูทัย. (2522). *จิตวิทยาการเรียนการสอน: จิตวิทยาสำหรับครูในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *การวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.* กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์; และ Majumdar, Basanti. (2544). *การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา*. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

----------. (2544). *การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา Problem-BasedLearning.* กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

พัทธ ทองต้น. (2545). *ผลของการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาวิทยาศาสตร์ และต่อการพัฒนาเมตาคอคนิชันของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

พิจิตร อุตตะโปน. (2550). *ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

พิทักษ์ สวนดี. (2550). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอินเทอร์เน็ตและการสร้างเว็บเพจการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา (CIPPA) และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL).* วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

พิมพันธ์ เตชะคุปต์. (2545). *พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: เดอร์มาสเตอร์กรุ๊ป.

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

โฟการ์ตี; และโอเปกา. (2546). *สอนหนูให้รู้จักคิด Start Them Thinking.* แปลโดย มัลลิกา พงศ์ปริตร. กรุงเทพฯ: เอช เอ็น กรุ๊ป.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2534). *การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา.* เชียงใหม่: เชียงใหม่คอมเมอร์เชียล.

มนมนัส สุดสิ้น. (2543). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติ.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

มนัสนันท์ สระทองเทียน. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

มณวิภา อ่อนศรี. (2541). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทร วิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

มยุรา ตรงประเสริฐ. (2548). *การสร้างชุดการสอนกิจกรรมแนะแนวเพื่อพัฒนาการรู้คิดของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการแนะแนว). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

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

มัณฑรา ธรรมบุศย์. (2545, กุมภาพันธ์). การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL (Problem-Based Learning). *วารสารวิชาการ*. 5(2): 11-17.

มัตติกา กันทะเตียน. (2548). *การใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยกลวิธีอภิปัญญา.* วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (เทคโนโลยีทางการศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.

เมธาวี พิมวัน. (2549). *ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

รังสรรค์ ทองสุขนอก. (2547). *ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ (Problem-Based Learning) เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

รัชนีวรรณ สุขเสนา. (2550). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง บทประยุกต์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับการเรียนรู้ตามคู่มือครู.* วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

รัตนะ บัวรา. (2540). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยชุดการสอนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

รุ่งชีวา สุขดี. (2531). *การศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยเพื่อการศึกษา.* กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

----------. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้.* กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

----------. (2540). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้.* กรุงเทพฯ: สุรียาสาสน์.

----------. (2543). *เทคนิคการวิจัยเพื่อการศึกษา.* กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ลำพูน ทองอินทร์. (2547). *ผลของรูปแบบการทดลองที่มีต่อการคิดอภิมาน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และความวิตกกังวลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. (2540). *การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพทางวิชาการ.

----------. (2543). *การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.* เอกสารประกอบการอบรมโครงการประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).

วนิดา คันธจันทร์. (2549). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของผู้เรียนกับความสามารถในการคิดระดับสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

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

วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2535). *การเปรียบเทียบประสิทธิผลของรูปแบบการฝึกยุทธศาสตร์การเรียนรู้เมตาคอคนิชันในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายแบบโดยตรง กับแบบสอดแทรกในเนื้อหาการสอน.* วิทยานิพนธ์ ค.ด. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

วินัย คำสุวรรณ. (2528). *ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

ศรีสุมา ทัสมี. (2552). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เมตาคอกนิชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* การศึกษาค้นคว้าอิสระ ศศ.ม. (หลักสูตรและสอน). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

ศิริเพ็ญ ยังขาว. (2549). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาอนาคต.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ศุภพงษ์ คล้ายคลึง. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทดลอง โดยใช้ชุดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ศุภลักษณ์ สินธนา. (2545). *การศึกษาการคิดอภิมานโดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น : การวิเคราะห์กลุ่มพหุ.* วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (การทดสอบและวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือการวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: สถาบันฯ.

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

----------. (2535). *ธรรมชาติวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สมจิต สวธนไพบูลย์. (2541). *การประชุมปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอนคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

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

สมจิตร ทรัพย์อัประไมย. (2540). *ผลการใช้รูปแบบเพื่อพัฒนาเมตาคอกนิชันที่มีต่อเมตาคอกนิชันและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 6.* วิทยานิพนธ์ ค.ด. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

สมเจตน์ ไวยาการณ์. (2530). *รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สมบัติ โพธิ์ทอง. (2539). *การพัฒนาความสามารถในแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง โดยใช้เมตาคอคนิชัน.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. (ประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

สายใจ จำปาหวาย. (2549). *ผลการเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและรูปแบบของ สสวท. เรื่องบทประยุกต์ ที่มีต่อผลการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.* วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

สายหยุด สมประสงค์. (2523). *ยุทธศาสตร์การคิด.* โครงการส่งเสริมความเป็นเลิศทางวิชาการ. กรุงเทพฯ: กรมสามัญศึกษา. ถ่ายเอกสาร.

สาวิตรี เครือใหญ่. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความคิดวิจารณญาณในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยวงจรการเรียนรู้กับการสอนที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือ.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). *มาตรฐานการศึกษาเพื่อการประเมินคุณภาพภายนอก ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน.* กรุงเทพฯ: จุดทอง.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ 3 การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน.* กรุงเทพฯ: ชุมนุมการเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักนายกรัฐมนตรี, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. (2550). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 พ.ศ.2550-2554.* กรุงเทพฯ: สูตรไพศาล.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด

สุทิน คงโรจนวงศา. (2543). *ผลของรูปแบบคำถามของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ต่อการคิดอภิมาน.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุเทียบ ละอองทอง. (2545). *การพัฒนารูปแบบการสอนอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจโดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สถาบันราชภัฏบุรีรัมย์.* วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

สุธรรม สอนเถื่อน. (2548). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะวอลเลย์บอลด้วยโปรแกรมการเรียนแบบร่วมมือและโปรแกรมการเรียนแบบกลุ่ม.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุภาวรรณ ด่านสกุล. (2539). *การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และการพึ่งตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการสอนกิจกรรมตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือการจัดกิจกรรม*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุมาลี โชติชุ่ม. (2544). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเชาว์อารมณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนโดยใช้ชุดการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมเชาว์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครู.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุมาลี ดำรงไชย. (2537). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองจากวัสดุในท้องถิ่นกับการสอนตามคู่มือครู.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *ยุทธศาสตร์การคิดแก้ปัญหา.* กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

แสงจันทร์ พิชญานุรัตน์. (2549). *ผลการใช้ปัญหาปลายเปิดพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (หลักสูตรและสอน). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

หทัยรัช รังสุวรรณ. (2539). *ผลของการสอนโดยใช้แผนที่มโนมติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กายภาพชีวภาพด้านมโนมติ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

หนึ่งนุช กาพภักดี. (2543). *การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการสอนตามแนวคอนสตัควิซึมกับการสอนตามคู่มือครู*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อวยพร เรืองศรี. (2544). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอภิมานกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อัญชลีพร เตชะศิรินุกูล. (2535). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดนใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยยุทธวิธีการตัดสินใจกับการสอนตามคู่มือครู*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อาภรณ์ แสงรัศมี. (2543). *ผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

อุดมลักษณ์ นกพึ่งพุ่ม. (2545). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนมติ*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อุทุมพร จามรมาน. (2540). *การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวัดลักษณะของผู้เรียน.* กรุงเทพฯ: ฟันนี่พับบลิชชิ่ง.

Anderson, R. C. (1985). Role of the reader's schema in comprehension, learning, and Memory In *Theoretical models and processes of reading*. pp. 372-397.

Anderson, Neil J. (2002, September). *The Role of Metacognition in Second Language Teaching andLearning.* ERIC Clearinghouse on Languages and Lingguistics Washington DC. Retrieved September 3, 2002, from http://www.cal.org/ericcll/DIGES.

Baker, T. (1960, March). What can We do to Make Our Children Capable of Thinking for Themselves. *Science Education*. (34): 153 – 155.

Barell, John. (1998). *PBL an Inquiry Approach.* Illinois: Skylight Training and Publishing Inc.

Barrows, Howard S. (1996). Problem-Based Learning in Medicine and Beyond: A Brief Overview. In *Bringing Problem-Based Learning to Higher Education* : *Theory and Practice*, pp. 3 -12. San Francisco: Jossey – Bass.

Barrows, Howard S.; & Tamblyn, Robyn M. (1980). *Problem-Based Learning: An Approach To Medical Education.* New York: Springer.

Beyer, B. K. (1987). Practice Strategies for Teaching of Thinking. Boston: Allyn and Bacon.

----------. (1997). *Improving student thinking : a comprehensive approach.* Boston: Allyn And Bacon.

Bloom, Benjamin S. (1956). *Taxonomy of Education Objective Handbook I : Cognitive Domain.* New York: David Mackey Company, Inc.

Bourne, Lyle E. Jr.; Ekstrand, Bruce, R.; & Roger, L. Dominoski. (1971). *The Psychology of Thinking*. New Jersey: Prentice – Hall.

Brown, A. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms**.** In *Metacognition, motivation and understanding. Hillsdale*. N.J.: Lawrence Erlbuam**.**

Brown, A. L.;& Palincsar, A. S. (1982). Inducing strategies learning from texts by means of informed, self-control training. Topics. In *Learning and Learning Disabilities*. pp. 1-7.

Brown, A. L.; et al. (1983). Learning, remembering, and understanding. In *Carmichael's manual of child psychology*, pp. 77-166. New York: Wiley

Costa, L. A. (2000). *Developing your child's habits of success in school, life and work.* USA: The Association for Supervision and Curriculum Development.

Costa, L. A.; & Kallick, B. (2000, March). *Describing 16 habits of mind.* Retrieved March 4, 2008, from http://www.habits of mind.net/pdf/16HOM2.pdf.

Delisle, Robert. (1997). *How to use Problem-Based Learning in the Classroom.* Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.

Dressel, Paul L. (1955). Critical Thinking : The Goal of Education. *The Journal of the National Education Association*. p.44.

Eberle, Bob.; & Stanish, Bob. (1996). *CPS for Kids: A Resource Book for Teaching Creative Problem-Solving to Children.:* Prufrock Press.

Edens, Kellah M. (2000). Preparing Problem Solvers for the 21st Century through Problem-Based Learning. *College Teaching* 48(2): 55-60.

Eggen, P.D.; & Kuachak, D.P. (2001). *Strategies for teacher: Teaching Content and Thinking Skill.* 4th ed. Needham: A Peason Education.

Eysenck, H.J.; & Arnold, W. (1972). *Encyclopedia of Psychology*. London: Search Press.

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

Flavell, J. H. (1979). Metacognition and Cognitive Monitoring. *American Psychologist* 34(10): 906-911.

Flavell, J.H. (1985). *Cognitive Development 2nd ed*. N.J.: Prentice Hall.

Gagne, Robert M. (1970). *The Condition of Learning*. 2nd ed. New York: Holy, Rinehart and Winstin, Inc.

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

Gallagher, Shelagh A. (1997). Problem-Based Learning: Where did it come from, What doesIt do, and Where is it going?. *Journal for the Education of the Gifted.* 20(4): 332-62.

Gama, C. (2002, March). *Investigating the Effect of Training in Metacognition In an Interactive Learning Environment : Design of an Empirical study.* Retrieved March 4, 2008 from Claudiag@cogs.susx.ac.uk..

Gama, C. (2004). *Integrating Metacognition Instruction in Interactive Learning*

Gardner, R.; & Alexander, P.A. (1989). Metacognition : Answered Unanswered Questions, *Educational Psychologist.* 24(2): 143-158.

Environments. U.S.A.: University of Sussex.

Genick, P. A. (1997). *Independent learning and literagy: strategies for elementary teachers.* U.S.A.: Allyn and Bacon.

Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. New York: McGraw – Hill Company.

Griffith, Donald Sanford, Jr. (2005, October). First Robotics as a Model for Experiential Problem-based Learning : A Comparison of Student Attitudes and Interest in Science, Mathematics,Engineering, and Technology. *Dissertation Abstracts International*. 66(04): 2170-B.

Guilford, J.P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. McGraw – Hill Book Company.

Harris, A. J. (1968). *How to increase reading ability: a guide to developmental and remedial methods*. 4th ed. New York: David Mckay.

Hartman, H. J. (1998). Metacognition in teaching and learning : an introduction.instructional *Science.* 26 (1-2): 1-3.

Henson, K. T.; & Eller, B. F. (1999). *Educational Psychology for Effective teaching.* USA: Wadsworth Publishing Company.

Hmelo, C.E.; & Evensen, D.H. (2000*).* Introduction Problem-Based Learning: Gaining Insights on Learning Interactions Through Multiple Methods of Inquiry. In *Problem-Based Learning A Research Perspective on Learning Interactions*, pp. 1-16. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Hoolowell, Kothleem Am. (1977). A Flow Chart Model of Cognitive Process in Mathmatical Problem-Solving. *Dissertation Abstract International*. 37: 7373-8015 A.

Hoover, Carolyn J. (1999, March). Effect of System –Modle Diagrams with Scientific Text on Explanative Recall and Problem Solving Performance of Community Coiieng Student. *Dissertation Abstracts International.* (CD-ROM): 59(9).

Illinois Mathematics and Science Academy. (2006, May). *Introduction to PBL.* Retrieved May 22, 2006, from http://www.imsa.edu/team/cpbl/whatis/whatis/slide3.html

Jolly, anju B. (1999, March*). The Effectiveness of Learning with Concept Mapping on The Science Problem-Solving of Sixth-Grade Children*. W Dissertation Abstracts International. (CD-ROM). 49(9).

Klausmier, H. J. (1985). *Educational psychology***.** 5th ed. New York: Harper & Row.

Klausmier, H. J.; & Ripple, R. E. (1971*). Learning and human abilities: educational psychology*. New York: Harper & Row.

Learning to Learn. (2010, August). Retrieved August 18, 2010. from http:// snow.utoronto.ca/Learn2/mod2/ metacognition.html.

Lamsdaine, E.; & Lamsdaine, M. (1995). *Creative Problem Solving*. New York: McGraw-Hill.

Leat, D.; & Lin, M. (2003, August). *Developing a pedagogy of Metacognition and Transfer : Some signposts for the generation and use of knowledge and the creation of research partnerships.* Retrieved August 18, 2005. from http://www.lu.hiof.no/tt-nor/David-Paper 2.doc.

Lories, G.; Yzerbyt, V. Y.; & Dardenne, B. (1998). *Metacognition: cognitive and social dimensions.* London: Sage Publications.

Lowe, H. Z. (1984). Development strategic reading skills. *Foreign Language Annals* 17: 301-303.

Macleod, W. B.; Butler, D. L.; & Syer, K. D. (n.d.). *Assessing Metacognitive Change.* U.S.A: University of British Columbia.

Mansi. (2004, August). Reasoning and Geometric Proof in Mathematics Education : A Review of the Literature. *Masters Abstracts International*. 42(04): 1111.

Nabor, OG. (1975, December*).* A Comparative Study of Academic Achievement And Problem-Solving Abilities of Blank Pupils at the Intermediate Level on Computer-Supported Instruction and Self-contained Instructional Program. *Dissertation Abstracts International.* 36: 3241-3242A.

Olarinoye, Rapple Dale. (1979). A Comparative study of the Effectiveness of Teaching A Secondary School. *Dissertation Abstracts International*.

Osborne, J. (1999, August). *Measuring Metacognition in the Classroom : A Review of Currently Available Measures.* Retrieved August 18, 2010. from http :// from faculty-staff.ou.edu/o/ Jason. W. Osborne-1/Metahome. Html.

Scott, Willam A.; & Wertheimer. (1967). *Introduction to Psychological Research..* 4th ed. New York: John Wilcy

Shaw, Terry J. (1977). The Effect of Problem Solving Training in Science Upon Utilization of Problem Solving Skills in Science and Social Studies. *Dissertation Abstract International*. 38(9):5337-A

Silberstein, S. (1994). *Techniques and resources in teaching reading*. New York: Oxford University.

Siraj-Blatchford, J.; & Petayeva, D. (2002, September). *Metacognition: A Literature Review.* Retrieved September 3, 2003. from http://www.ioc.ac.uk/cdi/chat/chatmeta2.html.

Smith, Patty Templeton. (1994, January). Instructional Method Effect on Student Attitude and Achievement. *Dissertation Abstracts International.* 54(7): 2528-17

Strang, R. M. (1969). *Diagnostic teaching of reading***.** 2d ed. New York: McGraw-Hill Book.

Swanson, H. L. (1990). Influence of Metacognitive Knowledge and Aptitude on Problem Solving. *Journal of Education Psychology*. 82(2): 306-314.

Tinker, M. A. (1952). *Teaching elementary reading*. New York: Appleton-Century-Crofts.

Walton, H.J.; & Matthews, M.B. (1989). *Essentials of Problem-Based Learning. Medical Education.* 23: 456-459.

Weir, John Joseph. (1974, April). Problem Solving is Everybody's Problem. *The Science Teacher*. 4: 16 – 18.

Wells, A. (2000). *Emotion Disorders and Metacognition*. New York: John Wiley & Sons.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ ได้รับความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเสนอแนะ ดังนี้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สนธยา ศรีบางพลี	ข้าราชการบำนาญ โรงเรียนสาธิต มศว ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุมพต พุ่มศรีภานนท์	อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
อาจารย์ อุษา พุ่มศรีภานนท์	ศึกษานิเทศก์ ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา กรุงเทพมหานคร

ภาคผนวก ข

- ตารางผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- ตารางผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์
- ตารางผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- ตารางผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ตารางผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- ตารางผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- ตารางตารางแสดงค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่า	การ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม	IOC	พิจารณา
1. ด้านเนื้อหา						
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
1.2 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
1.3 เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2. ด้านกิจกรรม						
2.1 กิจกรรม						
2.1.1 มีความยาก–ง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2.1.2 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
2.1.3 การเรียงลำดับกิจกรรมต่อเนื่องและเหมาะสมกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2.1.4 กิจกรรมเหมาะสม ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการและมีความ สามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2.1.5 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2.2 คำถามท้ายกิจกรรม						
2.2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
2.2.2 สอดคล้องกับกิจกรรม	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
2.2.3 จำนวนข้อเหมาะสม	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
3. ด้านการใช้ภาษาและภาพประกอบ						
3.1 ภาษาเหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3.2 ภาพประกอบสัมพันธ์กับเนื้อหา และเหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4. ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ในภาพรวม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม	ค่า IOC	การพิจารณา
1. ด้านเนื้อหา						
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
1.2 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
1.3 เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2. ด้านกิจกรรม						
2.1 กิจกรรม						
2.1.1 มีความยาก–ง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2.1.2 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
2.1.3 การเรียงลำดับกิจกรรมต่อเนื่องและเหมาะสมกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2.1.4 กิจกรรมเหมาะสม ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการและมีความ สามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2.1.5 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2.2 คำถามท้ายกิจกรรม						
2.2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
2.2.2 สอดคล้องกับกิจกรรม	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
2.2.3 จำนวนข้อเหมาะสม	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
3. ด้านการใช้ภาษาและภาพประกอบ						
3.1 ภาษาเหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3.2 ภาพประกอบสัมพันธ์กับเนื้อหา และเหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4. ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ในภาพรวม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	การพิจารณา
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. อธิบายวิธีการบอกตำแหน่งของวัตถุได้	1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2. บอกความหมายของจุดอ้างอิงและบอกตำแหน่งของวัตถุที่ต้องบอกเทียบกับจุดอ้างอิงได้	2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3	+1	-1	+1	1	0.33	ตัดออก
3. เลือกวิธีบอกตำแหน่งของวัตถุในชีวิตประจำวันโดยใช้วิธีที่เหมาะสมได้	4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4. อธิบายความหมายของปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์ได้	6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	7	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	9	0	0	+1	1	1.00	ตัดออก
5. ยกตัวอย่างปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์ได้	10	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	11	0	+1	0	1	0.33	ตัดออก
	12	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	13	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	14	0	0	0	0	0.00	ตัดออก
6. อธิบายผลของแรงต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุได้	15	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7. อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่เป็นแนวทางตรงและในแนวเส้นโค้งได้	16	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	17	-1	+1	+1	1	0.33	ตัดออก
	18	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	19	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 24 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม	ค่า IOC	การพิจารณา
8. บอกลักษณะการเคลื่อนที่	20	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
ของวัตถุที่พบในชีวิตประจำวัน	21	0	0	+1	1	0.33	ตัดออก
อันเนื่องมาจากการออกแรง	22	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
กระทำต่อวัตถุได้							
9. บอกความหมายของ	23	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
ระยะทางและการกระจัดได้	24	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	25	0	0	+1	1	0.33	ตัดออก
10. อธิบายความแตกต่าง	26	-1	0	+1	0	0.00	ตัดออก
ระหว่างระยะทางและการ	27	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
กระจัดได้	28	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	29	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	30	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
11. ทดลองและวัดอัตราเร็ว	31	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
ของวัตถุซึ่งเคลื่อนที่ในแนว	32	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
ตรงโดยใช้เครื่องเคาะ	33	-1	0	0	-1	-0.33	ตัดออก
สัญญาณเวลา							
12. ระบุความแตกต่างของ	34	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
อัตราเร็วและความเร็ว	35	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
13. คำนวณและอธิบาย	36	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
อัตราเร็ว และความเร็วใน	37	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
การเคลื่อนที่ของวัตถุ	38	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	39	-1	+1	+1	1	0.33	ตัดออก
	40	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

หมายเหตุ

ข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกที่ผ่านการคัดเลือกมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป โดยข้อสอบที่เลือกไว้มี 30 ข้อ แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนจำนวน 30 คน หาค่าความยากง่าย (p) และ ค่าอำนาจจำแนก(r) ต่อไป

ตาราง 25 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	การพิจารณา	ความเชื่อมั่น
1.	0.86	0.25	0.56	0.62	ใช้ได้	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
2.	0.62	0.37	0.49	0.25	ใช้ได้	วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3.	0.99	0.37	0.68	0.62	ใช้ได้	$r_{tt} = \frac{k}{k-1}\left\{1 - \frac{\bar{x}(k-\bar{x})}{ks^2}\right\}$
4.	0.49	0.12	0.37	0.37	ใช้ได้	
5.	0.74	0.25	0.49	0.49	ใช้ได้	
6.	0.99	0.12	0.56	0.86	ใช้ได้	$r_{tt} = \frac{30}{30-1}\left\{1 - \frac{17.80 \cdot (30-17.80)}{30 \times 59.26897}\right\}$
7.	0.86	0.62	0.74	0.25	ใช้ได้	$r_{tt} \approx 0.92$
8.	0.99	0.12	0.56	0.86	ใช้ได้	
9.	0.99	0.12	0.56	0.86	ใช้ได้	
10.	0.86	0.25	0.56	0.62	ใช้ได้	
11.	0.86	0.37	0.62	0.49	ใช้ได้	
12.	0.86	0.37	0.62	0.49	ใช้ได้	
13.	0.99	0.12	0.56	0.86	ใช้ได้	
14.	0.99	0.25	0.62	0.74	ใช้ได้	
15.	0.99	0.12	0.56	0.86	ใช้ได้	
16.	0.86	0.25	0.56	0.62	ใช้ได้	
17.	0.62	0.37	0.49	0.25	ใช้ได้	
18.	0.86	0.12	0.49	0.74	ใช้ได้	
19.	0.86	0.25	0.56	0.62	ใช้ได้	
20.	0.99	0.37	0.68	0.62	ใช้ได้	
21.	0.99	0.25	0.62	0.74	ใช้ได้	
22.	0.99	0.37	0.68	0.62	ใช้ได้	
23.	0.99	0.12	0.56	0.86	ใช้ได้	
24.	0.37	0.12	0.25	0.25	ใช้ได้	
25.	0.99	0.25	0.62	0.74	ใช้ได้	

ตาราง 25 (ต่อ)

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	การพิจารณา	ความเชื่อมั่น
26.	0.86	0.25	0.56	0.62	ใช้ได้	
27.	0.99	0.12	0.56	0.86	ใช้ได้	
28.	0.86	0.37	0.62	0.49	ใช้ได้	
29.	0.49	0.25	0.37	0.25	ใช้ได้	
30.	0.86	0.12	0.49	0.74	ใช้ได้	

หมายเหตุ

ข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกที่ผ่านการคัดเลือกมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยข้อสอบที่เลือกไว้มี 30 ข้อ แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนจำนวน 30 คน หาค่าความเชื่อมั่นได้เท่ากับ 0.92

ตาราง 26 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สถานการณ์ที่	ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	การพิจารณา
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
	2	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
	3	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
	4	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
2	5	0	0	0	0	0.00	ตัดออก
	6	0	0	0	0	0.00	ตัดออก
	7	0	0	0	0	0.00	ตัดออก
	8	0	0	0	0	0.00	ตัดออก
3	9	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	10	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
	11	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
	12	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	13	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
	14	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
	15	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
	16	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
5	17	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	18	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	19	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	20	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	21	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	22	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	23	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
	24	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
7	25	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	26	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	27	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	28	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้

ตาราง 26 (ต่อ)

สถานการณ์ที่	ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	การพิจารณา
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
8	29	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	30	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
	31	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	32	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9	33	0	0	0	0	0.00	ตัดออก
	34	0	0	0	0	0.00	ตัดออก
	35	0	0	0	0	0.00	ตัดออก
	36	0	0	0	0	0.00	ตัดออก
10	37	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	38	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
	39	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
	40	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

หมายเหตุ

ข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกที่ผ่านการคัดเลือกมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป จำนวน 8 สถานการณ์ จำนวน 32 ข้อ แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนจำนวน 30 คน หาค่าความยากง่าย (p) และ ค่าอำนาจจำแนก(r) ต่อไป

ตาราง 27 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และความเชื่อมั่นแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	การพิจารณา	ความเชื่อมั่น
1.	0.99	0.00	0.49	0.99	ใช้ได้	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2.	0.99	0.12	0.56	0.86	ใช้ได้	
3.	0.99	0.25	0.62	0.74	ใช้ได้	$r_{tt} = \frac{k}{k-1}\left\{1 - \frac{\bar{x}(k-\bar{x})}{ks^2}\right\}$
4.	0.99	0.37	0.68	0.62	ใช้ได้	
5.	0.99	0.37	0.68	0.62	ใช้ได้	
6.	0.99	0.49	0.74	0.49	ใช้ได้	$r_{tt} = \frac{32}{32-1}\left\{1 - \frac{18.1667 \cdot (32-18.1667)}{30 \times 79.93678}\right.$
7.	0.99	0.25	0.62	0.74	ใช้ได้	
8.	0.99	0.37	0.68	0.62	ใช้ได้	$r_{tt} \approx 0.94$
9.	0.99	0.37	0.68	0.62	ใช้ได้	
10.	0.99	0.25	0.62	0.74	ใช้ได้	
11.	0.99	0.25	0.62	0.74	ใช้ได้	
12.	0.99	0.12	0.56	0.86	ใช้ได้	
13.	0.99	0.12	0.56	0.86	ใช้ได้	
14.	0.99	0.00	0.49	0.99	ใช้ได้	
15.	0.99	0.12	0.56	0.86	ใช้ได้	
16.	0.74	0.37	0.56	0.37	ใช้ได้	
17.	0.99	0.49	0.74	0.49	ใช้ได้	
18.	0.99	0.25	0.62	0.74	ใช้ได้	
19.	0.99	0.37	0.68	0.62	ใช้ได้	
20.	0.99	0.25	0.62	0.74	ใช้ได้	
21.	0.99	0.25	0.62	0.74	ใช้ได้	
22.	0.99	0.25	0.62	0.74	ใช้ได้	
23.	0.99	0.49	0.74	0.49	ใช้ได้	
24.	0.99	0.12	0.56	0.86	ใช้ได้	
25.	0.99	0.25	0.62	0.74	ใช้ได้	

ตาราง 27 (ต่อ)

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	การพิจารณา	ความเชื่อมั่น
26.	0.99	0.12	0.53	0.86	ใช้ได้	
27.	0.99	0.12	0.56	0.86	ใช้ได้	
28.	0.99	0.12	0.56	0.86	ใช้ได้	
29.	0.86	0.49	0.68	0.37	ใช้ได้	
30.	0.86	0.25	0.56	0.62	ใช้ได้	
31.	0.74	0.00	0.37	0.74	ใช้ได้	
32.	0.74	0.49	0.62	0.25	ใช้ได้	

หมายเหตุ

ข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกที่ผ่านการคัดเลือกมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยข้อสอบที่เลือกไว้มี 30 ข้อ แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนจำนวน 30 คน หาค่าความเชื่อมั่นได้เท่ากับ 0.94

ตาราง 28 แสดงค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

เลขที่	แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน		เลขที่	แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์	
	ใบงาน/ใบกิจกรรม (50 คะแนน)	แบบทดสอบ (30 คะแนน)		ใบงาน/ใบกิจกรรม (50 คะแนน)	แบบทดสอบ (30 คะแนน)
1.	38	19	1.	45	24
2.	40	26	2.	38	25
3.	41	20	3.	38	23
4.	38	28	4.	38	22
5.	47	27	5.	37	30
6.	42	28	6.	47	24
7.	36	28	7.	41	24
8.	31	27	8.	39	18
9.	47	26	9.	45	26
10.	39	30	10.	37	22
11.	46	25	11.	34	26
12.	42	28	12.	47	26
13.	47	25	13.	41	27
14.	42	26	14.	40	22
15.	45	25	15.	35	22
16.	45	27	16.	46	25
17.	47	26	17.	43	26
18.	44	21	18.	43	28
19.	44	25	19.	41	23
20.	37	27	20.	45	25
21.	39	23	21.	35	18
22.	40	25	22.	35	27
23.	46	24	23.	43	25
24.	42	25	24.	42	22
25.	37	23	25.	47	23

ตาราง 28 (ต่อ)

เลขที่	แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน		เลขที่	แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์	
	ใบงาน/ใบกิจกรรม (50 คะแนน)	แบบทดสอบ (30 คะแนน)		ใบงาน/ใบกิจกรรม (50 คะแนน)	แบบทดสอบ (30 คะแนน)
26.	38	22	26.	42	26
27.	44	26	27.	40	19
28.	47	27	28.	36	27
29.	42	25	29.	44	27
30	41	24	30	47	21
รวม	1,254	758	รวม	1,231	726
$\bar{x}$	41.80	25.27	$\bar{x}$	41.03	24.10
S.D.	4.02	24.90	S.D.	4.10	2.88

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คำนวณจากสูตร

$$E_1 = \frac{\left(\frac{\sum X}{N}\right)}{A} x\,100 \qquad E_2 = \frac{\left(\frac{\sum F}{N}\right)}{B} x\,100$$

$$E_1 = \frac{\left(\frac{1,254}{30}\right)}{50} x\,100 \qquad E_2 = \frac{\left(\frac{758}{30}\right)}{30} x\,100$$

E_1 = 83.60 E_2 = 84.23

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เท่ากับ 83.60/84.23

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ คำนวณจากสูตร

$$E_1 = \frac{\left(\frac{\sum X}{N}\right)}{A} x\,100 \qquad E_2 = \frac{\left(\frac{\sum F}{N}\right)}{B} x\,100$$

$$E_1 = \frac{\left(\frac{1,231}{30}\right)}{50} x\,100 \qquad E_2 = \frac{\left(\frac{726}{30}\right)}{30} x\,100$$

E_1 = 82.06 E_2 = 80.33

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 82.06/80.33

ภาคผนวก ค

- ตาราง คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

ตาราง 29 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

เลขที่	กลุ่มทดลองที่ 1				เลขที่	กลุ่มทดลองที่ 2			
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D^2		ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D^2
1.	10	10	0	0	1.	14	26	12	144
2.	9	21	12	144	2.	14	24	10	100
3.	6	15	9	81	3.	8	23	15	225
4.	1	22	21	441	4.	8	24	16	256
5.	17	27	10	100	5.	10	23	13	169
6.	12	27	15	225	6.	9	20	11	121
7.	16	12	-4	16	7.	9	21	12	144
8.	8	8	0	0	8.	15	26	11	121
9.	7	25	18	324	9.	15	27	12	144
10.	5	9	4	16	10.	15	25	10	100
11.	15	6	-9	81	11.	12	24	12	144
12.	14	11	-3	9	12.	13	26	13	169
13.	16	27	11	121	13.	14	26	12	144
14.	10	22	12	144	14.	10	23	13	169
15.	6	26	20	400	15.	8	20	12	144
16.	12	18	6	36	16.	11	24	13	169
17.	11	17	6	36	17.	13	23	10	100
18.	15	15	0	0	18.	13	24	11	121
19.	12	25	13	169	19.	10	24	14	196
20.	11	24	13	169	20.	11	24	13	169
21.	12	26	14	196	21.	14	26	12	144
22.	7	20	13	169	22.	16	28	12	144
23.	7	16	9	81	23.	14	26	12	144
24.	5	22	17	289	24.	15	23	8	64
25.	9	21	12	144	25.	16	26	10	100

ตาราง 29 (ต่อ)

เลขที่	กลุ่มทดลองที่ 1				เลขที่	กลุ่มทดลองที่ 2			
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D^2		ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D^2
26.	15	25	10	100	26.	16	28	12	144
27.	17	22	5	25	27.	14	26	12	144
28.	15	21	6	36	28.	10	24	14	196
29.	17	25	8	64	29.	10	24	14	196
30.	9	20	11	121	30.	13	26	13	169
รวม	326	585	259	3,737	รวม	370	734	364	4,494
$\bar{X}$	10.87	19.50	8.63	124.57	$\bar{X}$	12.33	24.47	12.13	149.80
S.D.	4.27	6.25	7.19	116.35	S.D.	2.60	2.01	1.63	39.69

ทดสอบสมมุติฐานข้อที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์โดยใช้สถิติ t-test for Independent Sample ในรูป Difference ซึ่งมีสูตร

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}} \quad ; \quad df = n_1 + n_2 - 2$$

ซึ่ง $$S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S^2{}_D}{n_1} + \frac{S^2{}_D}{n_2}}$$

และ $$S^2{}_D = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

จากการทดลองผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ซึ่ง t มีค่า เท่ากับ 2.60 ค่าสถิติ t – test แบบ Independent มากกว่าค่าวิกฤต $t_{.01,58}$ แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

ทดสอบสมมุติฐานข้อที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้ t – test แบบ Dependent ซึ่งมีสูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2}{n-1}}} \quad \text{df = n - 1}$$

$$t = \frac{259}{\sqrt{\frac{30(3,737) - (259)^2}{30-1}}}$$

$$t \approx 6.57$$

ค่าสถิติ t – test แบบ Dependent มากกว่าค่าวิกฤต $t_{.01,29}$ แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ทดสอบสมมุติฐานข้อที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยใช้ t – test แบบ Dependent ซึ่งมีสูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2}{n-1}}} \quad \text{df = n - 1}$$

$$t = \frac{364}{\sqrt{\frac{30(4,494) - (365)^2}{30-1}}}$$

$$t \approx 40.66$$

ค่าสถิติ t – test แบบ Dependent มากกว่าค่าวิกฤต $t_{.01,29}$ แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 30 คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

เลขที่	กลุ่มทดลองที่ 1				เลขที่	กลุ่มทดลองที่ 2			
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D^2		ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D^2
1.	13	14	1	1	1.	9	19	10	100
2.	12	14	2	4	2.	7	20	13	169
3.	14	16	2	4	3.	13	24	11	121
4.	13	24	11	121	4.	16	21	5	25
5.	12	22	10	100	5.	16	24	8	64
6.	13	16	3	9	6.	12	23	11	121
7.	15	20	5	25	7.	11	15	4	16
8.	10	18	8	64	8.	15	21	6	36
9.	9	11	2	4	9.	14	18	4	16
10.	14	20	6	36	10.	11	22	11	121
11.	10	15	5	25	11.	6	13	7	49
12.	14	17	3	9	12.	12	22	10	100
13.	11	23	12	144	13.	14	18	4	16
14.	10	17	7	49	14.	18	26	8	64
15.	13	25	12	144	15.	13	20	7	49
16.	14	15	1	1	16.	10	20	10	100
17.	11	18	7	49	17.	11	19	8	64
18.	16	18	2	4	18.	10	21	11	121
19.	12	13	1	1	19.	13	20	7	49
20.	12	14	2	4	20.	15	22	7	49
21.	13	16	3	9	21.	10	22	12	144
22.	12	15	3	9	22.	14	24	10	100
23.	12	18	6	36	23.	14	21	7	49
24.	10	10	0	0	24.	8	17	9	81
25.	8	18	10	100	25.	16	27	11	121

ตาราง 30 (ต่อ)

เลขที่	กลุ่มทดลองที่ 1				เลขที่	กลุ่มทดลองที่ 2			
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D^2		ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D^2
26.	10	12	2	4	26.	11	24	13	169
27.	10	17	7	49	27.	13	23	10	100
28.	11	12	1	1	28.	10	23	13	169
29.	10	12	2	4	29.	10	22	12	144
30.	10	12	2	4	30.	9	16	7	49
รวม	354	492	138	1,014	รวม	361	627	266	2,576
$\overline{X}$	11.80	16.40	4.60	33.80	$\overline{X}$	12.03	20.90	8.87	85.87
S.D.	1.90	3.85	3.62	44.50	S.D.	2.88	3.13	2.74	47.34

ทดสอบสมมุติฐานข้อที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถิติ t-test for Independent Sample ในรูป Difference ซึ่งมีสูตร

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}} \quad ; \quad df = n_1 + n_2 - 2$$

ซึ่ง $$S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S^2_D}{n_1} + \frac{S^2_D}{n_2}}$$

และ $$S^2_D = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

จากการทดลองผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ซึ่ง t มีค่า เท่ากับ 5.16 ค่าสถิติ t – test แบบ Independent มากกว่าค่าวิกฤต $t_{.01,58}$ แสดงว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

ทดสอบสมมุติฐานข้อที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้ t – test แบบ Dependent ซึ่งมีสูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2}{n-1}}} \quad \text{df = n - 1}$$

$$t = \frac{138}{\sqrt{\frac{30(1{,}014) - (138)^2}{30-1}}}$$

$$t \approx 6.97$$

ค่าสถิติ t – test แบบ Dependent มากกว่าค่าวิกฤต $t_{.01,29}$ แสดงว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ทดสอบสมมุติฐานข้อที่ 6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยใช้ t – test แบบ Dependent ซึ่งมีสูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2}{n-1}}} \quad \text{df = n - 1}$$

$$t = \frac{266}{\sqrt{\frac{30(2{,}576) - (266)^2}{30-1}}}$$

$$t \approx 17.74$$

ค่าสถิติ t – test แบบ Dependent มากกว่าค่าวิกฤต $t_{.01,29}$ แสดงว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาคผนวก ง

- แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4
การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
สาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่
เรื่อง การเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุ เวลา 3 ชั่วโมง

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

ตัวชี้วัด

ทดลองและอธิบายระยะทาง การกระจัด อัตราเร็ว และความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุ
ว 4.1 ม.1/2

สาระสำคัญ

เมื่อมีแรงมากระทำต่อวัตถุด้วยแรงเดียวหรือมากกว่า 1 แรง ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เปลี่ยนตำแหน่งไปจากเดิมได้ในลักษณะแนวตรงหรือแนวโค้ง เมื่อวัดระยะทางระหว่างตำแหน่งเดิมกับตำแหน่งใหม่ โดยวัดตามเส้นทางการเคลื่อนที่ ค่าของความยาวที่อ่านได้ เรียกว่า **ระยะทาง** ซึ่งเป็นปริมาณสเกลาร์

การกระจัด หมายถึง ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่จากตำแหน่งเดิมไปยังตำแหน่งใหม่ ในแนวเส้นตรงที่บอกทั้งขนาดและทิศทาง จึงเป็นปริมาณเวกเตอร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของระยะทางและการกระจัดได้
2. อธิบายความแตกต่างระหว่างระยะทางและการกระจัดได้

เนื้อหา

เมื่อวัตถุเกิดการเคลื่อนที่ ปริมาณที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้อธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุ คือ

ระยะทาง หมายถึง ระยะห่างระหว่างจุดเริ่มต้นกับจุดสุดท้าย โดยวัดตามเส้นทางการเคลื่อนที่ มีหน่วยเป็น เมตร (m)

การกระจัด หมายถึง ระยะห่างจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสุดท้าย โดยวัดเป็นเส้นตรง มีหน่วยเป็นเมตร

กระบวนการจัดการเรียนรู้ ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ตามขั้นตอนของ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2550: 8) มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นกำหนดปัญหา

1.1 ให้นักเรียนนั่งประจำกลุ่มที่ได้จัดไว้ในชั่วโมงเรียนที่แล้ว

1.2 ครูนำนักเรียนอภิปรายโดยนำภาพแผนที่ประเทศไทยให้นักเรียนพิจารณา โดยกำหนดสถานการณ์ว่า ถ้าต้องการเดินทางจากกรุงเทพฯไปจังหวัดสงขลา จะต้องใช้วิธีใดในการเดินทาง จึงจะเร็วที่สุด พร้อมทั้งให้นักเรียนเขียนเส้นทางการเดินทางนั้นๆด้วย

1.3 ครูนำนักเรียนอภิปรายโดยใช้คำถามว่า

- ระยะห่างระหว่างกรุงเทพฯ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นกับจังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นจุดสุดท้าย โดยวัดตามเส้นทางการเคลื่อนที่ คือการเดินทางโดยวิธีใด และค่าของความยาวที่อ่านได้เรียกว่าอะไร เป็นปริมาณใด เพราะเหตุใด
- ระยะห่างระหว่างกรุงเทพฯ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นกับจังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นจุดสุดท้าย โดยวัดเป็นเส้นตรง คือการเดินทางโดยวิธีใด และค่าของความยาวที่อ่านได้ เรียกว่าอะไร เป็นปริมาณใด เพราะเหตุใด

1.4 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดตั้งปัญหาเกี่ยวกับ วิธีการเดินทางจากกรุงเทพฯไปจังหวัดสงขลาตามสถานการณ์ที่ครูกำหนด

1.5 ให้นักเรียนอภิปรายและนำเสนอปัญหาภายในกลุ่ม เช่น เราจะเดินทางจากกรุงเทพฯไปจังหวัดสงขลาให้ได้เร็วที่สุดได้อย่างไร และการเดินทางโดยวิธีใดระยะทางสั้นที่สุด

2. ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา

2.1 ครูและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับ การเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุ เป็นการทบทวนความรู้ของนักเรียน

2.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ วิธีการเดินทางจากกรุงเทพฯไปจังหวัดสงขลาตามสถานการณ์ที่ครูกำหนด และส่งตัวแทนออกไปเขียนประเด็นต่าง ๆ ตามข้อเสนอของกลุ่มบนกระดานดำ

2.3 ให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับวิธีการเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปจังหวัดสงขลาตามสถานการณ์ที่ครูกำหนด ว่ามีประเด็นใดบ้างที่นักเรียนต้องการศึกษาค้นคว้าและจัดลำดับประเด็นที่ต้องการศึกษาให้เหมาะสม

2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามประเด็นที่ต้องการศึกษา

3. ขั้นการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

3.1 นักเรียนส่งตัวแทนออกมารับใบความรู้ที่ 4 เรื่อง การเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุ

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามประเด็นที่ต้องการจากใบความรู้

3.3 นักเรียนบันทึกข้อมูลและผลการดำเนินการศึกษาค้นคว้าลงแบบบันทึกข้อมูลการศึกษาค้นคว้า

4. ขั้นสังเคราะห์ความรู้

4.1 ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในกลุ่ม

4.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดพิจารณาต่อไปว่า ความรู้ที่ได้มามีความถูกต้องสมบูรณ์และครบถ้วนตามประเด็นที่ต้องการศึกษาแล้วหรือยัง ถ้าข้อมูลยังไม่เพียงพอ ก็ร่วมกันอภิปรายและช่วยกันศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม

5. ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ

5.1 นักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันนำเสนอข้อมูลที่สังเคราะห์ได้ และร่วมกันอภิปรายว่าข้อมูลของแต่ละกลุ่มที่ได้การศึกษาค้นคว้าครบถ้วนถูกต้องสมบูรณ์ ถูกต้องหรือไม่ โดยผู้สอนช่วยตรวจสอบ และแนะนำเพิ่มเติม

1.2 นักเรียนทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง ซึ่งนักเรียนควรสรุปได้ว่า

- ระยะห่างระหว่างกรุงเทพฯ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นกับจังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นจุดสุดท้าย โดยวัดตามเส้นทางการเคลื่อนที่ คือการเดินทางโดยรถยนต์หรือรถประจำทางตามถนน หรือเดินทางโดยรถไฟตามราง และค่าของความยาวที่อ่านได้ เรียกว่า **ระยะทาง** เป็นปริมาณเวกเตอร์ เพราะมีเพียงขนาดเท่านั้น

- ระยะห่างระหว่างกรุงเทพฯ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นกับจังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นจุดสุดท้าย โดยวัดเป็นเส้นตรง คือการเดินทางโดยเครื่องบิน และค่าของความยาวที่อ่านได้ เรียกว่า **การกระจัด** เป็นปริมาณเวกเตอร์ เพราะมีทั้งขนาดและทิศทาง

1.3 นักเรียนทำใบงานที่ 4 เรื่อง การเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุ

6. ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน

6.1 ให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการสรุปผลการดำเนินการศึกษาค้นคว้าของกลุ่ม เพื่อนำเสนอหน้าชั้นตามรูปแบบที่นักเรียนสนใจ

6.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอผลการดำเนินการศึกษาค้นคว้าหน้าหน้าชั้นเรียน

6.3 นักเรียนร่วมกันประเมินทั้งงานของกลุ่มตนเองและของเพื่อน

สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 4 เรื่อง การเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุ
2. ใบงานที่ 4 เรื่อง การเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุ
3. แผนที่ประเทศไทย
4. หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1. ประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยใช้แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
2. ประเมินการนำเสนอผลงานของนักเรียนโดยให้นักเรียนร่วมกันประเมิน
3. ประเมินการตอบคำถามในใบงานโดยการตรวจใบงาน

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

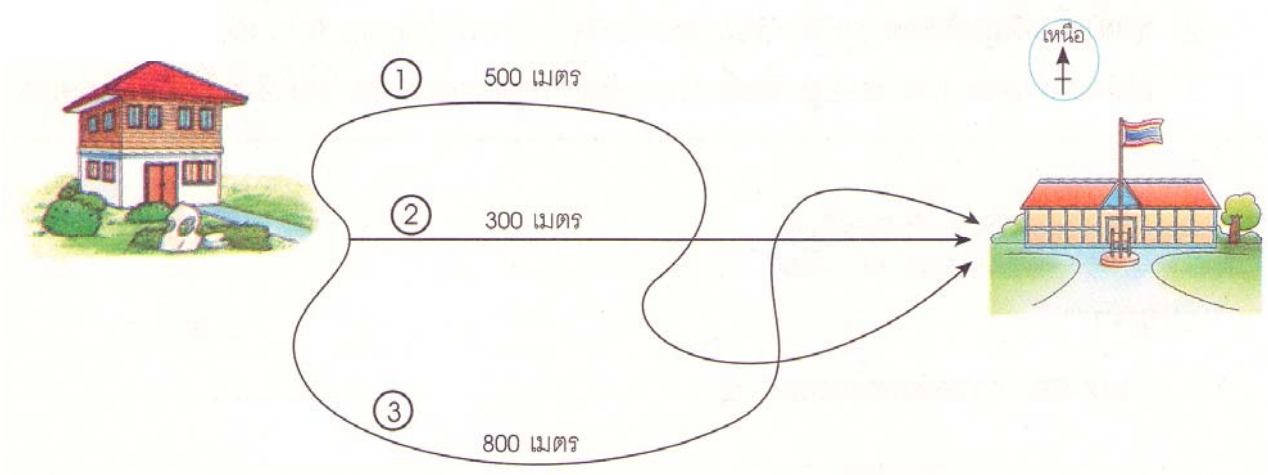
.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน

(นายกอบวิทย์ พิริยะวัฒน์)

ใบความรู้ที่ 4
เรื่อง การเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุ

เมื่อวัตถุเกิดการเคลื่อนที่ ปริมาณที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้อธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งจะอธิบายโดยยกตัวอย่างสถานการณ์ในการเดินทางจากบ้านไปโรงเรียน ดังภาพต่อไปนี้

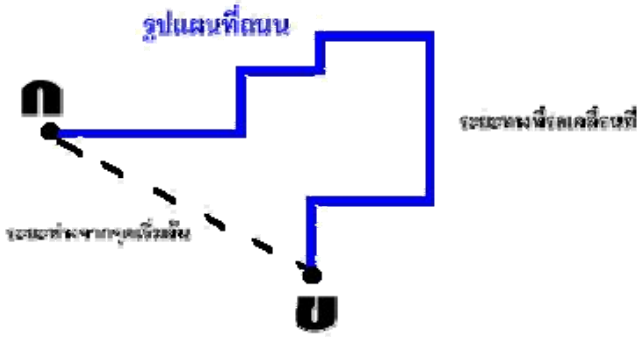


ที่มา: พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ. (2552) วิทยาศาสตร์ ม.1 เล่ม 2. พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).: กรุงเทพฯ.

ถ้าวัดระยะห่างระหว่างบ้านกับโรงเรียนตามเส้นทางการเคลื่อนที่ ระยะที่ได้ จะเรียกว่า **ระยะทาง** แต่ถ้าวัดระยะห่างจากบ้านไปยังโรงเรียนโดยวัดเป็นเส้นตรง จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้าย ระยะที่ได้เรียกว่า **การกระจัด** นั่นคือ ถ้านักเรียนเดินทางจากบ้านไปยังโรงเรียนโดยใช้เส้นทางเดินที่ **1** ระยะทางที่นักเรียนเดินทางเท่ากับ 500 เมตร และถ้านักเรียนเดินทางตามเส้นทางเดินที่ **3** ระยะทางที่เดินทางจะเท่ากับ 800 เมตร แต่ไม่ว่านักเรียนจะเดินโดยเส้นทางที่ **1 2** หรือ **3** การกระจัดที่ได้จะเท่ากับ 300 เมตร

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า เมื่อมีแรงมากระทำต่อวัตถุด้วยแรงเดียวหรือมากกว่า 1 แรง ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เปลี่ยนตำแหน่งไปจากเดิมได้ในลักษณะแนวตรงหรือแนวโค้ง เมื่อวัดระยะทางระหว่างตำแหน่งเดิมกับตำแหน่งใหม่ โดยวัดตามเส้นทางการเคลื่อนที่ ค่าของความยาวที่อ่านได้เรียกว่า **ระยะทาง** ซึ่งเป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็น เมตร (m)

การกระจัด หมายถึง ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่จากตำแหน่งเดิมไปยังตำแหน่งใหม่ ในแนวเส้นตรงที่บอกทั้งขนาดและทิศทาง จึงเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น เมตร (m)



ภาพแสดงการระยะทางและการกระจัด

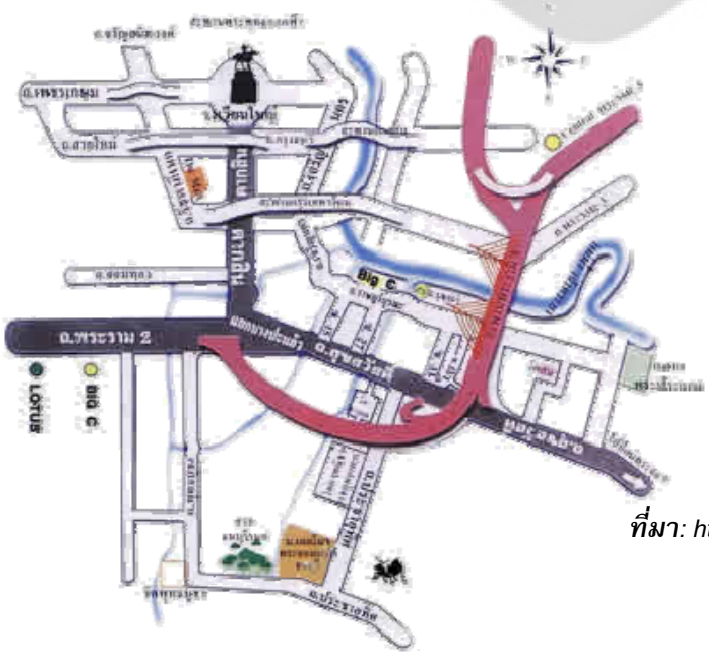
ที่มา: *http://www.school.net.th/library/snet3/jee/distance/DISTANCE.HTM*

ความแตกต่างระหว่างระยะทางกับขนาดของการกระจัด

ระยะทางกับขนาดของการกระจัด อาจเท่ากันได้ เมื่อเส้นทางนั้นเป็นเส้นทางตรงจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ดังภาพ

ภาพแสดงถนนตรงระยะทางกับการกระจัดจะเท่ากัน

ที่มา: *http://www.thaimtb.com/forum/viewtopic.php?f=57&t=58217&start=30*



สำหรับการเคลื่อนที่โดยทั่วๆไป แล้วระยะทางกับการกระจัดจะมีขนาดไม่เท่ากัน เนื่องจากถนนหรือเส้นทางที่ใช้ในการเคลื่อนที่มักจะไม่เป็นเส้นตรง ดังภาพ

ภาพแสดงแผนที่เส้นทางของถนน

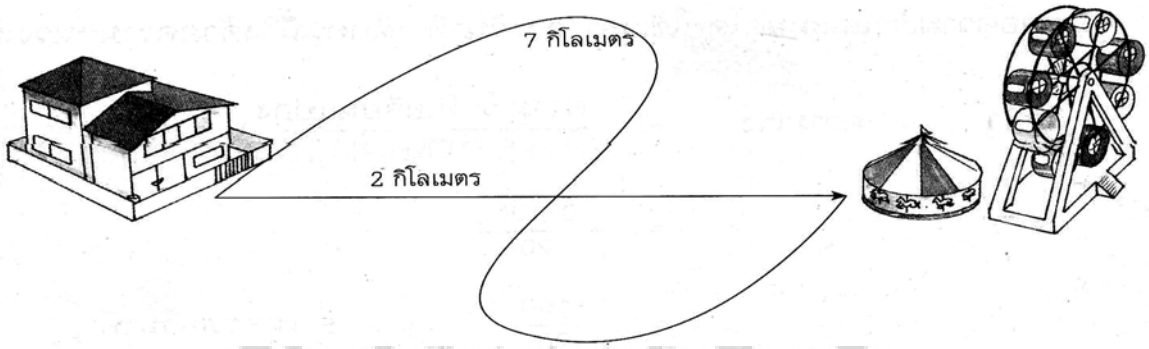
ที่มา: *http://203.114.105.84/virtual/Physicals/sci19/*

การหาระยะทางและการกระจัด

หาได้จาก

การกระจัด ($\triangle x$) = ตำแหน่งที่เปลี่ยนไป

ตัวอย่าง การเคลื่อนที่จากบ้านไปสวนสนุกแห่งหนึ่งใช้เวลา 2 ชั่วโมง โดยมีเส้นทางการเคลื่อนที่ดังรูป จงหา ระยะทางและการกระจัด



ระยะทาง = ... กิโลเมตร

การกระจัด = ... กิโลเมตร

ใบงานที่ 4
เรื่อง การเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุ

จุดประสงค์ นักเรียนสามารถ

1. กำหนดปัญหาของการทดลองได้
2. ตั้งสมมุติฐานจากปัญหาที่กำหนดให้ได้
3. ทดลองและสรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง
4. บอกความหมายของระยะทางและการกระจัดได้
5. อธิบายความแตกต่างระหว่างระยะทางกับการกระจัดได้

วัสดุอุปกรณ์

ไม้เมตร หรือสายวัด 1 อัน

วิธีทำ

1. สร้างรูปสี่เหลี่ยมบนพื้นห้องหรือพื้นสนาม บันทึกลักษณะและขนาดของรูปสี่เหลี่ยมที่สร้างขึ้น
2. กำหนดจุดที่มุมทั้งสี่ของรูปสี่เหลี่ยม โดยเริ่มที่จุด A ต่อไปเป็นจุด B C และ D ตามลำดับ
3. ให้นักเรียนเดินตามเส้นรอบรูปสี่เหลี่ยมจนกลับมาหยุดที่จุดเริ่มต้น โดยให้จุดเริ่มต้นเป็นจุด A

คำถามก่อนทำกิจกรรม

1. ปัญหาของการทำกิจกรรมนี้คืออะไร

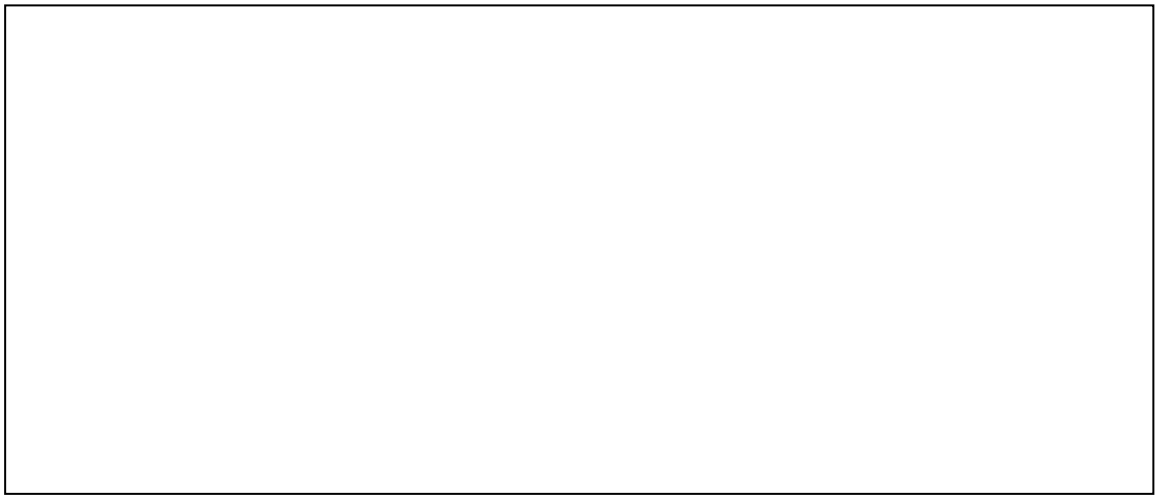
   .....

2. นักเรียนคิดว่าในการเปลี่ยนตำแหน่งการเดินหรือการเคลื่อนที่ในแต่ละครั้ง ระยะทางตามเส้นรอบรูปกับระยะทางในแนวเส้นตรงเป็นอย่างไร .....

   .....

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ให้นักเรียนวาดรูปสี่เหลี่ยม ระบุอักษรกำกับมุมแต่ละมุม พร้อมทั้งระบุความกว้างและความยาวของรูป

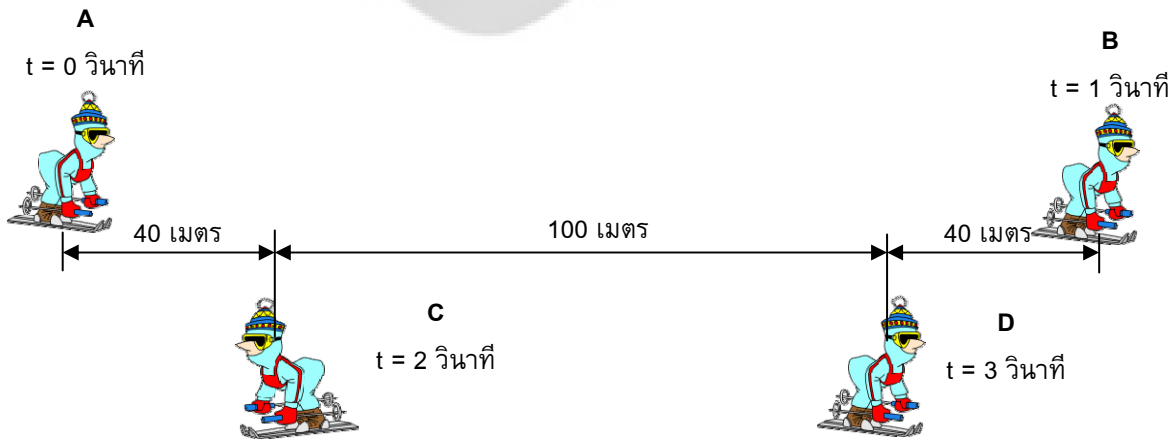


ตารางแสดงบันทึกการเปลี่ยนตำแหน่งของผู้เดินตามเส้นรอบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า A B C D

ลำดับการทดลอง	การเปลี่ยนตำแหน่ง	ระยะทางตามเส้นรอบรูป (เมตร) พร้อมวาดรูปประกอบ	ระยะทางในแนวตรง (เมตร) พร้อมวาดรูปประกอบ
1	จาก A ไป B	ระยะ A B เท่ากับ ..... m.	ระยะจาก A ไป B เท่ากับ ..... m.
2	จาก A ไป B และ B ไป C	ระยะ A B + B C เท่ากับ ..... m.	ระยะจาก A ไป C เท่ากับ ..... m.
3	จาก A ไป B C และ D	ระยะ AB+BC+CD เท่ากับ..... m.	ระยะจาก A ไป D เท่ากับ ..... m.
4	จาก A ไป B C และ D และ A	ระยะ AB+BC+CD+DA เท่ากับ.....m.	ระยะจาก A ไป A เท่ากับ ..... m.

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. รูปสี่เหลี่ยมที่นักเรียนสร้างมีความกว้าง ..... เมตร ยาว ..... เมตร
2. เมื่อนักเรียนเดินจาก A ไป B ระยะทางตามเส้นรอบรูป กับระยะทางในแนวเส้นตรงเท่ากันหรือไม่ อย่างไร .....
   .....
   .....
3. เมื่อนักเรียนเดินตามเส้นทางการทดลองครั้งที่ 2-4 ระยะทางตามเส้นรอบรูปกับระยะทางในแนวเส้นตรงเท่ากันหรือไม่ อย่างไร ตรงตามที่คาดคะเนไว้หรือไม่.....
   .....
4. ระยะตามเส้นรอบรูป เรียกว่า .....
5. ระยะในแนวเส้นตรง เรียกว่า .....
6. จากการทดลองนักเรียนสรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร
   .....
   .....
   .....
7. ถ้านักเรียนวิ่งรอบสนามเป็นรูปสี่เหลี่ยมกว้าง 2 เมตร ยาว 4 เมตร เมื่อนักเรียนวิ่งได้ครบ 1 รอบ นักเรียนจะเคลื่อนที่ได้ในระยะทางและการกระจัดเท่าใด .....
   .....
   .....
8. ถ้าเริ่มต้นรถยนต์อยู่ที่ระยะ 10 เมตรจากสัญญาณไฟ และสุดท้ายอยู่ที่ 100 เมตรจากสัญญาณไฟ การกระจัดของรถมีค่าเท่ากับ.....
9. ถ้าในการเล่นสกีของเด็กคนหนึ่ง มีการเคลื่อนที่กลับไปกลับมา คือเคลื่อนที่จาก A ไป B แล้วกลับมาที่ C และไปที่ D ดังภาพ



จงหา ก. ระยะทางทั้งหมดของการเคลื่อนที่ เท่ากับ..... เมตร

ข. การกระจัด เท่ากับ ..... เมตร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5
การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์
สาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่
เรื่อง อัตราเร็วและความเร็วของวัตถุ เวลา 4 ชั่วโมง

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

ตัวชี้วัด

ทดลองและอธิบายระยะทาง การกระจัด อัตราเร็ว และความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุ ว 4.1 ม.1/2

สาระสำคัญ

ในการบอกว่าวัตถุใดเคลื่อนที่เร็วหรือช้าจะพิจารณาถึงระยะทางที่ได้หรือการกระจัดเทียบกับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ โดยกำหนดว่าอัตราเร็ว คืออัตราส่วนระหว่างระยะทางที่ได้กับเวลาที่ใช้ แต่ถ้าพิจารณาอัตราส่วนระหว่างการกระจัดกับเวลาที่ใช้ จะเรียกว่าความเร็ว โดยอัตราเร็วเป็นปริมาณสเกลาร์และความเร็วเป็นปริมาณเวกเตอร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. คำนวณและอธิบายอัตราเร็ว และความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุ
2. ทดลองและวัดอัตราเร็วของวัตถุซึ่งเคลื่อนที่ในแนวตรงโดยใช้เครื่องเคาะสัญญาณเวลา
3. ระบุความแตกต่างของอัตราเร็วและความเร็ว
4. วิเคราะห์ข้อมูล วางแผน กำกับควบคุมและประเมินการคิดของตนเองได้

เนื้อหา

อัตราเร็ว (v) คือ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s) หรือกิโลเมตรต่อชั่วโมง (km/h)

$$\text{อัตราเร็ว} = \frac{\text{ระยะทาง}}{\text{เวลา}}$$

$$\text{หรือ} \quad v = \frac{s}{t}$$

ความเร็ว ($\vec{v}$) คือ การกระจัดในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s) หรือกิโลเมตรต่อชั่วโมง (km/h)

$$\text{ความเร็ว} = \frac{\text{การกระจัด}}{\text{เวลา}}$$

หรือ $$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$$

กระบวนการจัดการเรียนรู้ ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

1. ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล

1.1 ให้นักเรียนนั่งประจำกลุ่ม กลุ่มละ4-5 คน

1.2 ครูนำนักเรียนอภิปรายโดยครูนำตารางสถิติการแข่งขันวิ่งทางตรงระยะทาง 100 เมตร (ชาย) ให้นักเรียนพิจารณา ดังนี้

รายการแข่งขัน	**เวลาที่ใช้ (วินาที)**
โอลิมปิก (พ.ศ.2551)	9.69
ซีเกมส์ (พ.ศ.2550)	10.25
ประเทศไทย (พ.ศ.2541)	10.23
เอเชี่ยนเกมส์ (พ.ศ.2541)	10.00

อ้างอิงจาก: *สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). หนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2. สกสค.ลาดพร้าว : กรุงเทพฯ*

1.3 ครูนำนักเรียนอภิปรายโดยใช้คำถามว่า

- นักกรีฑารายการแข่งขันใดวิ่งเร็วที่สุด ทราบได้อย่างไร
- ถ้าใช้เวลาเท่ากัน นักกรีฑารายการแข่งขันใดจะวิ่งได้ระยะทางมากที่สุด
- ในการบอกว่าวัตถุใดเคลื่อนที่เร็วหรือช้าจะต้องพิจารณาถึงอะไรบ้าง

ครูนำอภิปรายให้นักเรียนเกิดความสงสัยและร่วมกันอภิปรายภายในห้องเรียนว่า การบอกว่าวัตถุใดเคลื่อนที่เร็วหรือช้าจะต้องพิจารณาถึงอะไรบ้าง

1.4 ครูแจกใบความรู้ที่ 5 เรื่อง อัตราเร็วและความเร็วของวัตถุ ให้นักเรียนอ่านทำความเข้าใจ

1.5 นักเรียนรับวัสดุอุปกรณ์ และใบงานที่5 เรื่อง อัตราเร็วและความเร็วของวัตถุ

1.6 ครูอธิบายจุดประสงค์ของกิจกรรม แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาและวิเคราะห์วิธีการทดลองในกิจกรรม พร้อมทั้งให้นักเรียนระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ บอกเป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา สร้างตัวแทนของปัญหา ระบุคำและข้อความสำคัญและบอกข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยมีครูเป็นที่ปรึกษา จากนั้นให้บันทึกลงในใบงานที่ 5 เรื่อง อัตราเร็วและความเร็วของวัตถุ ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล

1.7 ครูถามถึงเป้าหมายของการทำกิจกรรมอีกครั้งเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง

2. ขั้นการวางแผน

2.1 นักเรียนเลือกนำหลักการจากความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

2.2 เรียงลำดับขั้นตอนตามหลักการหรือกลวิธีที่ได้เลือกไว้ แล้วตอบลงในใบงานที่ 5 เรื่อง อัตราเร็วและความเร็วของวัตถุ ขั้นการวางแผน

3. ขั้นการกำกับและควบคุม

3.1 นักเรียนกำหนดเป้าหมายไว้ในใจ

3.2 กำกับวิธีการต่าง ๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่ได้เลือกไว้

4. ขั้นการฝึกให้ผู้เรียนสามารถประเมินการคิดของตนเองได้

4.1 นักเรียนร่วมกันตรวจสอบคำตอบว่าผลการทดลองที่ได้ของแต่ละกลุ่มเป็นไปตามขั้นตอนในการปฏิบัติ ที่ได้วิเคราะห์ข้อมูลและวางแผนไว้หรือไม่ ถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องครูให้นักเรียนกลุ่มนั้น ๆ ร่วมกันคิดหาวิธีใหม่ และลงมือทำกิจกรรมจนได้คำตอบที่ถูกต้อง พร้อมทั้งบันทึกลงในใบงานที่ 5 เรื่อง อัตราเร็วและความเร็วของวัตถุ ขั้นการประเมิน ด้วยหมึกแดงเฉพาะส่วนที่แก้ไข

4.2 นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม ด้วยตนเอง

4.3 ครูแสดงแผนผังกลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งชี้แจงให้นักเรียนทราบว่า กลวิธีที่นักเรียนได้ทำไปแล้วนั้น เป็นกลวิธีที่จะนำพาให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความตระหนักถึงเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ รวมทั้งฝึกให้นักเรียนรู้จักเลือกวิธีการที่ถูกต้องและรวดเร็วที่สุด มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ รวมทั้งวิชาอื่น ๆ

สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 5 เรื่อง อัตราเร็วและความเร็วของวัตถุ

2. ใบงานที่ 5 เรื่อง อัตราเร็วและความเร็วของวัตถุ

3. หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1. ประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยใช้แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
2. ประเมินการนำเสนอผลงานของนักเรียนโดยให้นักเรียนร่วมกันประเมิน
3. ประเมินการตอบคำถามในใบงานโดยการตรวจใบงาน

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

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

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(นายกอบวิทย์ พิริยะวัฒน์)

ใบความรู้ที่ 5
เรื่อง อัตราเร็วและความเร็วของวัตถุ

หากนักเรียนเดินทางจากกรุงเทพฯไปเชียงใหม่โดยรถยนต์ส่วนตัวใช้เวลาเดินทางทั้งสิ้น 8 ชั่วโมง และเพื่อนเดินทางโดนรถโดยสารใช้เวลาทั้งสิ้น 10 ชั่วโมง นักเรียนคงตอบได้ว่า ระหว่างเพื่อนและนักเรียนเอง ใครเดินทางได้เร็วกว่ากัน แต่ถ้าเพื่อนเดินทางไปสงขลาโดยใช้เวลาทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง นักเรียนจะตอบได้หรือไม่ว่าระหว่างเพื่อนและนักเรียน ใครเดินทางเร็วกว่ากัน

ในการบอกว่าวัตถุใดเคลื่อนที่เร็วหรือช้าจะพิจารณาถึงระยะทางที่ได้หรือการกระจัดเทียบกับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ โดยกำหนดว่า **อัตราเร็ว** คืออัตราส่วนระหว่างระยะทางที่ได้กับเวลาที่ใช้ แต่ถ้าพิจารณาอัตราส่วนระหว่างการกระจัดกับเวลาที่ใช้ จะเรียกว่า **ความเร็ว** โดยอัตราเร็วเป็นปริมาณสเกลาร์และความเร็วเป็นปริมาณเวกเตอร์

อัตราเร็ว (v) คือ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s) หรือกิโลเมตรต่อชั่วโมง (km/h)

$$\text{อัตราเร็ว} = \frac{\text{ระยะทาง}}{\text{เวลา}}$$

หรือ $$v = \frac{s}{t}$$

ความเร็ว ($\vec{v}$) คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงการกระจัดในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s) หรือกิโลเมตรต่อชั่วโมง (km/h)

$$\text{ความเร็ว} = \frac{\text{การกระจัด}}{\text{เวลา}}$$

หรือ $$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$$

คนทั่วไปใช้คำว่าความเร็วกับอัตราเร็วในความหมายที่เหมือนกัน แต่ในทางวิทยาศาสตร์ความเร็วกับอัตราเร็วมีความหมายแตกต่างกัน ดังนี้

ในทางวิทยาศาสตร์จะใช้คำว่า **“อัตราเร็ว”** เมื่อไม่ต้องการกล่าวถึงทิศทางของการเคลื่อนที่ เช่น รถในสนามแข่งวิ่งด้วยอัตราเร็ว 200 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

แต่เมื่อต้องการจะกล่าวถึงทิศทางของการเคลื่อนที่ด้วย จะใช้คำว่า**“ความเร็ว”** เช่น ชายคนหนึ่งขับรถมุ่งหน้าไปทางทิศตะวันออกด้วยความเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

เมื่อพิจารณาวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นแนวตรง เช่น กรณีการแข่งขันวิ่งทางตรงระยะทาง 100 เมตรหรือการแข่งขันว่ายน้ำจากขอบสระด้านหนึ่งไปยังขอบสระอีกด้านหนึ่ง จะพบว่า อัตราเร็วและความเร็วของวัตถุมีค่าเดียวกัน แต่การระบุความเร็วจะต้องมีทิศทางกำกับไว้ด้วยเสมอ

ภาพแสดงการแข่งขันว่ายน้ำ

***ที่มา**: http://www.truevisionswecare.com/th/news*

ชีวิตประจำวันของเราเกี่ยวข้องกับการเดินทางด้วยยานพาหนะชนิดต่าง ๆเสมอ เช่น รถยนต์ รถจักรยานยนต์ หรือรถไฟ ยานพาหนะเหล่านี้มีอุปกรณ์บอกอัตราเร็วที่เรียกว่า **มาตรวัดอัตราเร็ว** ดังภาพ

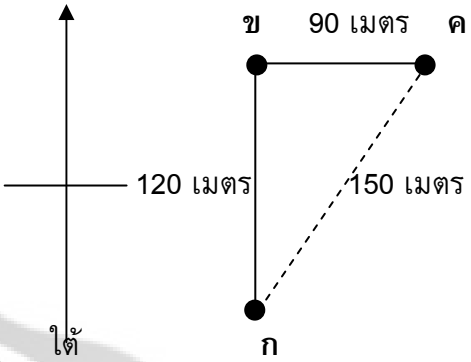
มาตรวัดดังกล่าวบอกหน่วยอัตราเร็วของยานพาหนะ เป็นหน่วยระยะทางต่อหน่วยเวลา เช่น กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งเป็นอัตราเร็ว ในขณะต่าง ๆ ที่รถเคลื่อนที่ มาตรวัดนี้มีไว้เพื่อให้ผู้ขับขี่สังเกตไม่ควรขับขี่ยานพาหนะด้วยอัตราเร็วสูงเกินข้อกำหนดตามกฎหมาย

ภาพแสดงมาตรวัดอัตราเร็วของรถ

***ที่มา**: http://gotoknow.org/file/kattika_la/view/293570*

ตัวอย่างการคำนวณเรื่องอัตราเร็วและความเร็ว

อภิสิทธิ์ ซ้อมวิ่งบนสนาม โดยเขาวิ่งจากจุดเริ่มต้น ก ตรงไปทางทิศเหนือถึงจุด ข ได้ระยะทาง 120 เมตร และเลี้ยวไปทางทิศตะวันออกวิ่งตรงไปอีกจนถึงจุด ค ได้ระยะทาง 90 เมตร ถ้าทุกๆ ระยะทาง 1 เมตร เขาใช้เวลาวิ่ง $\frac{1}{5}$ วินาที จงหา เหนือ



2. อภิสิทธิ์วิ่งจาก ก ถึง ค ได้ระยะทางเท่าใด
3. อภิสิทธิ์วิ่งจาก ก ถึง ค ใช้เวลาเท่าใด
4. อภิสิทธิ์วิ่งจาก ก ถึง ค ด้วยอัตราเร็วเท่าใด
5. อภิสิทธิ์วิ่งจาก ก ถึง ค ได้การกระจัดเท่าใด
6. อภิสิทธิ์วิ่งจาก ก ถึง ค ได้ความเร็วเท่าใด

วิธีทำ

1. ระยะทางที่อภิสิทธิ์วิ่งได้ = 120 เมตร + 90 เมตร = 210 เมตร

2. ในเวลา $\frac{1}{5}$ วินาที อภิสิทธิ์วิ่งได้ระยะทาง 1 เมตร ดังนั้น อภิสิทธิ์วิ่งจาก ก ไป ข ถึง ค

ใช้เวลารวมทั้งสิ้น $210 \times \frac{1}{5} = 42$ วินาที

3. อัตราเร็ว $= \frac{\text{ระยะทาง}}{\text{เวลา}}$ ดังนั้น อัตราเร็วของอภิสิทธิ์ $= \frac{210 \text{ เมตร}}{42 \text{ วินาที}} = 5$ เมตร/วินาที

4. การกระจัด จากตำแหน่งเริ่มต้น ก เมื่อวัดระยะทางตรงจาก ก ไป ค วัดได้ 150 เมตร

5. ความเร็ว $= \frac{\text{การกระจัด}}{\text{เวลา}}$

ดังนั้น ความเร็วของอภิสิทธิ์ $= \frac{150 \text{ เมตร}}{42 \text{ วินาที}} = 3.57$ เมตร/วินาที

นั่นคือ อภิสิทธิ์วิ่งด้วยความเร็ว 3.57 เมตรต่อวินาที มีทิศทางจาก ก ไป ค

ใบงานที่ 5
เรื่อง อัตราเร็วและความเร็วของวัตถุ

จุดประสงค์ นักเรียนสามารถ

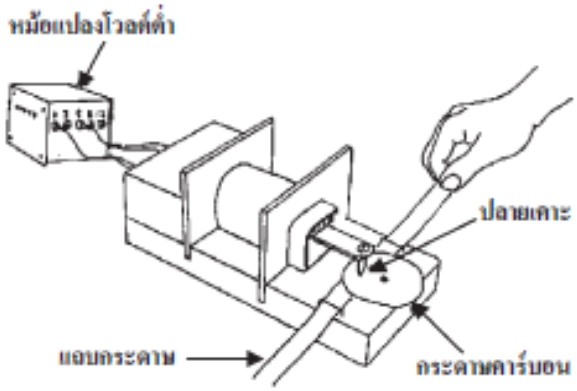
1. วิเคราะห์ข้อมูล วางแผน กำกับควบคุมและประเมินการคิดของตนเองได้
2. บอกความหมายของระยะทาง การกระจัดและความเร็วได้
3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการเคลื่อนที่ของแถบกระดาษกับระยะห่างระหว่างจุดบนแถบกระดาษได้
4. คำนวณหาความเร็วในการเคลื่อนที่ของแถบกระดาษได้

วัสดุอุปกรณ์

1. เครื่องเคาะสัญญาณเวลา 1 เครื่อง
2. หม้อแปลงโวลต์ต่ำ 4-6 โวลต์ 1 เครื่อง
3. แถบกระดาษ 1 แถบ
4. กระดาษคาร์บอน 1 แผ่น

วิธีทำ

1. ต่อเครื่องเคาะสัญญาณเวลากับหม้อแปลงโวลต์ต
จากนั้นสอดแถบกระดาษผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเ
2. เปิดเครื่องเคาะสัญญาณเวลาให้ทำงานจากนั้นใ
ดึงแถบกระดาษด้วยความเร็วสม่ำเสมอ สังเกตและ
ระยะห่างระหว่างช่วงจุดและเวลา นำแถบกระดาษ
มาติดไว้ในบันทึกผลการทำกิจกรรม บันทึกผล
3. ทำซ้ำข้อ 1-2 แต่เปลี่ยนจากใช้มือดึงแถบกระดา
ด้วยความเร็วสม่ำเสมอ เป็นใช้มือดึงแถบกระดาษใหม
ความเร็วขึ้นเรื่อยๆ เปรียบเทียบแถบกระดาษที่ได้



ภาพแสดงการจดการทดลอง ความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุ

1. ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล

1.1 ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

……

1.2 บอกเป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา

……

1.3 สร้างตัวแทนของปัญหา

……

1.4 ระบุคำและข้อความสำคัญ

……

……

1.5 บอกข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

……

2. ขั้นการวางแผน

2.1 เลือกนำหลักการจากความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

……

……

2.2 เรียงลำดับขั้นตอนตามหลักการหรือกลวิธีที่ได้เลือกไว้

……

……

3. ขั้นการกำกับและควบคุม

3.1 การกำหนดเป้าหมายไว้ในใจ

……

3.2 กำกับวิธีการต่างๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่ได้เลือกไว้

……

……

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตาราง ความเร็วในการเคลื่อนที่ของแถบกระดาษ

การทดลอง	**ช่วงจุด**	**ระยะห่างระหว่างช่วงจุด**	**เวลา**	**อัตราส่วนระหว่างระยะห่างระหว่างช่วงจุดต่อเวลา**
1. ดึงด้วยความเร็วสม่ำเสมอ	จุดที่ 1-2			
	จุดที่ 2-3			
	จุดที่ 3-4			

การทดลอง	ช่วงจุด	ระยะห่างระหว่างช่วงจุด	เวลา	อัตราส่วนระหว่างระยะห่างระหว่างช่วงจุดต่อเวลา
2. ดึงให้เร็วขึ้นเรื่อยๆ	จุดที่ 1-2			
	จุดที่ 2-3			
	จุดที่ 3-4			

4. ขั้นการฝึกให้ผู้เรียนสามารถประเมินการคิดของตนเองได้

4.1 ตรวจสอบคำตอบ

……

……

……

4.2 ตรวจสอบการวิเคราะห์ข้อมูล

……

……

……

4.3 ตรวจสอบการวางแผน

……

……

……

4.4 ตรวจสอบขั้นตอนในการปฏิบัติ

……

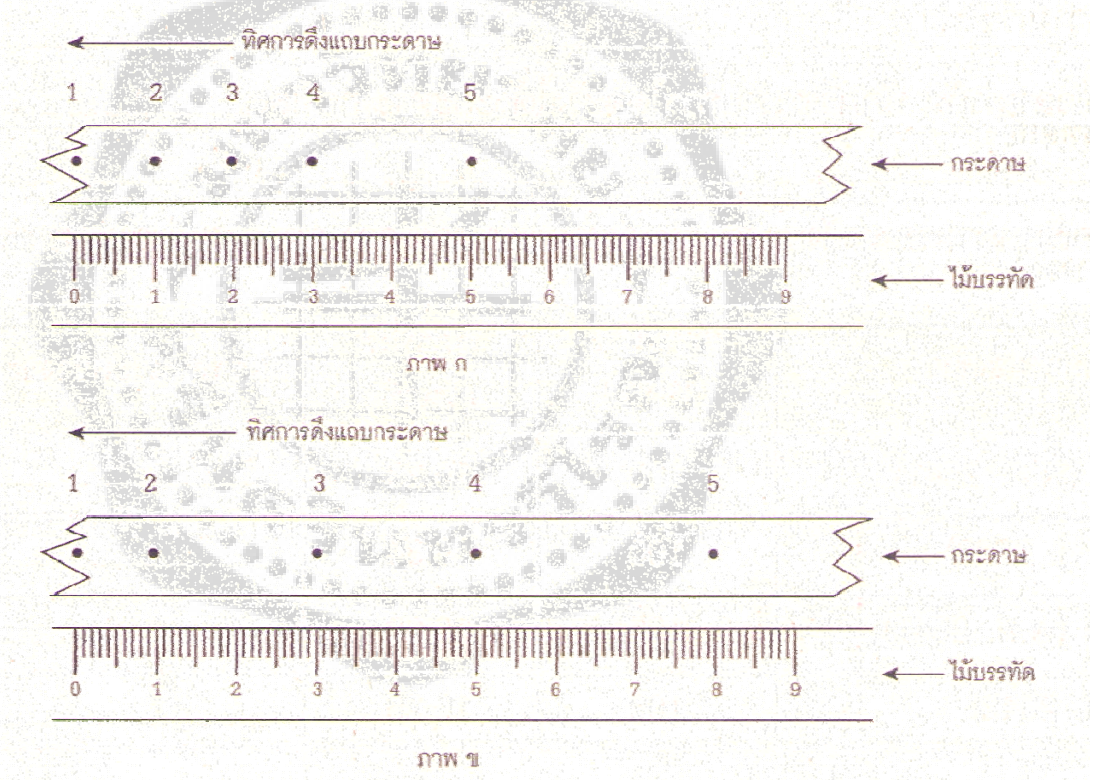
……

……

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. เมื่อดึงแถบกระดาษด้วยอัตราเร็วที่ต่างกัน ระยะห่างระหว่างจุดบนแถบกระดาษต่างกันหรือไม่ อย่างไร ตรงตามที่คาดคะเนไว้หรือไม่ .....
   .....
2. อัตราส่วนระหว่างระยะห่างระหว่างช่วงจุดต่อเวลาบ่งบอกถึงปริมาณใด .....
   .....
3. จากการทดลองนักเรียนสรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร
   .....
   .....
   .....

พิจารณาภาพต่อไปนี้



4. จงคำนวณหาความเร็วเฉลี่ยของแถบกระดาษในภาพ ก และ ข เมื่อเครื่องเคาะสัญญาณเวลามีความถี่ 50 ครั้ง/วินาที และเปรียบเทียบความเร็วเฉลี่ยของแถบกระดาษทั้งสอง
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....

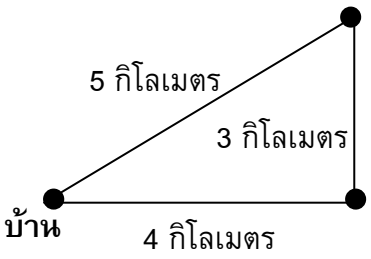
5. ด.ญ.แพนเค้ก วิ่งรอบสนามรูปวงกลม ซึ่งมีความยาวรอบสนามเป็น 5,000 เมตร ถ้า ด.ญ.แพนเค้ก วิ่ง 1 รอบ ใช้เวลา 30 นาที ด.ญ.แพนเค้กวิ่งด้วยอัตราเร็วและความเร็วเท่าใด จงแสดงวิธีทำ

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

6. ด.ช.ทอม วิ่งออกกำลังกายรอบสนามในสวนสาธารณะ ซึ่งมีระยะทางโดยรอบเท่ากับ 400 เมตร ขณะที่เขาวิ่งไปได้ครึ่งสนามใช้เวลา 5 นาที และอยู่ห่างจากจุดเริ่มต้นเท่ากับ 75 เมตร จงแสดงวิธีทำหาค่าความเร็ว อัตราเร็ว และการกระจัด

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

7. ครูสมทรง เดินออกจากบ้านไปทางทิศตะวันออก 4 กิโลเมตร แล้วเดินไปทางทิศเหนือ 3 กิโลเมตรจึงนั่งพัก เวลาที่ใช้ในการเดินทางเท่ากับ 20 นาที จงแสดงวิธีทำ หาค่าความเร็ว อัตราเร็ว และการกระจัด



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

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

****

1. การบอกตำแหน่งของวัตถุให้ได้ความหมายชัดเจน **ไม่จำเป็น** ต้องบอกสิ่งใด

ก. การกระจัด

ข. ตำแหน่งอ้างอิง

ค. ขนาดของวัตถุ

ง. ทิศทางที่วัตถุอยู่

จ. ระยะห่างจากตำแหน่งอ้างอิง

2. จุดอ้างอิงในข้อใด **แตกต่าง** จากข้ออื่น

ก, แม่น้ำ

ข. ต้นไม้

ค. ภูเขา

ง. ก้อนหิน

จ. สะพาน

3. การบอกตำแหน่งต่างๆ บนโลก ควรใช้วิธีการบอกตามข้อใด

ก. บอกด้วยมุมเงย

ข. บอกด้วยระยะทาง

ค. บอกด้วยมุมอาซิมุธ

ง. บอกด้วยหลักกิโลเมตร

จ. บอกด้วยพิกัดเส้นรุ้ง เส้นแวง

4. การบอกตำแหน่งของยานพาหนะบนทางหลวงใช้วิธีการใด

ก. การสังเกตจากสถานีตำรวจ

ข. การสังเกตจากหลักกิโลเมตร

ค. การอ่านจากหน้าปัดความเร็ว

ง. การสังเกตจากพิกัดเส้นรุ้ง เส้นแวง

จ. การสังเกตจากตำแหน่งเข็มวัดระยะทาง

5. ปริมาณเวกเตอร์มีสิ่งที่บอกเป็นพิเศษ โดย**ไม่มี**ในปริมาณสเกลาร์คือข้อใด

ก. ขนาด

ข. ผลลัพธ์

ค. ทิศทาง

ง. ตำแหน่ง

จ. ความเร่ง

6. ข้อใดกล่าว **ไม่ถูกต้อง**

ก. ปริมาณสเกลาร์เท่ากับปริมาณเวกเตอร์ไม่ได้

ข. ปริมาณสเกลาร์บางปริมาณเท่ากับปริมาณเวกเตอร์ได้

ค. ปริมาณสเกลาร์เป็นปริมาณที่บอกขนาดเพียงอย่างเดียวจะได้ความหมายสมบูรณ์

ง. ปริมาณเวกเตอร์เป็นปริมาณที่ต้องบอกทั้งขนาดและทิศทางจึงจะได้ความหมายสมบูรณ์

จ. ปริมาณเวกเตอร์ต้องเท่ากันทั้งขนาดและทิศทาง โดยปริมาณเวกเตอร์เหล่านั้น ไม่จำเป็นต้องอยู่ที่เดียวกัน

7. แรงเป็นปริมาณตามข้อใด

ก. เป็นปริมาณสเกลาร์เพราะมีทั้งขนาดและทิศทาง

ข. เป็นปริมาณสเกลาร์เพราะมีเพียงขนาดอย่างเดียว

ค. เป็นปริมาณเวกเตอร์ เพราะ มีทั้งขนาดและทิศทาง

ง. เป็นปริมาณเวกเตอร์เพราะมีเพียงขนาดอย่างเดียว

จ. เป็นปริมาณเวกเตอร์เพราะมีเพียงทิศทางอย่างเดียว

8. ข้อใดเป็น **ปริมาณสเกลาร์** ทั้งหมด

ก. แรง ระยะทาง ปริมาตร มวล

ข. ระยะทาง พลังงาน ความเร่ง ความยาว

ค. ความเร็ว พลังงาน ความยาว อุณหภูมิ

ง. การกระจัด ความเร่ง แรง โมเมนตัม

จ. อัตราเร็ว ปริมาตร เวลา ความหนาแน่น

9. ข้อความในข้อใดเป็น **ปริมาณสเกลาร์**

ก. ความเร็วของรถยนต์

ข. แรงพยายามที่ค้อนตีตะปูลงไป

ค. โมเมนต์ที่ใช้หมุนล้อและเพลา

ง. แรงในการเบรครถเพื่อทำให้รถหยุด

จ. พลังงานความร้อนที่ใช้ในการต้มน้ำจนเดือด

พิจารณาข้อมูลที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามข้อ 13

A. ชัยวิ่งออกกำลังกายทุกวัน วันละ 10 กิโลเมตร

B. รินน้ำลงในบีกเกอร์ได้ปริมาตร 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร

C. ก้อนหินก้อนนี้มีความหนาแน่น 2.3 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

D. บ้านของฟิล์มอยู่ห่างจากบ้านของแอนนี่ 2 กิโลเมตรทางด้านทิศตะวันออก

10. ข้อที่เป็นปริมาณเวกเตอร์ คือข้อใด

ก. ข้อ A

ข. ข้อ B , C

ค. ข้อ C

ง. ข้อ D

จ. ข้อ C , D

11. เมื่อออกแรงผลักวัตถุ แต่วัตถุไม่เคลื่อนที่ แสดงว่า

A. ไม่มีแรงกระทำต่อวัตถุ

B. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์

C. วัตถุไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่

ข้อความใดถูกต้อง

ก. เฉพาะข้อ A

ข. เฉพาะข้อ B

ค. ข้อ A และC

ง. ข้อ B และ C

จ. ข้อ A B และ C

12. การเคลื่อนที่แบบใดที่แรงกระทำต่อวัตถุอยู่ในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุเสมอ

ก. การเคลื่อนที่แนวโค้ง

ข. การเคลื่อนที่แนวตรง

ค. การเคลื่อนที่แบบวงกลม

ง. การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก

จ. การเคลื่อนที่แบบโปรเจคไทล์

13. เมื่อขว้างวัตถุออกไปในแนวราบ ปรากฏว่าวัตถุเคลื่อนที่เป็นแนววิถีโค้ง เป็นเพราะเหตุใด

ก. ความเร็วในแนวราบและความเร็วในแนวดิ่งมีค่าคงที่

ข. ความเร็วในแนวราบและความเร็วในแนวดิ่งมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ

ค. ความเร็วในแนวราบมีค่าคงที่ ความเร็วในแนวดิ่งเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ

ง. ความเร็วในแนวราบมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ ความเร็วในแนวดิ่งมีค่าคงที่

จ. ความเร็วในแนวราบมีค่าลดลงอย่างสม่ำเสมอ ความเร็วในแนวดิ่งเพิ่มขึ้นตลอดเวลา

14. ข้อใดกล่าว **ถูกต้อง** เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม

ก. ความเร็วในแนวสู่ศูนย์กลางมากกว่าความเร็วในแนวดิ่งเสมอ

ข. ความเร็วของวัตถุจะมี 2 แนวคือ แนวราบและแนวสู่ศูนย์กลาง

ค. มีแรงกระทำเพียงแรงเดียวกระทำต่อวัตถุ คือ แรงโน้มถ่วงของโลก

ง. มีแรงกระทำต่อวัตถุโดยมีทิศทางพุ่งเข้าหาศูนย์กลางการเคลื่อนที่ของวัตถุเสมอ

จ. มีแรงกระทำต่อวัตถุโดยมีทิศทางพุ่งออกจากศูนย์กลางการเคลื่อนที่ของวัตถุเสมอ

15. การกระทำใด **ไม่ใช่** การเคลื่อนที่ในแนวตรง

ก. การแข่งขันพุ่งแหลน

ข. การแข่งขันว่ายน้ำ

ค. การขับรถยนต์ไปตามทางราบ

ง. การปล่อยลูกบอลลงจากบอลลูน

จ. การปล่อยให้ก้อนหินตกลงจากหน้าผา

16. ชอล์ก 2 แท่งสีขาวและสีเหลือง วางอยู่สูงระดับเดียวกัน ชอล์กสีขาวถูกปล่อยให้ตกอย่างอิสระในขณะเดียวกัน ชอล์กสีเหลืองถูกดีดออกไปในแนวระดับ ชอล์กแท่งใดจะตกถึงพื้นก่อน เพราะเหตุใด

ก. ทั้งชอล์กแท่งสีขาวและสีเหลืองตกถึงพื้นพร้อมกันเพราะวางอยู่สูงระดับเดียวกัน

ข. ชอล์กแท่งสีขาวตกถึงพื้นก่อนเพราะเคลื่อนที่เป็นแนววิถีโค้ง เกิดจากการเคลื่อนที่ 2 แนวพร้อมกัน

ค. ชอล์กแท่งสีขาวตกถึงพื้นก่อนเพราะเป็นการเคลื่อนที่แนวตรง มีแรงกระทำต่อวัตถุอยู่ในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ง. ชอล์กแท่งสีเหลืองตกถึงพื้นก่อนเพราะเป็นการเคลื่อนที่แนวตรง มีแรงกระทำต่อวัตถุอยู่ในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ

จ. ชอล์กแท่งสีเหลืองตกถึงพื้นก่อนเพราะเคลื่อนที่เป็นแนววิถีโค้งเกิดจากการเคลื่อนที่ 2 แนวพร้อมกัน

17. ข้อใดกล่าว <u>ไม่ถูกต้อง</u> เกี่ยวกับ **การกระจัด**

ก. การกระจัดเป็นปริมาณสเกลาร์

ข. การกระจัดเป็นปริมาณเวกเตอร์

ค. การกระจัดมีทั้งขนาดและทิศทาง

ง. ระยะทางมีค่ามากกว่าการกระจัดเสมอ

จ. การกระจัดเป็นระยะทางที่วัดเป็นเส้นตรงจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสุดท้าย

18. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับ **ระยะทาง**

ก. ระยะทางเป็นปริมาณเวกเตอร์

ข. ระยะทางมีทั้งขนาดและทิศทาง

ค. ระยะทาง คือ ระยะที่สั้นที่สุดในการเดินทาง

ง. ระยะทาง คือ ระยะที่วัดตามเส้นทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้จริง

จ. ระยะทาง คือ ระยะที่วัดเป็นเส้นตรงจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสุดท้าย

19. น้องนก เดินไปทางทิศเหนือ 100 เมตร แล้วเดินกลับทางเดิมไปทางทิศใต้ 80 เมตร ระยะทางที่ได้มีค่าเท่าใด

ก. 0 เมตร

ข. 20 เมตร

ค. 80 เมตร

ง. 180 เมตร

จ. 200 เมตร

20. จากข้อ 19 การกระจัดของน้องนกจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสุดท้ายมีค่าเท่าใด

ก. 0 เมตร

ข. 20 เมตร

ค. 80 เมตร

ง. 180 เมตร

จ. 200 เมตร

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 21-22

สมชาย เดินรอบสนามขนาด 60 เมตร x 40 เมตร ดังภาพ

21. ระยะทางที่ สมชาย เดินรอบสนามได้ครึ่งรอบมีค่าเท่าใด

ก. 40 เมตร

ข. 60 เมตร

ค. 100 เมตร

ง. 120 เมตร

จ. 200 เมตร

22. ถ้าสมชายเดินไปได้ครึ่งรอบโดยเริ่มต้นที่ตำแหน่งต่างกัน ข้อใดกล่าว **ถูกต้อง**

ก. ระยะทางที่ได้มีขนาดเท่ากัน

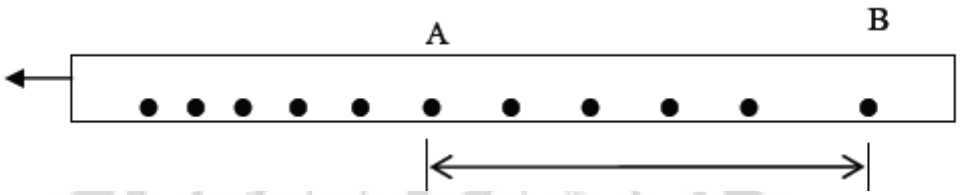
ข. ระยะทางที่ได้มีขนาดไม่เท่ากัน

ค. ระยะทางที่ได้มีขนาดเป็นศูนย์

ง. การกระจัดที่ได้มีขนาดเท่ากัน

จ. การกระจัดที่ได้มีขนาดเป็นศูนย์

23. เด็กชายสืบสกุล ทำการทดลอง โดยใช้เครื่องเคาะสัญญาณเวลาที่มีความถี่ 50 ครั้งต่อวินาที เมื่อลากแถบกระดาษผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลา ปรากฏจุดบนแถบกระดาษ ดังภาพ จงหาความเร็วเฉลี่ยช่วงระยะ AB



ก. 50 เซนติเมตร/วินาที

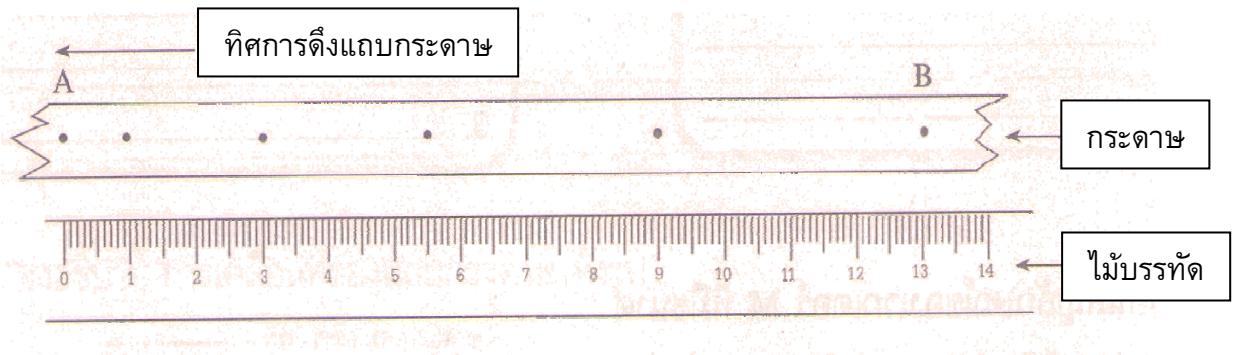
ข. 100 เซนติเมตร/วินาที

ค. 150 เซนติเมตร/วินาที

ง. 200 เซนติเมตร/วินาที

จ. 300 เซนติเมตร/วินาที

24. ในการทดลองดึงแถบกระดาษผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลาที่มีความถี่ 50 ครั้งต่อวินาที ปรากฏจุดบนแถบกระดาษ ดังภาพ ความเร็วเฉลี่ยของแถบกระดาษนี้เป็นเท่าใด



ก. 120 เซนติเมตร/วินาที

ข. 130 เซนติเมตร/วินาที

ค. 150 เซนติเมตร/วินาที

ง. 180 เซนติเมตร/วินาที

จ. 200 เซนติเมตร/วินาที

25. ความเร็วกับอัตราเร็วแตกต่างกันอย่างไร

ก. อัตราเร็วมีทิศทาง ความเร็วไม่มีทิศทาง

ข. ความเร็วและอัตราเร็วมีหน่วยต่างกัน

ค. ความเร็วและอัตราเร็วมีทิศทางเดียวกัน

ง. อัตราเร็วเป็นปริมาณเวกเตอร์ ความเร็วเป็นปริมาณสเกลาร์

จ. ความเร็วมีทั้งขนาดและทิศทาง อัตราเร็วมีเฉพาะขนาดไม่มีทิศทาง

26. ข้อใดกล่าว **ถูกต้อง**

ก. อัตราเร็ว คืออัตราส่วนระหว่างการกระจัดที่ได้กับเวลาที่ใช้ เป็นปริมาณเวกเตอร์

ข. อัตราเร็ว คืออัตราส่วนระหว่างระยะทางที่ได้กับเวลาที่ใช้ เป็นปริมาณสเกลาร์

ค. ความเร็ว คืออัตราส่วนระหว่างการกระจัดที่ได้กับเวลาที่ใช้ เป็นปริมาณสเกลาร์

ง. ความเร็ว คืออัตราส่วนระหว่างระยะทางที่ได้กับเวลาที่ใช้ เป็นปริมาณเวกเตอร์

จ. ทั้งอัตราเร็วและความเร็ว คืออัตราส่วนระหว่างระยะทางที่ได้กับเวลาที่ใช้ เป็นปริมาณเวกเตอร์

27. เด็กชายบอยวิ่งจากจุด A ไปทางทิศตะวันออกไปถึงจุด B ได้ระยะทาง 100 เมตร แล้ววิ่งกลับทางเดิมไปทางทิศตะวันตกถึงจุด C ได้ระยะทาง 60 เมตร ใช้เวลาทั้งหมด 40 วินาทีเด็กชายบอยวิ่งด้วยอัตราเร็วเท่าใด

ก. 1 เมตรต่อวินาที

ข. 2 เมตรต่อวินาที

ค. 3 เมตรต่อวินาที

ง. 4 เมตรต่อวินาที

จ. 5 เมตรต่อวินาที

28. จากข้อ 27 เด็กชายบอย วิ่งด้วยความเร็วเท่าใด (การนำไปใช้)

ก. 1 เมตรต่อวินาที

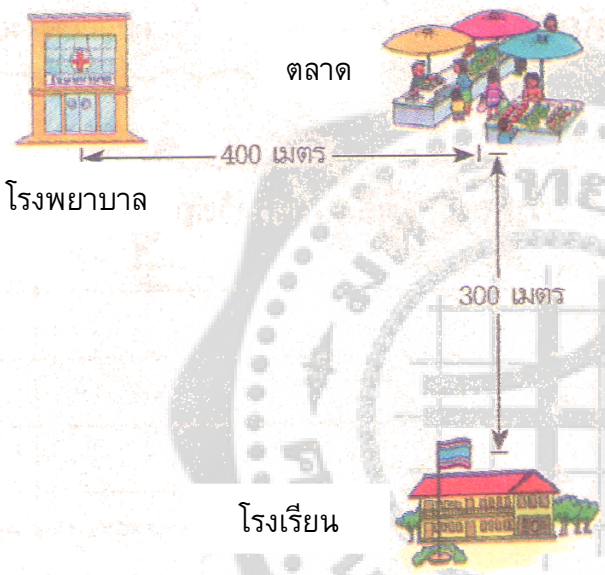
ข. 2 เมตรต่อวินาที

ค. 3 เมตรต่อวินาที

ง. 4 เมตรต่อวินาที

จ. 5 เมตรต่อวินาที

พิจารณาภาพต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 29



29. ครูจิ๋วเดินทางจากโรงพยาบาลถึงโรงเรียนใช้เวลา 5 นาที ครูจิ๋วเดินทางด้วยความเร็วเท่าใด

ก. 1.00 เมตรต่อวินาที

ข. 1.17 เมตรต่อวินาที

ค. 1.40 เมตรต่อวินาที

ง. 1.67 เมตรต่อวินาที

จ. 2.76 เมตรต่อวินาที

30. รถไฟขบวนหนึ่งแล่นไปตามราง ตรงจากสถานี A ไปยังสถานี B ได้ระยะทาง 1.2 กิโลเมตร ในเวลา 2 นาที รถไฟขบวนนี้แล่นด้วยความเร็วเฉลี่ยเท่าใด

ก. 0.6 เมตรต่อวินาที

ข. 6.0 เมตรต่อวินาที

ค. 1.4 เมตรต่อวินาที

ง. 10.0 เมตรต่อวินาที

จ. 12.0 เมตรต่อวินาที

เฉลย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1	ค	**16**	ค
2	จ	**17**	ก
3	จ	**18**	ง
4	ข	**19**	ง
5	ค	**20**	ข
6	ข	**21**	ค
7	ค	**22**	ก
8	จ	**23**	ง
9	จ	**24**	ข
10	ง	**25**	จ
11	ง	**26**	ข
12	ข	**27**	ง
13	ค	**28**	ก
14	ง	**29**	ง
15	ก	**30**	ง

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ต้องการวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยเป็นแบบทดสอบปรนัย ซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์จำนวน 8 สถานการณ์และตัวคำถามให้ผู้เรียนตอบคำถามในขอบเขตข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่กำหนดให้ตามสถานการณ์เท่านั้น ในหนึ่งสถานการณ์จะประกอบไปด้วยข้อคำถาม 4 ข้อ ผู้เรียนต้องตอบให้ครบทุกข้อคำถาม ในข้อหนึ่งๆ จะตรวจให้คะแนน ข้อละ 1 คะแนนเท่านั้น
2. ให้ผู้เรียนกาเครื่องหมาย ✕ ลงในกระดาษคำตอบโดยเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

สถานการณ์ที่ 1 ใช้ตอบคำถามข้อ 1 – 4

ทุกๆเช้า คุณพ่อจะขับรถพาหนูแหวนไปโรงเรียน ซึ่งอยู่ในย่านธุรกิจของกรุงเทพมหานคร ทำให้การจราจรที่หน้าโรงเรียนช่วงเช้าและช่วงเย็นติดขัดเป็นประจำ ทำให้คุณพ่อต้องไปทำงานสาย ทางโรงเรียนจึงได้ขอความอนุเคราะห์จากตำรวจจราจรในท้องที่ ให้มาช่วยอำนวยความสะดวก จำนวน 3 นาย ซึ่งช่วยให้การจราจรที่หน้าโรงเรียนสะดวกขึ้น แต่เมื่อเวลาผ่านไป 1 เดือน คุณพ่อของหนูแหวน ทราบมาว่าตำรวจจราจรทั้ง 3 นาย เจ็บป่วยต้องเข้ารักษาตัวที่โรงพยาบาลอยู่เป็นประจำ

1. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้
   ก. ตำรวจป่วยบ่อย
   ข. การจราจรติดขัด
   ค. คุณพ่อไปทำงานสาย
   ง. นักเรียนมาโรงเรียนสายเป็นประจำ

2. ข้อใดน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
   ก. มีสารพิษปนเปื้อนในอากาศ
   ข. รถยนต์เคลื่อนที่ไม่สะดวก
   ค. โรงเรียนตั้งอยู่ในย่านธุรกิจของกรุงเทพมหานคร
   ง. ตำรวจจราจรได้รับสารที่เป็นอันตรายต่อระบบหายใจ

3. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
   ก. ลดจำนวนรถยนต์ให้น้อยลง
   ข. มีใส่เครื่องกรองอากาศป้องกันควันพิษ
   ค. ช่วยกันลดมลภาวะที่เป็นสารพิษในอากาศ
   ง. ผลัดเปลี่ยนหมุนเวียนตำรวจจราจรเป็นประจำ

4. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร
   ก. การจราจรไม่ติดขัด
   ข. สุขภาพของตำรวจจราจรดีขึ้น
   ค. ตำรวจจราจรไม่ทำงานหนักเกินไป
   ง. มลภาวะที่เป็นพิษในอากาศจะลดลง

สถานการณ์ที่ 2 ใช้ตอบคำถามข้อ 5 – 8

บุญลือ มีอาชีพทำนาและเลี้ยงสัตว์ อยู่ที่จังหวัดหนองคาย เมื่อถึงฤดูแล้งจะไม่ค่อยมีน้ำใช้ เพราะอยู่ไกลจากแม่น้ำและไม่มีแหล่งน้ำตามธรรมชาติ บุญลือจึงชวนเพื่อนๆในหมู่บ้านมาช่วยกันขุดบ่อน้ำ เพื่อกักเก็บน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้ง โดยช่วยกันขุดบ่อซึ่งเป็นดินทรายลึกมาก เมื่อถึงฤดูฝน ฝนตกลงมาทำให้มีน้ำขังเต็มบ่อ แต่หลังจากนั้นไม่นาน น้ำในบ่อก็ค่อยๆ ลดลง และในที่สุดก็แห้งขอด

5. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้
   ก. น้ำหายไปไหนหมด
   ข. น้ำในบ่อไม่เหมาะในการนำมาดื่ม
   ค. อากาศบริเวณนี้ร้อนกว่าที่อื่น
   ง. บุญลือและชาวบ้านใช้น้ำไปทำนาและเลี้ยงสัตว์มาก

6. ข้อใดน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
   ก. แสงอาทิตย์ส่องมากทำให้น้ำระเหยไป
   ข. ดินบริเวณที่บุญลือขุดบ่อเป็นดินทรายไม่อุ้มน้ำ
   ค. บุญลือและชาวบ้านนำสิ่งสกปรกไปซักล้างในบ่อน้ำ
   ง. บุญลือและชาวบ้าน ไม่มีการวางแผนในการใช้น้ำ

7. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
   ก. ขุดบ่อให้ลึกกว่าเดิม
   ข. ช่วยกันใช้น้ำอย่างประหยัด
   ค. ช่วยกันทำบ่อปูนซีเมนต์ เพื่อกักเก็บน้ำ
   ง. ช่วยกันปลูกหญ้าแฝกไว้รอบๆบ่อ เพื่อดูดซับน้ำและป้องกันดินพังทลาย

8. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร
   ก. น้ำในบ่อไม่ระเหยไปหมด
   ข. บุญลือและชาวบ้านมีน้ำใช้ทำนาและเลี้ยงสัตว์อย่างเพียงพอ
   ค. บุญลือและชาวบ้านสามารถใช้น้ำในบ่อดื่มได้โดยไม่ต้องต้ม
   ง. บ่อน้ำสามารถเก็บน้ำไว้ใช้ได้ในฤดูแล้งและฤดูกาลอื่นๆ

สถานการณ์ที่ 3 ใช้ตอบคำถามข้อ 9 – 12

นิคมอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งในภาคตะวันออกของไทย มีโรงงานอุตสาหกรรมจำนวนมาก ซึ่งมีการลักลอบปล่อยน้ำทิ้งลงในแหล่งน้ำ ซึ่งทำให้พนักงานที่อาศัยอยู่ในชุมชนใกล้เคียง มีอาการอ่อนเพลีย คลื่นไส้ อาเจียน ปวดศีรษะบ่อยๆ จนในที่สุดพนักงานหลายคนต้องลาออกจากงานเพื่อรักษาตัว ตลอดจนมีชาวบ้านหลายคน ต้องเข้ารักษาตัวในโรงพยาบาล

9. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้
   ก. โรงงานอุตสาหกรรมขาดพนักงาน
   ข. โรงงานอุตสาหกรรมปิดกิจการ
   ค. พนักงานและชาวบ้านเจ็บป่วย
   ง. พนักงานลาออกจากงาน
10. ข้อใดน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
   ก. พนักงานและชาวบ้านอาศัยอยู่กันอย่างแออัด
   ข. พนักงานและชาวบ้านได้รับสารพิษจากแหล่งน้ำ
   ค. เจ้าของโรงงานอุตสาหกรรมไม่เอาใจใส่ดูแลพนักงานงาน
   ง. พนักงานและชาวบ้านอาศัยอยู่ใกล้แหล่งน้ำที่มีสารพิษ

11. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
   ก. กำจัดสารพิษก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ
   ข. จัดที่พักอาศัยแห่งใหม่ให้พนักงานและชาวบ้าน
   ค. จัดสิ่งแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรมให้เหมาะสม
   ง. ไม่ให้พนักงานและชาวบ้านใช้แหล่งน้ำที่อยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรม

12. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร
   ก. พนักงานและชาวบ้านไม่เจ็บป่วย ปลอดภัย
   ข. พนักงานและชาวบ้านอยู่อย่างสะดวกสบาย
   ค. พนักงานและชาวบ้านสามารถทำงานได้เต็มที่
   ง. กิจการของโรงงานอุตสาหกรรมเป็นไปได้ด้วยดี

สถานการณ์ที่ 4 ใช้ตอบคำถามข้อ 13 – 16

ขณะที่น้องบาส กำลังอ่านหนังสืออยู่ที่โต๊ะหนังสือตอนกลางคืน หลอดไฟของโคมไฟบนโต๊ะหนังสือก็ดับลง จึงบอกให้พี่บอล ช่วยเปลี่ยนหลอดไฟดวงใหม่ให้ ซึ่งน้องบาสสังเกตเห็นว่า หลอดไฟดวงเดิมมีขนาด 20 วัตต์ แต่หลอดไฟดวงใหม่ที่พี่บอลนำมาเปลี่ยนให้มีขนาด 10 วัตต์ เมื่อน้องบาสอ่านหนังสือ ต่อไปได้ประมาณครึ่งชั่วโมง ก็เริ่มมีอาการปวดศีรษะ ทั้งๆที่ไม่มีเคยมีอาการมาก่อนเลย

13. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้

ก. น้องบาสชอบอ่านหนังสือตอนกลางคืน

ข. หลอดไฟของโคมไฟบนโต๊ะหนังสือของน้องบาสดับ

ค. น้องบาสมีอาการปวดหัวศีรษะ หลังจากเปลี่ยนหลอดไฟ

ง. พี่บอลเปลี่ยนหลอดไฟใหม่ให้น้องบาส

14.ข้อใดน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้

ก. น้องบาสเริ่มมีปัญหาทางสายตา

ข. น้องบาสเครียดจากการอ่านหนังสือ

ค. น้องบาสไม่ชินกับแสงสว่างของหลอดไฟดวงใหม่

ง. แสงสว่างจากหลอดไฟไม่เพียงพอกับการอ่านหนังสือ

15.นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร

ก. เปลี่ยนหลอดไฟให้สว่างขึ้น

ข. ใส่แว่นสายตาเวลาอ่านหนังสือ

ค. ไม่ควรอ่านหนังสือดึกเกินไป

ง. พักสายตาบ้างขณะอ่านหนังสือ

16. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

ก. น้องบาสมีสายตาที่ดีขึ้น

ข. น้องบาสหายปวดศีรษะ

ค. น้องบาสอ่านหนังสือต่อได้ในวันรุ่งขึ้น

ง. ที่โต๊ะหนังสือมีแสงสว่างเหมาะแก่การอ่านหนังสือ

สถานการณ์ที่ 5 ใช้ตอบคำถามข้อ 17 – 20

ป้าน้อย เป็นเกษตรกรมีอาชีพทำนา มีนาข้าวอยู่ 40 ไร่ ทำนามาเป็นเวลาหลายปี ในปีแรกที่ปลูกข้าวเจริญงอกงามดีและให้ผลผลิตสูง ในปีที่สองป้าน้อยปลูกข้าวพันธุ์เดิม แต่ต้นข้าวมีลักษณะลำต้นเตี้ยลง ให้ผลผลิตต่ำกว่าปีแรก ต่อมาในปีที่สามปรากฏว่าต้นข้าวพันธุ์เดิมที่ใช้ปลูกลำต้นแคระแกรน ซีดเหลือง เมล็ดข้าวลีบและออกไม่เต็มรวง ได้ผลผลิตต่ำลงมาก ทั้งที่ป้าน้อยยังให้น้ำอย่างสมบูรณ์และไม่มีศัตรูพืชมารบกวน

17. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้
    ก. ต้นข้าวแคระแกรน
    ข. เมล็ดข้าวลีบและออกไม่เต็มรวง
    ค. การปลูกข้าวได้ผลผลิตต่ำ
    ง. ใช้ข้าวพันธุ์ซ้ำเดิม

18. ข้อใดน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
    ก. ดินเสื่อมคุณภาพ
    ข. ข้าวพันธุ์นี้ไม่ชอบน้ำ
    ค. พันธุ์ข้าวเสื่อมคุณภาพ
    ง. มีศัตรูพืชมากัดกินต้นข้าว

19. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
    ก. ปลูกข้าวพันธุ์ใหม่ทั้งสองนา ในที่ดินเดิม
    ข. ปลูกข้าวพันธุ์เดิมทั้งสองนา นาหนึ่งใส่ปุ๋ย อีกนาหนึ่งไม่ใส่ปุ๋ย
    ค. ปลูกข้าวพันธุ์เดิมทั้งสองนา นาหนึ่งให้น้ำอุดมสมบูรณ์ อีกนาหนึ่งไม่ให้น้ำ
    ง. ปลูกข้าวพันธุ์เดิมทั้งสองนา นาหนึ่งฉีดพ่นด้วยยาฆ่าแมลง อีกนาหนึ่งไม่ฉีดอะไรเลย

20. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร
    ก. ต้นข้าวมีผลผลิตมากขึ้น
    ข. ข้าวพันธุ์นี้ต้องการปริมาณน้ำน้อย
    ค. ข้าวพันธุ์นี้ไม่เหมาะที่จะนำมาปลูกในนาของป้าน้อย
    ง. การฉีดพ่นด้วยยาฆ่าแมลงช่วยให้ต้นข้าวมีผลผลิตมากขึ้น

สถานการณ์ที่ 6 ใช้ตอบคำถามข้อ 21 – 24

ลุงเข้ม เป็นเกษตรกรผู้ปลูกผักคะน้ารายใหญ่ พบว่ามีหนอนมากัดกินใบคะน้าเป็นจำนวนมาก ลุงเข้มจึงตัดสินใจใช้สารเคมีฆ่าหนอนซึ่งปรากฏว่าได้ผลดี แต่ต่อมาเมื่อลุงเข้มใช้สารเคมีฆ่าหนอนชนิดเดิมหลายๆครั้ง ถึงแม้จะเพิ่มปริมาณในการใช้สารเคมี ก็ไม่สามารถกำจัดหนอนได้ทำให้ผักคะน้าถูกหนอนกัดกิน ทำให้ดูไม่น่ารับประทานและไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค

21. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้
    ก. การระบาดของหนอน
    ข. สารเคมีกำจัดหนอนไม่ได้
    ค. หนอนมีปริมาณมากขึ้น
    ง. ผักคะน้าถูกหนอนกัดกิน

22. ข้อใดน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
    ก. ใช้สารเคมีบ่อยเกินไป
    ข. มีหนอนมารบกวนมากขึ้น
    ค. หนอนดื้อต่อสารเคมีฆ่าหนอน
    ง. ใช้สารเคมีชนิดเดียวในการกำจัดหนอน

23. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
    ก. ปลูกพืชหมุนเวียนหลายๆชนิด
    ข. ใช้สารเคมีหลายๆชนิดสลับกัน
    ค. เปลี่ยนชนิดของสารเคมี
    ง. ระยะเวลาในการใช้สารเคมีให้ฉีดพ่นถี่มากขึ้น

24. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร
    ก. สารเคมีมีประสิทธิภาพดีขึ้น
    ข. หนอนมารบกวนน้อยลง
    ค. แปลงผักคะน้าของลุงเข้มให้ผลผลิตมากขึ้น
    ง. พบวิธีการกำจัดหนอนด้วยวิธีที่เหมาะสมโดยไม่ใช้สารเคมี

สถานการณ์ที่ 7 ใช้ตอบคำถามข้อ 25 – 28

ที่หมู่บ้านแห่งหนึ่ง พบว่าหนองน้ำในหมู่บ้าน น้ำไม่ไหลถ่ายเท ตลอดจนมีเศษวัชพืชและขยะทับถมเป็นจำนวนมาก จนน้ำเริ่มเน่าเสียและส่งกลิ่นเหม็น วันหนึ่งคนในหมู่บ้านจำนวนมาก มีอาการไข้ขึ้นสูง ผิวหนังเป็นจุดสีแดงๆขึ้นเต็มตามร่างกาย จึงไปพบแพทย์ที่โรงพยาบาล ผลปรากฏว่าป่วยเป็น โรคไข้เลือดออก

25. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้
    ก. หนองน้ำเน่าเสีย
    ข. คนในหมู่บ้านไม่มีน้ำสะอาดใช้
    ค. คนในหมู่บ้านเป็นไข้เลือดออกจำนวนมาก
    ง. หนองน้ำมีวัชพืชและขยะจำนวนมากทำให้น้ำเน่าเสีย

26. ข้อใดน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
    ก. คนในหมู่บ้านนำน้ำสกปรกมาใช้
    ข. คนในหมู่บ้านถูกยุงลายที่เกิดจากหนองน้ำกัด
    ค. คนในหมู่บ้านถูกยุงก้นปล่องที่เกิดจากหนองน้ำกัด
    ง. คนในหมู่บ้านไม่ให้ความร่วมมือในการดูแลหนองน้ำ

27. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
    ก. ให้เจ้าหน้าที่แนะนำความรู้เกี่ยวกับไข้มาลาเรียให้คนในหมู่บ้านเข้าใจ
    ข. ช่วยกันทำความสะอาด รักษาหนองน้ำ และไม่ทิ้งขยะลงในแหล่งน้ำ
    ค. แนะนำให้คนในหมู่บ้านไปฉีดวัคซีนป้องกันโรคไข้เลือดออก
    ง. โรงพยาบาลจัดสรรพื้นที่รองรับจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก

28. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร
    ก. คนในหมู่บ้านที่เป็นไข้เลือดออกมีจำนวนลดลง
    ข. คนในหมู่บ้านมีความรู้เรื่องไข้มาลาเรีย
    ค. คนในหมู่บ้านมีน้ำสะอาดไว้บริโภค
    ง. การขยายพันธุ์ของยุงลดลง

สถานการณ์ที่ 8 ใช้ตอบคำถามข้อ 29 – 32

เฮียช้าง สร้างบ้านใหม่ ต้องการมีบ่อเล็กๆไว้สำหรับเลี้ยงปลาคาร์ฟ จึงได้สร้างบ่อซีเมนต์เป็นรูปวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เมตร ลึกครึ่งเมตรไว้หนึ่งบ่อ แล้วใส่น้ำลงในบ่อ โดยปล่อยปลาคราฟ จำนวน 10 ตัวลงไปและให้อาหารตามปกติ สองวันต่อมาพบว่าปลาคราฟที่ปล่อยไว้ในบ่อตายเป็นจำนวนมาก จึงให้ลูกชายลองวัดค่า pH ของน้ำในบ่อ พบว่าค่า pH ของน้ำที่วัดได้มีค่าประมาณ 2 – 3

29. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้
    ก. ปลาไม่มีอาหารกิน
    ข. น้ำที่วัดได้มีค่าประมาณ 2 – 3
    ค. ปลาคราฟที่ปล่อยในบ่อตายเป็นจำนวนมาก
    ง. ขนาดของบ่อไม่เหมาะสมกับจำนวนปลาคราฟที่ปล่อยลงไป

30. ข้อใดน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
    ก. บ่อปลาตื้นเกินไป
    ข. น้ำที่ใส่ลงไปในบ่อมีสภาพเป็นกรดสูง
    ค. น้ำมีสารพิษที่เป็นพิษต่อปลาคราฟ
    ง. จำนวนปลาคราฟที่ปล่อยมีจำนวนมากเกินไป

31. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
    ก. นำปลาคราฟมาเลี้ยงในอ่างชนิดเดียวกัน ขนาดเท่ากัน จำนวนปลาเท่ากัน บ่อที่หนึ่งใส่ปูนขาวปริมาณที่เหมาะสม อีกใบหนึ่งไม่ใส่ปูนขาว
    ข. นำปลาคราฟมาเลี้ยงในอ่างชนิดเดียวกัน ขนาดเท่ากัน แต่จำนวนปลาแตกต่างกัน
    ค. นำปลาคราฟมาเลี้ยงในภาชนะชนิดเดียวกัน ขนาดเท่ากัน แต่ใช้น้ำต่างชนิดกัน
    ง. นำปลาคราฟมาเลี้ยงในบ่อขนาดเท่ากันความลึกเท่ากัน จำนวนปลาเท่ากันปริมาณน้ำต่างกัน

32. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร
    ก. น้ำที่มีสารพิษเจือปนอยู่ทำให้ปลาคราฟตาย
    ข. บ่อปลามีขนาดเล็กเกินไปทำให้ปลาคราฟตาย
    ค. จำนวนปลาคราฟมากเกินไปทำให้ปลาคราฟตาย
    ง. พบวิธีที่จะปรับสภาพน้ำให้เหมาะสมกับการเลี้ยงปลาคาร์ฟ

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นายกอบวิทย์ พิริยะวัฒน์
วันเดือนปีเกิด	3 ตุลาคม 2523
สถานที่เกิด	แขวงคลองถนน เขตสายไหม กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	71 ม.11 ต.คูคต อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี 12130
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ครู คศ.1 โรงเรียนนนทรีวิทยา กรุงเทพมหานคร สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2539	ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนศรีจิตรา
พ.ศ. 2545	ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสายปัญญารังสิต
พ.ศ. 2549	การศึกษาบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 1) สาขาวิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2554	การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ