

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด
กับการสอนโดยใช้ผังมโนมิติ

ปริญญานิพนธ์
ของ
อุดมลักษณ์ นกฟุ้งพุ่ม

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

เมษายน 2545

ลิขสิทธิ์เป็นของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด
กับการสอนโดยใช้ผังมโนคติ

บทคัดย่อ
ของ
อุดมลักษณ์ นกพึ้งพุ่ม

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา
เมษายน 2545

อุดมลักษณ์ นกฟุ้งพุ่ม. (2545). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนมิติ. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ดร. ชูติมา วัฒนะคีรี, รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์.

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนมิติ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี เขตบางแค กรุงเทพมหานคร ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 60 คน แล้วสุ่มอีกครั้งให้มีกลุ่มละ 30 คน เป็นกลุ่มทดลอง 1 สอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด และกลุ่มทดลอง 2 สอนโดยใช้ผังมโนมิติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แบบแผนการทดลองแบบ Randomized Control – Group Pretest – Posttest Design
การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีทางสถิติ t – test แบบ Independent Samples ในรูป Difference Score
ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนมิติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนมิติ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

A STUDY ON MATAYOMSUKSA III STUDENTS' LEARNING ACHIEVEMENT
AND ABILITY IN SCIENTIFIC PROBLEM SOLVING USING INSTRUCTIONAL
THINKING - PROCESS PRACTICE - PACKAGE AND CONCEPT MAPPING

AN ABSTRACT
BY
UDOMLUK NOKPHENGPHUM

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University
April 2002

Udomluk Nokphengphum. (2002). *A study on Matayomsuksa III Student's Learning Achievement and Ability in Scientific Problem Solving Using Instructional Thinking – Process Practice – Package and Concept Mapping*. Master thesis, M.Ed.(Secondary Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Assoc.Prof. Dr. Chutima Wathanakeri, Assoc.Prof.Nipa Sripairot.

The purpose of this research was to study on Matayomsuksa III students' learning achievement and ability in scientific problem solving using instructional thinking – process - package and concept mapping.

The sample used in this research were 60 Matayomsuksa III students of Assumption College Thonburi School, Bangkhae district, Bangkok, in semester II of the 2001 academic year. They were divided into 2 groups ; the experimental group I with 30 students taught through using instructional thinking – process - package and the experimental group II with 30 students taught through concept mapping.

The Randomized Control Group Pretest Posttest Design was used in this research. The data were analyzed by t – test independent Difference Score.

The results of this study indicated that :

1. The students taught through using instructional thinking – process – package and Concept Mapping were non - significantly difference in learning achievement.

2. The students taught through using instructional thinking – process – package and Concept Mapping were non - significantly difference in scientific problem solving.

ปริญญานิพนธ์

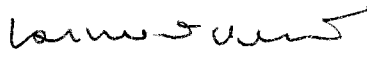
เรื่อง

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด
กับการสอนโดยใช้ผังมโนมิติ

ของ

นางอุดมลักษณ์ นกฟุ้งพุ่ม

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

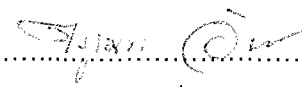

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. นภาพร หะวานนท์)
วันที่ ๑๙ เดือน เมษายน พ.ศ. ๒๕๔๕

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์


..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตีมา วัฒนศิริ)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์)


..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่ม
(รองศาสตราจารย์ สมจิต สวรรนไพบุลย์)


..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่ม
(รองศาสตราจารย์ ตรูเนตร อักษรสวัสดิ์)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาและการให้คำปรึกษาแนะแนวทางในการทำการวิจัยจากรองศาสตราจารย์ ดร. ชุตินา วัฒนศิริ และรองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์เป็นอย่างดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณไว้เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ สมจิต สวธนไพบูลย์ รองศาสตราจารย์ตฤเนตร อัสสวัสดี และคณาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอนทุกท่านที่ประสาทวิชาให้กับผู้วิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ ภราวดา เลอชัย ลวสุต ที่สนับสนุนให้ผู้วิจัยได้มาศึกษาในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี และขอบคุณคุณครูทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในการทดลองหาคุณภาพเครื่องมือ และดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ เฉลียว พันธุ์สีดา รองศาสตราจารย์ ธาตาคักดี วชิรปริชาพงษ์ และอาจารย์ดาร์กซ์ ฟองสุข ที่เป็นกำลังใจและให้คำแนะนำในการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ เพื่อนนิสิตปริญญาโท เอกการมัธยมศึกษาทุกท่านที่มีส่วนในการแนะนำ ช่วยเหลือ และให้กำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่ และขอบคุณพี่น้องของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจอย่างสูงในการทำ การวิจัยให้สำเร็จคุณค่าและประโยชน์ใด ๆ จากปริญญานิพนธ์นี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้แก่ผู้วิจัย

อุดมลักษณ์ นกฟุ้งพุ่ม

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	2
	ความสำคัญของการวิจัย	2
	ขอบเขตของการวิจัย	3
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	3
	ตัวแปรที่ศึกษา	3
	นิยามศัพท์เฉพาะ	3
	สมมติฐานการวิจัย	7
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
	เอกสารเกี่ยวกับชุดฝึก	8
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึก	14
	เอกสารเกี่ยวกับการคิดและกระบวนการคิด	15
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดและกระบวนการคิด	25
	เอกสารเกี่ยวกับผังมโนคติ	26
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผังมโนคติ	46
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	47
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	53
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	60
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	62
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	67
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	69
	การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง	69
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	70
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	80
	การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล	80
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	86
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	86
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	86

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	92
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	92
สมมุติฐานของการวิจัย.....	92
วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	92
การวิเคราะห์ข้อมูล	94
สรุปผลการวิจัย.....	95
อภิปรายผล	95
ข้อเสนอแนะ	97
 บรรณานุกรม	 98
 ภาคผนวก	 107
 ประวัติย่อผู้วิจัย.....	 163

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แบบแผนการทดลอง.....	70
2	เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอน โดยใช้ผังมโนมิติ	72
3	เปรียบเทียบค่าสถิติพื้นฐานและสถิติทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย(t)ของคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนก่อนการทดลองของกลุ่มที่ 1 กับกลุ่มที่ 2.....	88
4	เปรียบเทียบค่าสถิติพื้นฐานและสถิติทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย(t)ของคะแนนความ สามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองระหว่างการทดลอง กลุ่มที่ 1 กับกลุ่มที่ 2.....	89
5	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2.....	90
6	เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2.....	91
7	แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง(IC)ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	111
8	แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง(IC)ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	112
9	ค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	113
10	ค่าอำนาจจำแนก (t) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์...	114
11	คะแนนการทดสอบกลุ่มย่อย (try out) ของชุดฝึกกระบวนการคิด.....	115
12	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการทดสอบก่อนการทดลอง(Prettest)หลังการทดลอง (Posttest)กลุ่มทดลองที่ 1 : สอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด.....	117
13	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการทดสอบก่อนการทดลอง(Prettest)หลังการทดลอง (Posttest)กลุ่มทดลองที่ 1 : สอนโดยใช้ผังมโนมิติ.....	118
14	คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์การทดสอบก่อนการทดลอง (Prettest)หลังการทดลอง(Posttest)กลุ่มทดลองที่ 1 : สอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด...	119
15	คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์การทดสอบก่อนการทดลอง (Prettest)หลังการทดลอง(Posttest)กลุ่มทดลองที่ 1 : สอนโดยใช้ผังมโนมิติ.....	120
16	วิเคราะห์จุดประสงค์.....	122

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แผนภูมิแสดงการแสดงผลการเกิดมโนคติ	32
2 แสดงตัวอย่างผังมโนคติชนิดกระจายออก	37
3 แสดงตัวอย่างผังมโนคติชนิดปลายเปิด.....	38
4 แสดงตัวอย่างผังมโนคติชนิดเชื่อมโยง	39
5 แสดงตัวอย่างผังมโนคติชนิดปลายปิด	40
6 แสดงตัวอย่างผังมโนคติอย่างง่าย	43
7 แผนผังมโนคติที่จัดลำดับแตกต่างกับจากมโนคติชุดเดียวกัน	44
8 รูปแบบการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	48
9 โครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะของความรู้	50
10 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	53
11 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	59
12 ผังมโนคติเรื่องพืช	130
13 ผังมโนคติเรื่องดิน	131

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ความเจริญก้าวหน้าด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมากมายในทางความคิด การแก้ปัญหาของสังคมและวัฒนธรรม กล่าวคือทำให้เกิดผลกระทบโดยตรงต่อวิถีการดำรงชีวิตของคนในสังคมปัจจุบัน ยุคนี้ได้ชื่อว่าเป็นยุคสังคมข่าวสาร สารสนเทศซึ่งเกิดขึ้นมากมายหลากหลายและแพร่กระจายไปอย่างรวดเร็วทั่วทุกสังคมของโลกอย่างไร้พรมแดน สารสนเทศดังกล่าวจึงไปมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของบุคคล ในการดำรงชีวิตประจำวันของทุกคนนั้นมีความจำเป็นที่จะต้องเลือกสรรสารสนเทศที่หลากหลายมาประยุกต์ใช้ในการคิด การแก้ปัญหา และการตัดสินใจ แม้จะมีอุปสรรคและปัญหาย่างยากซับซ้อนจากกระบวนการของเหตุและปัจจัยหนุนเนื่องที่ทำให้เกิดท่าทีการคิด การแก้ปัญหาและการตัดสินใจอย่างมีเป้าหมายด้วยการใช้เหตุผลบนพื้นฐานของข้อมูลที่ต้องครบถ้วนตามความเป็นจริงและกาลเวลาด้วยกระแสของเหตุและปัจจัย จึงสามารถคิดและตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง ทำให้ดำรงชีวิตอยู่ในสังคมใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความสุข กระบวนการต่อเนื่องว่าอะไร ทำให้เกิดอะไรอะไรทำให้เกิดอะไรต่อเนื่องอย่างไม่มีที่สิ้นสุดนั้น มีพุทธบัญญัติว่า “เพราะสิ่งนี้มีสิ่งนี้จึงมี ... เพราะสิ่งนี้ไม่มีสิ่งนี้จึงไม่มี” (ประเวศ วะสี.2544:27)

การศึกษามีบทบาทและมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศ โดยเฉพาะในโลกยุคโลกา -ภิวัตน์ทรัพยากรที่สำคัญที่สุดก็คือ ทรัพยากรบุคคลซึ่งมีความรู้ ความสามารถและมีศักยภาพในด้านต่างๆ จากสรุปผลทางการศึกษาศักยภาพของเด็กไทย (กรมวิชาการ.2540:5) พบว่านักเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา มีศักยภาพต่ำสุดในทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ในอนาคตโดยเฉพาะในทักษะการคิดซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษา (การศึกษาไทยในยุคโลกาภิวัตน์.2538:8) ว่าความสามารถของเด็กไทยในวิชาพื้นฐานคือคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มีแนวโน้มต่ำลงและพบว่าสิ่งที่จะต้องมีการแก้ไขด่วนคือพื้นฐานการเรียนรู้ในโลกปัจจุบันและอนาคต กระบวนการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาของผู้เรียนทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนของไทยตั้งแต่ประถมศึกษาถึงมัธยมศึกษาส่วนใหญ่ยังยึดครูเป็นศูนย์กลางในการเรียนการสอน เน้นการบอกความรู้ด้วยการท่องจำและจำไปสอบมากกว่าที่จะให้คิดแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

การปฏิรูปการศึกษาจึงเป็นแนวทางในการเปลี่ยนแปลงการจัดการศึกษาโดยมีเป้าหมายเพื่อปฏิรูปการเรียนรู้ การปฏิรูปครู บุคลากรทางการศึกษาและการปฏิรูปการบริหารการศึกษาตามแนวทางพระราชบัญญัติการศึกษา พุทธศักราช 2542 หลักการสำคัญของการปฏิรูปการศึกษาอยู่ที่ปฏิรูปการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิด รู้จักวิเคราะห์ และพัฒนาศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ ซึ่งในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ มาตรา 22 ระบุว่าจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุดกระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ และมาตรา 24 ระบุว่า การจัดเนื้อหาสาระกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนต้องฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการและประยุกต์นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อนำไปสู่เป้าหมายของการเป็นคนเก่ง ดี และมีความสุข

กองวิจัยทางการศึกษา (กรมวิชาการ.2542:33-34) กล่าวว่าความคิดเป็นความสามารถที่พัฒนาได้ โดยการฝึกฝนการคิดจากระดับง่ายจนถึงระดับที่ซับซ้อนมากขึ้นได้แก่ ฝึกทักษะการคิด ลักษณะการคิดและกระบวนการคิดตามลำดับโดยการจัดทำกิจกรรมการเรียนการสอนตามระดับวัย วุฒิภาวะของแต่ละบุคคลโดยให้นักเรียนคิดเป็น ให้นักเรียนตระหนักในปัญหาและคิดหาทางแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องทั้งหมดมาผสมผสานจนเกิดความคิดที่จะเลือกตัดสินใจหรือปฏิบัติให้เกิดความพึงพอใจและสามารถแก้ปัญหา นั้นได้ เบญจมาศ สันประเสริฐ (2533:42) ได้ให้ความเห็นว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ใช้ในการสร้างแนวความคิดรวบยอดและแบบผังมโนมติกเป็นเครื่องมือที่จะช่วยได้ ผู้เรียนมีโอกาสฝึกทักษะในการคิดและช่วยให้การเรียนรู้นั้นมีความหมายต่อผู้เรียนในเรื่องเดียวกันนี้ รัชณีกร ทองสุคติ (2540:2) ได้ให้ข้อคิดแบบเดียวกันว่า การสอนไม่ใช่การได้เนื้อหาเพียงอย่างเดียวแต่ควรสอนให้นักเรียนรู้จักคิดและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตจริงของนักเรียน ซึ่ง ประเวศ วะสี (2531:61-64) กล่าวว่า การสอนให้นักเรียนมีความรู้ขั้นการคิดเป็นมโนมติกมีความจำเป็นมากกระบวนการคิดเป็นกระบวนการหนึ่งที่จะนำไปสู่การแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ตามหลักการ คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนี้มุ่งเน้นกระบวนการเพื่อฝึกให้นักเรียนมีนิสัยในการจัดระบบการคิด

จากสภาพดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าควรมีการเตรียมตัวเด็กโดยการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เพื่อมุ่งให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น ซึ่งผู้วิจัยเห็นด้วยกับการสอนที่เน้นเฉพาะหลักการพื้นฐานที่เป็นแก่นแท้เพื่อสร้างโอกาสให้นักเรียนคิดเอง ทำเอง จึงเป็นการสอนคนให้คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น (ประกอบ วิโรจนกฎ .2537:34) จึงเลือกการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการพัฒนาความคิดอย่างมีระบบควบคู่ไปกับการเรียนรู้วิชาการนั้นจะส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาโดยการเปรียบเทียบกับ การสอนโดยใช้ผังมโนมติก ให้ผู้เรียนระดมโนมติกและนำมาสัมพันธ์กันเป็นหลักการได้เอง โดยกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี เขตบางแค กรุงเทพมหานครเพื่อเป็นแนวทางในการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนมติก
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนมติก

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ที่สอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด และผังมโนมติก ซึ่งส่งผลให้นักเรียน กล้าแสดงออก มีอิสระทางความคิดโดยใช้หลักการคิดรวบรวม การคิดจำแนก และเชื่อมโยงความคิดของตนเอง มีความสนุกสนานในการเรียน จะเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถตัดสินใจเลือกวิธีสอนที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี เขตบางแค กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 8 ห้องเรียน จำนวนทั้งหมด 400 คน

* 2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี เขตบางแค กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 2 ห้องเรียนมีนักเรียนรวมทั้งรวมทั้งหมด 60 คนซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) โดยสุ่มมา 2 ห้องเรียนจากทั้งหมด 8 ห้องเรียน แล้วสุ่มอีกครั้งให้มีกลุ่มละ 30 คนเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

กลุ่มทดลองที่ 1 สอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด

กลุ่มทดลองที่ 2 สอนโดยใช้ผังมโนมิติ

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ผู้วิจัยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 โดยการสอน กลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 50 นาที

4. เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองได้แก่เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร จากหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5. ตัวแปรที่ศึกษา

5.1 ตัวแปรอิสระได้แก่ รูปแบบการสอนแบ่งเป็น 2 แบบคือ

5.1.1 การสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด

5.1.2 การสอนโดยใช้ผังมโนมิติ

5.2 ตัวแปรตามได้แก่

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.2.2 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. กระบวนการคิด หมายถึง กิจกรรมการคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอนหรือเป็นกระบวนการ ที่จะช่วยให้บรรลุวัตถุประสงค์นั้นๆ กระบวนการคิดที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ กระบวนการคิดแก้ปัญหา

2. ชุดฝึกกระบวนการคิด หมายถึง นวัตกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อฝึกกระบวนการคิดโดยให้ผู้เรียน ได้มีการฝึกใช้ทักษะการคิดขั้นพื้นฐานและทักษะการคิดที่ซับซ้อนดังต่อไปนี้

2.1 ทักษะการคิดขั้นพื้นฐาน หมายถึง ทักษะที่เป็นพื้นฐานเบื้องต้นในการคิดประกอบด้วย

2.1.1 ทักษะสื่อความหมาย ได้แก่ การฟัง การพูด การอ่าน การเขียน การจดจำ การบรรยาย

2.1.2 ทักษะการคิดที่เป็นแกน หรือการคิดทั่วไป ได้แก่ การสังเกต การตั้งคำถาม การระบุ การแปลความ การเก็บรวบรวมข้อมูล การเปรียบเทียบ การใช้เหตุผล การจัดหมวดหมู่และการสรุปอ้างอิง

2.2 ทักษะการคิดที่ซับซ้อน หมายถึง การคิดที่มีลำดับขั้นตอน ประกอบด้วยการให้คำจำกัดความ การวิเคราะห์ การจัดระบบความคิด การตั้งสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน การตั้งเกณฑ์ การพิสูจน์ความจริง การประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้สถานการณ์

ชุดฝึกกระบวนการคิดนี้ ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยปรับปรุงมาจากขั้นตอนและหลักการสร้างชุดฝึกของบัทส์ (Butts.1974:85) เอ็ดเวิร์ดและเบอร์ไนซ์ (Edward and Bernice.1984:53) ดีวิตโตและคร็อกโคเวอร์ (Devito and Krockover.1976:388) เพื่อใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิดซึ่งประกอบด้วย

1. ชื่อเรื่องที่จะศึกษา
2. คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายการใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดเพื่อให้บรรลุจุดหมายตามที่วางไว้
3. จุดประสงค์ของกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่นักเรียนต้องทำในชุดฝึกกระบวนการคิด
4. เวลา เป็นส่วนที่ระบุช่วงเวลาในการทำแต่ละชุดฝึกกระบวนการคิด
5. สื่อ เป็นส่วนที่ระบุวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมในชุดฝึกกระบวนการคิด
6. เนื้อหา คือรายละเอียดที่ต้องการให้นักเรียนทราบ
7. สถานการณ์ที่กำหนดให้ เป็นรูปแบบ บรรยาย หรือการทดลอง
8. กิจกรรม เป็นส่วนที่ให้นักเรียนปฏิบัติและกำหนดไว้ในชุดฝึกกระบวนการคิดโดยให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหาแล้วดำเนินการดังนี้

8.1 ขั้นสำรวจปัญหา เป็นการให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่เป็นข้อความในชุดฝึกกระบวนการคิด แล้วเขียนปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้อยู่ในรูปของประโยคคำถามให้มากที่สุด กิจกรรมในขั้นนี้ก่อให้เกิดทักษะการคิดขั้นพื้นฐานด้านการสื่อความหมายและทักษะการคิดที่เป็นแกน ได้แก่ การสังเกต การตั้งคำถาม การเก็บรวบรวมข้อมูล การใช้เหตุผล

8.2 ขั้นระบุปัญหา เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเลือกปัญหาจากที่กำหนดไว้ 1 ปัญหา โดยให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด และสามารถนำมาทดสอบได้ พร้อมบอกเหตุผลในการเลือก กิจกรรมในขั้นนี้ก่อให้เกิดทักษะการคิดขั้นพื้นฐานด้านการสื่อความหมาย ทักษะที่เป็นแกน ได้แก่ การสังเกต การตั้งคำถาม การใช้เหตุผล การระบุ และทักษะการคิดที่ซับซ้อน ได้แก่ การจัดระบบความคิด การวิเคราะห์

8.3 ขั้นหาทางแก้ปัญหาที่หลากหลายมีดังนี้

8.3.1 นักเรียนระบุถึงสาเหตุของปัญหาที่นักเรียนเลือก

8.3.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเลือกสาเหตุของปัญหาที่น่าจะเป็นไปได้ แล้วนำมาเขียนสมมติฐาน โดยให้มีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรต้นและ ตัวแปรตาม กิจกรรมในขั้นนี้ก่อให้เกิดทักษะการคิดขั้นพื้นฐานด้านการสื่อความหมาย ทักษะการคิดที่เป็นแกน ได้แก่ การสังเกต การตั้งคำถาม การใช้เหตุผล การระบุ และทักษะการคิดที่ซับซ้อน ได้แก่ การวิเคราะห์ การจัดระบบความคิด การตั้งสมมติฐาน

8.4 ขั้นเลือกทางเลือกที่คิดว่าดีที่สุด เป็นขั้นที่ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเลือกสมมติฐานที่น่าจะเป็นไปได้มากที่สุดโดยให้สอดคล้องกับสถานการณ์และปัญหาที่เลือกและสมมติฐานที่เลือกต้องสามารถทดสอบได้ กิจกรรมในขั้นนี้ก่อให้เกิดทักษะการคิดขั้นพื้นฐานด้านการสื่อความหมาย ทักษะการคิดที่เป็นแกน ได้แก่ การสังเกต การตั้งคำถาม การใช้เหตุผล การระบุ และทักษะการคิดที่ซับซ้อน ได้แก่ การวิเคราะห์ การจัดระบบความคิด การตั้งสมมติฐาน

8.5 ขั้นดำเนินการมีดังนี้

8.5.1 นักเรียนออกแบบการทดลอง โดยระบุวิธีการทดลองและรูปแบบการบันทึกผลการทดลองจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ครอบคลุมปัญหา และสมมติฐานที่เลือกและสามารถทดสอบได้

8.5.2 นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการที่ได้ออกแบบไว้

8.5.3 นักเรียนบันทึกผลการทดลองที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองตามรูปแบบบันทึกที่ออกแบบไว้ลงในชุดฝึกกระบวนการคิด

8.5.4 นักเรียนอภิปรายถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้และสรุปผลในการทดลองลงในชุดฝึกกระบวนการคิด

กิจกรรมในขั้นนี้ก่อให้เกิดทักษะการคิดขั้นพื้นฐานด้านการสื่อความหมาย ทักษะการคิดที่เป็นแกน ได้แก่ การสังเกต การตั้งคำถาม การใช้เหตุผล การระบุ การจัดหมวดหมู่และการสรุปอ้างอิง และทักษะการคิดที่ซับซ้อน ได้แก่ การวิเคราะห์ การจัดระบบความคิด การตั้งสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน การตั้งเกณฑ์ การพิสูจน์ความจริง การประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้สถานการณ์

8.6 ขั้นประเมินผล ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังทำชุดฝึกกระบวนการคิด

9. แบบทดสอบท้ายชุดฝึกกระบวนการคิด

10. คำเฉลยท้ายชุดฝึกกระบวนการคิด

3. การสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด หมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอนนิเวศวิทยาศาสตร์ที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดและลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองตามขั้นตอนในชุดฝึกกระบวนการคิด ประกอบด้วยขั้นตอนการสอนดังนี้

3.1 ครูชี้แจงการใช้ชุดฝึก

3.2 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามชุดฝึกกระบวนการคิด

3.3 นักเรียนตรวจสอบผลการเรียนรู้จากใบเฉลยที่ครูให้

4. มโนคติ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจของแต่ละบุคคล เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยนำการรับรู้ที่ได้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมเพื่อลงข้อสรุปหรือคำจำกัดความของสิ่งนั้น

5. ผังมโนคติ หมายถึง แผนภาพของความคิดที่ประกอบด้วยกลุ่มมโนคติที่เชื่อมโยงเข้าด้วยกันเพื่อแสดงความสัมพันธ์กันอย่างมีความหมายโดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

5.1 ระบุมโนคติที่สำคัญ

5.2 จัดลำดับมโนคติ

5.3 เชื่อมโยงมโนคติต่างๆเข้าด้วยกันโดยใช้คำเชื่อม

5.4 ทบทวนผังมโนคติที่สร้างขึ้น

6. การสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์ หมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอนที่กำหนดให้ ผู้เรียนค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง และกิจกรรมการเขียนผังมโนทัศน์มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้

6.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลองมีดังนี้

6.1.1 นักเรียนศึกษาสถานการณ์แล้วร่วมกันอภิปรายปัญหาจากสถานการณ์เพื่อระบุปัญหาดังสมมติฐานและเขียนผังมโนทัศน์เรื่องที่จะศึกษา

6.1.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลองด้วยมืออุปกรณ์ที่กำหนดให้

6.2 ขั้นทำการทดลอง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองและบันทึกผลการทดลองตามทีออกแบบไว้

6.3 ขั้นอภิปรายหลังทำการทดลองมีดังนี้

6.3.1 นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองและเอกสารประกอบการสอนมาอภิปรายเพื่อระบุมโนทัศน์ที่สำคัญ

6.3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดลำดับมโนทัศน์

6.3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเชื่อมโยงมโนทัศน์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันด้วยคำเชื่อม

6.3.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปรับปรุงแก้ไขผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นแล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียน

6.3.5 ครูและนักเรียนร่วมกันพิจารณาเลือกมโนทัศน์ที่เหมาะสมที่สุดมาสรุปในบทเรียนและจัดบันทึกลงในสมุด

7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งพิจารณาจากคะแนนการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องการขนส่งและการสื่อสารโดยวัดความสามารถ 4 ด้านดังนี้

7.1 ด้านความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกนำสิ่งที่เรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ มโนทัศน์ หลักการ กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

7.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความ ตีความ และแปลความโดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

7.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

7.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้ โดยผ่านการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบจนเกิดความชำนาญ สามารถเลือกใช้กิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการลงความเห็นข้อมูล ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วัดโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นตามเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ว 306 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร

8. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาและความคิดที่นำเอาประสบการณ์เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาที่ประสบใหม่ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 4 ขั้นดังนี้

8.1 ขั้นระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาที่สำคัญที่สุด ภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

8.2 ขั้นตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคิด วิเคราะห์ คาดคะเน บอกสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากข้อเท็จจริงในสถานการณ์ที่กำหนดให้

8.3 ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง หมายถึง ความสามารถในการคิดค้น วางแผน เสนอแนวทางแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือเสนอข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำไปสู่การคิดแก้ปัญหาที่ระบุได้อย่างสมเหตุสมผล

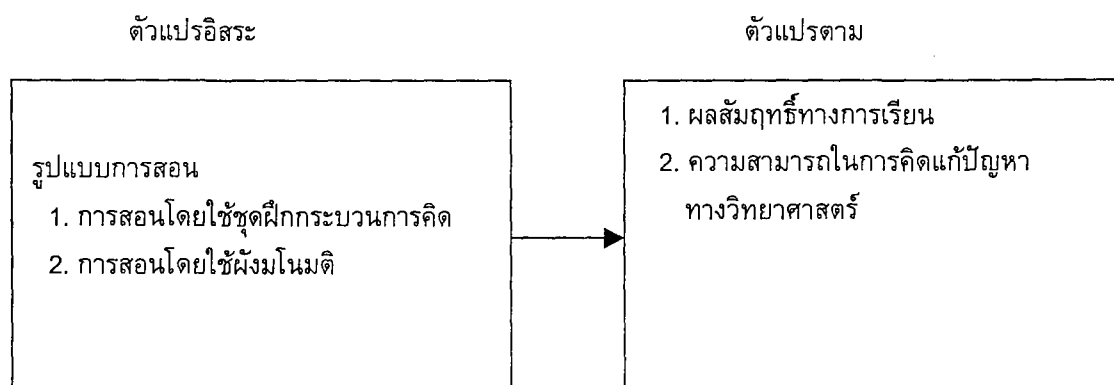
8.4 ขั้นสรุปผลและนำไปใช้ หมายถึงความสามารถในการอธิบายได้ว่าผลที่เกิดจากการกำหนดวิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นั้นสอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่หรือผลที่ได้จะเป็นอย่างไร และนำไปใช้ได้

สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนมติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนมติ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ประกอบด้วย

1. เอกสารเกี่ยวกับชุดฝึก
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึก
3. เอกสารเกี่ยวกับการคิดและกระบวนการคิดแก้ปัญหา
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดกระบวนการคิดแก้ปัญหา
5. เอกสารเกี่ยวกับผังมโนคติ
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนคติ
7. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
8. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
10. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
11. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

1. เอกสารเกี่ยวข้องกับชุดฝึก

1.1 ความหมายของชุดฝึก

การฝึกเป็นกิจกรรมที่มีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการเรียนการสอน โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะช่วยให้ผู้เรียนได้แก้ไข ข้อบกพร่องของการเรียน ด้วยการฝึกฝน ฝึกปฏิบัติ จากชุดฝึกที่ครูสร้างขึ้น มีผู้เรียกชื่อต่างกัน เช่น แบบฝึกชุดฝึก ชุดการฝึก แบบฝึกหัดและการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ใช้ชื่อ “ชุดฝึก” ซึ่งมีผู้ให้ความหมายเกี่ยวกับชุดฝึกไว้ดังนี้

ชาญชัย ลวิตรังสิมา และเชตวิทย์ ฤทธิ์ประศาสน์ (2523 : 114) ได้ให้ความหมายของชุดการฝึกว่าเป็นการจัดสภาพการณ์ เพื่อให้ผู้ฝึกเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมจนสามารถปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523 : 128) ได้ให้ความหมายของชุดการฝึกว่า หมายถึง สิ่งที่นักเรียนต้องใช้ควบคู่กับการเรียน มีลักษณะเป็นชุดการฝึกที่ครอบคลุมกิจกรรมที่นักเรียนถึงกระทำ อาจกำหนดแยกเป็นแต่ละหน่วย หรืออาจรวมเล่มก็ได้

สุดา บุญยไวยโรจน์ (2529 : 56) ได้ให้ความหมายของชุดการฝึกว่า เป็นสื่อการเรียนที่จัดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาทำความเข้าใจ ฝึกฝน จนเกิดแนวคิดที่ถูกต้อง และเกิดทักษะในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อาจนับได้ว่าชุดการฝึกเป็นเครื่องมือที่สำคัญ ที่สำคัญ ที่ครูทุกคนใช้ในการตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ และพัฒนาการด้านทักษะของนักเรียนในวิชาต่าง ๆ

อัจฉรา ชีวพันธ์ และคนอื่น ๆ (2532 : 102) ได้กล่าวว่าชุดการฝึก หมายถึง สิ่งที่สร้างขึ้นเพื่อสร้างความเข้าใจ เสริม เพิ่มเติมเนื้อหาบางส่วนที่ช่วยให้นักเรียนได้ปฏิบัติ และนำเอาความรู้ไปใช้ได้อย่างแม่นยำ ถูกต้อง และคล่องแคล่ว

เวสเตอร์ (พรสวรรค์ คำบุญ. 2534 : 16; อ้างอิงจาก Webster. 1979 : 640) ได้กล่าวถึงชุดฝึกไว้ว่า หมายถึง โจทย์ ปัญหา หรือตัวอย่างที่ยกมาจากหนังสือ เพื่อนำมาใช้สอน หรือให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะต่าง ๆ ให้ดีขึ้นหลังจากที่เรียนบทเรียน

วัชร เลียนบรรจง (2539 : 36) สรุปไว้ว่า ชุดฝึกกิจกรรมเป็นนวัตกรรมชนิดหนึ่งที่สามารถให้นักเรียนฝึกด้วยตนเอง มีลักษณะ คุณค่าและความสามารถของความแตกต่างระหว่างบุคคล ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนแต่ละบุคคลแก้ปัญหาด้วยวิธีวิทยาศาสตร์ โดยเน้นให้นักเรียนฝึกการคิด

สมาลี สีมืด (2543 : 17) สรุปไว้ว่าชุดการฝึก หมายถึง สื่อในการประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติด้วยตนเองและฝึกการแก้ปัญหาด้วยตนเองเพิ่มขึ้นจากเนื้อหา โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ

จากการให้ความหมายดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ชุดฝึก หมายถึง นวัตกรรมที่สร้างขึ้นเพื่อเสริมสร้างทักษะและแก้ไขในจุดบกพร่องให้แก่ผู้เรียน มีลักษณะเป็นชุดฝึกหัด ที่มีกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ทำ และมีการทบทวนสิ่งที่เรียนรู้ผ่านมาแล้วจากบทเรียน ให้เกิดความเข้าใจและมีทักษะมากขึ้น

1.2 หลักการสร้างชุดฝึก

ชุดฝึกเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยให้เกิดการพัฒนาด้านทักษะเป็นอย่างยิ่ง ในการสร้างชุดฝึกต้องคำนึงถึงหลักการสร้าง ซึ่งได้มีผู้เสนอแนะวิธีการในการสร้างชุดการฝึกทักษะไว้ดังนี้

หน่วยศึกษานิเทศ กรมสามัญศึกษา (2529 : 149 – 151) ได้เสนอหลักในการสร้างชุดการฝึกหัดเรียนด้วยตนเองไว้ พอสรุปได้ดังนี้

1. หลักในการสร้างแบบเรียนประกอบด้วย

- 1.1 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วจัดเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์นั้น
- 1.2 จัดเนื้อหาให้เหมาะสมกับวัย และความสามารถของเด็ก

2. หลักในการสร้างชุดการฝึกประกอบด้วย

- 2.1 ให้มีคำชี้แจงง่าย และสั้นเพื่อให้เด็กเข้าใจง่าย
- 2.2 เรียงลำดับขั้นตอนของชุดการฝึกจากง่ายไปหายากเพื่อให้เด็กมีกำลังใจทำ
- 2.3 จัดทำชุดการฝึกให้น่าสนใจ และท้าทายให้แสดงความสามารถ
- 2.4 ครูควรต้องพิจารณาชุดการฝึกด้วยความละเอียด อย่าให้มีข้อผิดพลาดได้
- 2.5 เนื่องจากเด็กแต่ละคนมีความแตกต่างกัน ชุดการฝึกให้มีจำนวนมาก ๆ เพื่อให้นักเรียน

ได้เลือกทำตามความสามารถ และเด็กที่มีความสามารถจะได้ทำมาก

บททิส (ชุดิมา วัฒนะศิริ. 2535 ; อ้างอิงจาก Butts.1974. *The Teaching of science A Self Directed Planning Guide*. 85) เสนอหลักการสร้างชุดการฝึกไว้ดังนี้

1. ต้องกำหนดโครงสร้างของชุดการฝึกไว้คร่าว ๆ ก่อนที่จะเขียนรายละเอียด
2. ศึกษางานด้านวิทยาศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จัดทำ

3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และเนื้อหาให้สอดคล้องกัน
4. แจกแจงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ออกเป็นกิจกรรมย่อย โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของนักเรียน
5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ ในกิจกรรมแต่ละตอนให้เหมาะสมกับชุดการฝึก
6. กำหนดเวลาที่ใช้ในการฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสม
7. จัดให้มีการประเมินผลทั้งก่อนและหลังเรียน

ดีวิต และครอกโคเวอร์ (Devito and Krockover. 1976 : 388) ได้สร้างชุดการเรียนกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มีชื่อว่า "Creative Sciencing Ideas and Activities for Teacher and Children" เป็นชุดกิจกรรมที่นำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่ละกิจกรรมกระตุ้นให้ผู้อ่านเกิดความคิดและกิจกรรมอื่น ๆ ตามมา เหมาะที่ครูจะนำมาใช้ในการพัฒนานักเรียน รูปแบบของชุดการเรียนประกอบด้วย

1. ปัญหาที่นำไปสู่กิจกรรม
2. กำหนดสถานการณ์ที่เป็นการบรรยายหรือกิจกรรมการทดลอง
3. คำถามจากการสร้างสถานการณ์ หรือกิจกรรมการทดลอง คำถามนี้ไม่มีคำตอบนักเรียนจะตอบอย่างไรก็ได้
4. ข้อเสนอแนะหรือข้อคิด เพื่อแนะนำนักเรียนให้ทำกิจกรรมต่อเนื่องไปอีก
5. คำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดความคิด และสนใจที่จะดำเนินการหาข้อเท็จจริงตามวิธีทางวิทยาศาสตร์

เอ็ดเวิร์ด และเบอร์ไนซ์ (Edward and Bernice. 1984 : 53) ได้เสนอการฝึกด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) นำเอาส่วนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งสมมติฐานมาฝึกโดยเฉพาะ ซึ่งมีขั้นตอนพอสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดสถานการณ์ที่ได้จากการสังเกต
2. ให้นักเรียนเขียนปัญหา โดยอยู่ในรูปของประโยคคำถาม
3. ให้นักเรียนหาสาเหตุที่เป็นไปได้จากปัญหาที่ตั้งขึ้น
4. นำเอาเหตุผลที่เป็นไปได้ มาเขียนเป็นสมมติฐาน โดยให้อยู่ในรูปของข้อความ "ถ้า...แล้ว....." และสมมติฐานที่ตั้งมานั้น สามารถตรวจสอบได้โดยการวัดการสังเกต หรือการทดลองอย่างใดอย่างหนึ่ง

ส่วน บาร์เน็ต และคนอื่น ๆ (โคจิกานต์ ศรีวิเชียร.2540 : 33 ; อ้างอิงจาก Bamet and others . 1969 : 11) ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการสร้างชุดฝึกไว้ว่า ชุดฝึกที่ดี ควรมีข้อเสนอแนะการใช้ ในการฝึกตอบควรมีการฝึกให้ตอบทั้งแบบจำกัดและแบบเสรี ถ้าต้องการให้ศึกษาด้วยตนเอง คำสั่งหรือตัวอย่างที่ยกมาควรเป็นข้อความที่ ไม่ยากเกินไป ชุดฝึกนั้นควรมีหลายรูปแบบ และมีความหมายแก่ผู้ฝึกทำ ในการสร้างชุดฝึกนั้น ต้องคำนึงถึงหลักจิตวิทยาในการเรียนรู้มาประกอบการสร้างชุดฝึกด้วย

1.3 หลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึก

ในการสร้างชุดฝึกเพื่อสร้างเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะนั้น มีนักการศึกษา ได้กล่าวถึงหลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกไว้ดังนี้

สุจิต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรหม (2536 : 65 – 82) ได้กล่าวไว้ว่า ต้องยึดหลักทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา สรุปได้ดังนี้

1. กฎของธอร์นไดค์เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึกหัด ซึ่งกล่าวว่า สิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ ย่อมทำให้ผู้ได้รับการฝึกมีความคล่อง สามารถทำได้ ทำให้การเรียนรู้นั้นคงทนถาวร ในทางตรงกันข้ามสิ่งใดที่ไม่ได้รับการฝึกหัด หรือทอดทิ้งไปนาน ย่อมจะทำให้การเรียนรู้นั้นไม่คงทนถาวร หรือไม่เกิดการเรียนรู้เลย

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล ควรคำนึงว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ ความถนัด ความสามารถ และความสนใจแตกต่างกัน ฉะนั้นในการสร้างชุดฝึก จึงควรพิจารณาถึงความเหมาะสมคือ ไม่ง่ายและไม่ยากเกินไป ควรมีหลาย ๆ แบบ

3. การจูงใจนักเรียนโดยการจัดชุดฝึกจากง่ายไปหายาก เพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน จะทำให้เกิดผลสำเร็จในการฝึกและช่วยยั่วให้คิดตามต่อไป

4. ใช้ชุดฝึกสั้น ๆ เพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย

นิตยา ปานทิพย์ (2527 : 26 –27) ได้กล่าวไว้ว่า ในการสร้างแบบฝึกต้องอาศัยหลักสำคัญ หมายถึง ทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา ประกอบด้วย

1. ความใกล้ชิด (Contiguition) การใช้สิ่งเร้าและการตอบสนองที่เกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกัน จะสร้างความพอใจให้กับนักเรียน

2. แบบฝึกหัด (Practice) คือ การให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่ซ้ำ ๆ เพื่อช่วยในการสร้างความแม่นยำชำนาญ

3. กฎแห่งผล (Law of Effect) คือ การให้นักเรียนได้ทราบผลการทำงานของตนโดยรวดเร็ว ซึ่งนอกจากจะทำให้ให้นักเรียนได้ทราบว่าการกระทำของตนเป็นอย่างไรแล้ว ยังเป็นการสร้างความพอใจให้กับนักเรียนอีกด้วย

4. แรงจูงใจ (Motivation) ได้แก่ การเรียนชุดฝึกจากง่ายไปหายากและจากชุดฝึกสั้นไปสู่ชุดฝึกที่ยาวขึ้น ทั้งนี้เนื้อเรื่องที่จะนำมาสร้างชุดฝึกควรมีหลายรสและหลายรูปแบบ ตลอดจนมีภาพประกอบเรื่องเพื่อสร้างความสนใจของนักเรียนมากขึ้น

1.4 ลักษณะของชุดฝึกที่ดี

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับชุดฝึกที่ดีไว้ดังนี้

อาร์เรส (ชุดมา วัฒนะศิริ. 2535 ; อ้างอิงจาก Haress. n.d. : 93-94) กล่าวว่า ลักษณะของชุดฝึกจะต้องใช้ภาษาที่เหมาะสมกับนักเรียน และสร้างโดยใช้หลักจิตวิทยาในการแก้และการตอบสนองดังนี้

1. ใช้ชุดการฝึกหลาย ๆ ชนิด เพื่อเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ

2. ชุดฝึกที่จัดขึ้นนี้ต้องให้นักเรียนสามารถแยกออกได้ว่า ชุดการฝึกแต่ละข้อต้องการให้นักเรียนทำอะไร

3. ให้นักเรียนได้ฝึกการตอบชุดการฝึกแต่ละชนิด แต่ละรูปแบบว่ามีวิธีการตอบอย่างไร
4. ให้นักเรียนได้มีโอกาสตอบสนองสิ่งที่เร้าดังกล่าว ด้วยการแสดงออกทางความสามารถ และความเข้าใจลงในชุดฝึก

5. ให้นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนรู้จากการเรียนมาตอบในชุดการฝึกให้ตรงเป้าหมายที่สุด
นิตยา ฤทธิ์โยธี (2520 : 1) ได้กล่าวถึงลักษณะของชุดฝึกที่ดีไว้ดังนี้

1. ควรเกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว
2. เหมาะสมกับระดับความรู้ วัย หรือความสามารถของเด็ก
3. ใช้เวลาเหมาะสม คือ ไม่ใช่เวลานานเกินไปหรือเร็วเกินไป
4. มีคำชี้แจงสั้น ๆ ที่ทำให้เด็กเข้าใจวิธีทำได้ง่าย
5. เป็นสิ่งที่น่าสนใจและท้าทายให้แสดงความสามารถ

ริเวอร์ (สุริย์ สุธาสิโนบล. 2541 : 43 ; อ้างอิงจาก River.1968. *Teaching Foreign Language skills*. 97 – 105) กล่าวถึงลักษณะของชุดฝึกที่ดีไว้ดังนี้

1. ต้องมีการฝึกนักเรียนมากพอสมควรในเรื่องหนึ่ง ๆ ก่อนที่จะมีการฝึกเรื่องอื่น ๆ ต่อไป ทั้งนี้ทำขึ้นเพื่อการสอน มิใช่ทำขึ้นเพื่อการสอบ
2. แต่ละบทฝึก ควรใช้แบบประโยคเพียงหนึ่งแบบเท่านั้น
3. ฝึกโครงสร้างใหม่กับสิ่งที่เรียนรู้แล้ว
4. ประโยคและคำศัพท์ควรเป็นแบบที่ใช้พูดกันในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้จักดีแล้ว
5. ชุดฝึกที่ควรให้นักเรียนใช้ความคิด
6. ชุดการฝึกควรมีหลาย ๆ แบบ เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย
7. ควรฝึกให้นักเรียนสามารถใช้สิ่งที่เรียนไปแล้วไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

สรุปได้ว่า ชุดฝึกที่ดี ควรมีลักษณะเป็นชุดฝึกที่มีเนื้อหา คำชี้แจงชัดเจน ใช้ภาษาที่ถูกต้อง เข้าใจง่าย เหมาะสมกับวัยและเวลา ดึงดูดความสนใจและท้าทายความสามารถของผู้เรียน

1.5 ประโยชน์ของชุดฝึก

วีระ ไทยพานิช (2528 : 11) ได้กล่าวถึงความสำคัญของชุดการฝึก สรุปได้ว่า ชุดการฝึกเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่เกิดจากการกระทำจริง เป็นประสบการณ์ตรงที่ผู้เรียนมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอน ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของสิ่งที่เรียน สามารถเรียนรู้และจดจำสิ่งที่เรียนได้ดี และนำไปใช้ในสถานการณ์เช่นเดียวกันได้

เพ็ชต์ (สุริย์ สุธาสิโนบล 2541 : 45 ; อ้างอิงจาก Petty.1968. *Developing Language Skills in the Elementary School*. 469 – 476) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดการฝึกไว้ดังนี้

1. เป็นส่วนเพิ่มหรือเสริมหนังสือเรียนในการเรียนทักษะ เป็นอุปกรณ์การสอนที่ช่วยลดภาระของครูได้มาก เพราะชุดการฝึกเป็นสิ่งที่จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบระเบียบ
2. ช่วยเสริมทักษะการใช้ภาษา ชุดการฝึกเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เด็กฝึกทักษะการใช้ภาษาดีขึ้น แต่ต้องอาศัยการส่งเสริมและความเอาใจใส่จากผู้สอน

3. ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากเด็กมีความสามารถในการใช้ภาษาต่างกัน การให้เด็กทำชุดการฝึกที่เหมาะสมกับความสามารถของเขา จะช่วยให้เขาประสบผลสำเร็จด้านจิตใจมากขึ้น

4. ชุดการฝึกช่วยส่งเสริมให้ทักษะทางภาษาให้คงทนโดยกระทำดังนี้

4.1 ฝึกทันทีหลังจากนักเรียนได้เรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ แล้ว

4.2 ฝึกซ้ำหลาย ๆ ครั้ง

4.3 เน้นเฉพาะเรื่องที่ต้องการฝึก

5. ชุดการฝึกที่ใช้จะเป็นเครื่องมือวัดผลการเรียนหลังจากจบบทเรียนในแต่ละครั้ง

6. ชุดการฝึกที่จัดทำขึ้นเป็นรูปเล่ม นักเรียนสามารถเก็บรักษาไว้เป็นแนวทางเพื่อทบทวนด้วยตนเองได้ต่อไป

7. การให้นักเรียนทำชุดการฝึก ช่วยให้ครูมองเห็นจุดเด่นหรือปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียนได้ชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้อุทิศดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปัญหานั้นได้ทันที

8. ชุดการฝึกที่จัดขึ้นนอกจากที่อยู่ในหนังสือเรียน จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนเต็มที่

9. ชุดการฝึกที่จัดพิมพ์ไว้เรียบร้อยแล้ว จะช่วยให้ครูประหยัดทั้งแรงงานและเวลาในการที่จะต้องเตรียมชุดการฝึกอยู่เสมอ ในด้านผู้เรียนก็ไม่ต้องเสียเวลาลอกชุดการฝึกจากตำราเรียน ทำให้มีโอกาสฝึกฝนทักษะต่าง ๆ ได้อย่างเต็มที่มากขึ้น

10. ชุดการฝึกช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย เพราะการจัดพิมพ์ขึ้นเป็นรูปเล่มที่แน่นอน ลงทุนต่ำกว่าที่พิมพ์ในกระดาษไขทุกครั้งและผู้เรียนสามารถบันทึก และมองเห็นความก้าวหน้าของตนเองได้อย่างมีระบบ

1.6 การนำชุดฝึกไปใช้ในการเรียนการสอน

บทที่ 8 (ชุดวิชา วัฒนธรรมคดี. 2535 ; อ้างอิงจาก Butts.1974. *The Teaching of science A Self Directed Planning Guide*. 2) ได้เสนอแนะหลักในการนำชุดการฝึกไปใช้ในการเรียนการสอนดังนี้

1. อ่านและศึกษาวัตถุประสงค์ให้เข้าใจก่อน

2. ลองทำกิจกรรมในชุดการฝึกดูว่าทำได้หรือไม่

3. พิจารณาเนื้อหาและกิจกรรมของชุดการฝึกว่าสอดคล้องกันหรือไม่

4. พิจารณาวัตถุประสงค์ของชุดการฝึกและกิจกรรมการเรียนการสอนว่าสอดคล้องกันหรือไม่

5. ชุดการฝึกนั้นเหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่

6. เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกให้เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรม

7. พิจารณาเวลาที่ใช้ในการฝึกว่าเหมาะสมหรือไม่

8. อภิปรายร่วมกันกับนักเรียนหลังจากที่นักเรียนได้ทำชุดการฝึกแล้วเพื่อศึกษาถึงปฏิกิริยาตอบสนองของนักเรียนว่าเข้าใจหรือไม่

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึก

2.1 งานวิจัยต่างประเทศ

ลอเลย์ (Lowrey.1987 : 817-A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการใช้แบบฝึกทักษะกับนักเรียนระดับ 1 ถึงระดับ 3 จำนวน 87 คน พบว่านักเรียนได้รับการฝึกโดยใช้แบบฝึกทักษะ มีคะแนนการทดสอบหลังการทำแบบฝึกมากกว่าคะแนนการทดสอบก่อนการทำแบบฝึก

แมคโดนัลด์ (McDonald. 1971) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาและประเมินค่าของชุดการสอนสื่อประสมแบบกิจกรรมรายบุคคล สำหรับใช้การสอนแบบซ่อมเสริมในวิทยาลัยชุมชนซานเมือง” โดยเปรียบเทียบจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทัศนคติต่อวิธีสอนโดยใช้ชุดการสอนสื่อประสมเพื่อเรียนด้วยตนเองกับวิธีสอนแบบธรรมดาที่ใช้บรรยายและอภิปราย ผลการวิจัยปรากฏว่าจากคะแนนสอบหลังการสอน กลุ่มทดลองทำคะแนนได้สูงกว่ากลุ่มควบคุมทั้งทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทางทัศนคติ

บราเวอร์รี่ (Brawley.1976) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบสื่อประสม (Multi Media Instructional Modules) เรื่องการบอกเวลาสำหรับเด็กที่เรียนช้า กลุ่มทดลองได้จากกลุ่มเด็กที่เรียนช้าซึ่งใช้แบบทดสอบเรื่อง Appreciation Test Stanford Achievement มา Pretest และ Posttest โดยให้กลุ่มทดลองใช้ชุดการสอนซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์และสื่อการสอน 12 ชุดใช้เวลาสอนทั้งหมด 15 วัน ผลการวิเคราะห์พบว่ามีความสำคัญทางสถิติที่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

อีไนเยจู (Eniayeju. 1983 : 795 – 801) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนโดยครูสาธิต (Teacher - Demonstration) กับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง (A Self paced Instruction) และทักษะในการแก้ปัญหาในวิชาเคมีระดับวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 60 คนซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกสอนโดยให้นักเรียนศึกษาชุดการเรียนด้วยตนเอง กลุ่มที่ 2 สอนโดยครู พบว่า การสอนโดยศึกษาด้านชุดการเรียนด้วยตนเองส่งผลต่อมโนคติและทักษะในการแก้ปัญหามีความสำคัญทางสถิติ และนักเรียนส่วนมากชอบบทเรียนด้วยตนเองมากกว่าการสอนโดยครูสาธิต

2.2 งานวิจัยในประเทศ

ตันหยง อิมมาก (2537:101) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกที่ให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยกระบวนการแก้ปัญหาการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกที่ให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยกระบวนการแก้ปัญหาการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีความสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกสูงกว่าสอนตามคู่มือครู

วัชร เลี่ยนบรรจง (2539:10) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีความสำคัญทางสถิติที่ระดับ

จิรพรรณ ทะเขียว (2543:82) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุมาลี สิมิต (2543:40) ได้ศึกษาผลการพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยชุดการฝึกเมื่อเทียบกับเกณฑ์ หลังจากได้รับการฝึกด้วยชุดการฝึก ผลการศึกษาพบว่า การพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเซนต์คอมมินิก สูงกว่าเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากงานวิจัยดังกล่าว จะเห็นได้ว่า ชุดกิจกรรม ชุดการฝึก แบบฝึกทักษะต่าง ๆ ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่ครูจัดให้กับนักเรียนนั้น เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง เป็นประสบการณ์ตรงที่ผู้เรียนมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอน ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของสิ่งที่เรียน สามารถเรียนรู้และนำไปใช้ในสถานการณ์เช่นเดียวกันได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสร้างชุดฝึกกระบวนการคิดใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

3.เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดและกระบวนการคิด

3.1 ความหมายของการคิด

การคิดเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่เป็นต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอ มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านได้ให้ความหมายของการคิดไว้ดังนี้

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษา (2542 : 31) กล่าวว่า การคิด หมายถึงกระบวนการทำงานของสมอง โดยใช้ประสบการณ์มาสัมพันธ์กับสิ่งเร้า และสภาพแวดล้อมโดยนำมาวิเคราะห์ เปรียบเทียบ สังเคราะห์ และประเมินอย่างมีระบบและเหตุผล เพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ไขปัญหาอย่างเหมาะสม หรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่

สมจิต สวณไพบูลย์ (2541 : 38) กล่าวว่า การคิดเป็นการนำปัญญามาใช้ ปัญญา คือ เครื่องมือของการคิด การคิดสามารถที่จะพัฒนาได้ การคิดและการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้อย่างลึกซึ้งต่อเมื่อผู้เรียนได้มีโอกาสจัดกระทำกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง

กิลฟอร์ด (Guiford. 1967 : 7) ให้ทัศนะว่า การคิด เป็นการค้นหาหลักการโดยการแยกแยะคุณสมบัติของสิ่งต่าง ๆ หรือข้อความจริงที่ได้รับแล้วทำการวิเคราะห์ เพื่อหาข้อสรุปอันเป็นหลักการของข้อความจริง ๆ นั้น รวมถึงการนำหลักการไปใช้ในสถานการณ์ที่ต่างไปจากเดิม

เพียเจต์ (Piaget. 1969 : 58) ให้ทัศนะเกี่ยวกับการคิดไว้ว่า การคิดหมายถึงการกระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยปัญญา การคิดของบุคคลเป็นกระบวนการใน 2 ลักษณะ คือ เป็นกระบวนการปรับเข้าโครงสร้าง (Assimilation) โดยการจัดสิ่งเร้าหรือข้อความจริงที่ได้รับให้เข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ กับกระบวนการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง (Accommodation) โดยการปรับประสบการณ์เดิมให้เข้ากับความจริงที่ได้รับรู้ใหม่ บุคคลจะใช้การคิดทั้งสองลักษณะนี้ร่วมกันหรือสลับกัน เพื่อปรับความคิดของตนให้เข้ากับสิ่งเร้ามากที่สุด

ผลของการปรับเปลี่ยนการคิดดังกล่าวจะช่วยพัฒนาวิธีการคิดของบุคคลจากระดับหนึ่งไปสู่วิธีการคิดอีกระดับหนึ่งที่สูงกว่า

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า การคิดเป็นพฤติกรรมภายในที่เกิดจากกระบวนการทำงานของสมอง มีลักษณะเป็นทั้งกระบวนการและผลผลิต ซึ่งมีลักษณะที่ต่อเนื่องกัน แยกจากกันไม่ได้ แต่อธิบายได้ว่า กระบวนการคิด เป็นการใช้วิธีคิดและทักษะการคิด ส่วนผลผลิต เป็นผลที่เกิดจากการใช้การคิดมาแก้ปัญหา

3.2 กรอบของการคิด

จากการสังเคราะห์ข้อมูลและอาศัยความรู้เกี่ยวกับการคิดที่มีอยู่จำนวนมากมาสามารถจัดกลุ่มได้ 3 กลุ่มใหญ่ ดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540 : 12)

1. ทักษะการคิด หมายถึง ความสามารถในการแสดงออก หรือแสดงพฤติกรรมของการใช้ความคิด เช่น การสังเกตการเปรียบเทียบ การจำแนกแยกแยะ ขยายความ จัดกลุ่ม ฯลฯ

2. ลักษณะการคิด หมายถึง คำที่แสดงลักษณะของการคิดซึ่งใช้ในลักษณะเป็นคำวิเศษณ์ เช่น คิดกว้าง คิดไกล คิดรอบคอบ ซึ่งคำไม่ได้แสดงออกถึงพฤติกรรมโดยตรง แต่สามารถแปลความไปถึงพฤติกรรมหรือการกระทำประการใดประการหนึ่ง หรือหลายประการรวมกัน เช่น คิดคล่อง หมายถึง พฤติกรรมที่บอกการคิดได้จำนวนมากในเวลาที่รวดเร็ว คิดหลากหลายได้จำนวนมากในเวลาที่รวดเร็ว คิดหลากหลาย หมายถึง พฤติกรรมสามารถบอกลักษณะคิดที่มีรูปแบบที่หลากหลาย แตกต่างกันไปจัดเป็นการคิดขั้นกลาง

3. กระบวนการคิด หมายถึง การคิดที่มีความสลับซับซ้อนสูงขึ้น ซึ่งต้องมีพื้นฐานด้านทักษะความคิดหลาย ๆ ด้านมาผสมผสานกัน กระบวนการคิดจึงมีขั้นตอนและมีความแยบยล จึงทำให้พบแนวทางในการแก้ปัญหา หรือคำตอบของความคิดแต่ละครั้ง กระบวนการคิดถือเป็นการคิดขั้นสูงประกอบด้วย การคิดที่มีวิจารณญาณ คิดแก้ปัญหา คิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดรวบยอด คิดตัดสินใจ

พิศนา เขมมณี และคณะ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540 : 15-17 ; อ้างอิงจากพิศนา เขมมณี และคณะ.ม.ป.ป.) จัดมิติของการคิดไว้ 6 ด้าน เพื่อใช้เป็นกรอบความคิดในการพัฒนาความสามารถทางการคิดของเด็กและเยาวชน

มิติของการคิดมี 6 ด้านคือ

1. มิติด้านข้อมูลหรือเนื้อหาที่ใช้ในการคิด

ในการคิด บุคคลไม่สามารถคิดโดยไม่มีเนื้อหาของการคิดได้ เพราะการคิดเป็นกระบวนการในการคิด จึงต้องมีการคิดอะไรควบคู่ไปกับการคิดอย่างไร

2. มิติด้านคุณสมบัติ ที่เอื้ออำนวยต่อการคิด

ในการพิจารณาเรื่องใด ๆ โดยอาศัยข้อมูลต่าง ๆ คุณสมบัติส่วนตัวบางประการ มีผลต่อความคิด และคุณภาพของการคิด เช่น คนมีใจกว้าง ย่อมยินดีที่จะรับฟังข้อมูลจากหลายฝ่ายจึงอาจได้ข้อมูลมากกว่าคนไม่ยอมรับฟัง ความรอบคอบ ความอยากรู้อยากเห็น ความขยัน ความมั่นใจในตนเองจะช่วยส่งเสริมการคิดให้มีคุณภาพขึ้น

3. มิติด้านทักษะการคิด

บุคคลจำเป็นต้องมีทักษะพื้นฐานหลายประการในการดำเนินการคิด เพื่อพัฒนาเป็นทักษะความคิดขั้นสูง

4. มิติด้านลักษณะการคิด

ลักษณะการคิดเป็นประเภทของการคิดที่แสดงลักษณะเฉพาะชัดเจน ลักษณะการคิดแต่ละลักษณะจะต้องอาศัยทักษะพื้นฐานบางประการและมีกระบวนการหรือขั้นตอนในการคิดไม่มากนัก

5. มิติด้านกระบวนการคิด

กระบวนการคิด เป็นการคิดที่ประกอบไปด้วย ลำดับขั้นตอนในการคิด ซึ่งจะมีมากน้อยขึ้นอยู่กับความจำเป็นของการคิดแต่ละลักษณะ

6. มิติด้านการควบคุมและประเมินการคิดของตนเอง หมายถึง การรู้ตัวถึงความคิดของตนเอง ในการกระทำ หรือประเมินความคิดของตนเองและใช้ความรู้นั้นควบคุมหรือปรับการกระทำของตนเอง บุคคลที่มีความตระหนักและประเมินความคิดของตนเองได้ จะสามารถปรับปรุงกระบวนการคิดของตนให้ดีขึ้นยิ่งขึ้น

ทักษะการคิดมีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันของผู้เรียนเป็นทักษะขั้นพื้นฐานซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องปลูกฝังให้ผู้เรียนเพื่อฝึกคิดอย่างคล่องแคล่ว เพื่อใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตในสังคม ทักษะการคิดมีผู้ศึกษาและกำหนดชนิดของทักษะไว้มีทั้งลักษณะที่คล้ายคลึงและแตกต่างกันออกไป ดังต่อไปนี้

เฟรนเคิล (Fraenkel. 1980 : 172) ได้แบ่งทักษะการคิดออกเป็น 11 ทักษะ คือ

1. การสังเกต (Observing)
2. การบรรยาย (Describing)
3. การเปรียบเทียบ (Comparing and Contrasting)
4. การพัฒนาความคิดรวบยอด (Developing Concepts)
5. การจำแนก (Differentiating)
6. การให้คำจำกัดความ (Defining)
7. การสรุปความ (Generalizing)
8. การทำนาย (Predicting)
9. การอธิบาย (Explaining)
10. การตั้งข้อสมมติฐาน (Hypothesizing)
11. การเสนอทางเลือก (Offering Alternatives)

โรมัส (Thomas. : 1972) ได้จำแนกการพัฒนาทักษะการคิด (Higher of Order of Cognitive Skills Taxonomy) โดยได้ทำการศึกษาทฤษฎีทางความคิดต่าง ๆ หลักสูตรต่าง ๆ ในระดับอนุบาลและประถมศึกษา ตลอดจนนวัตกรรมและสื่อการสอน และโปรแกรมการสอนรวมทั้งสิ้น 64 โปรแกรม หลังจากนั้นจึงจัดกลุ่มทักษะการคิดออกเป็น 6 ด้าน ได้แก่

1. ทักษะการเรียนรู้เพื่อการเรียนรู้
2. ทักษะการสื่อความหมาย
3. ทักษะการจัดหมวดหมู่ และเปรียบเทียบ
4. ทักษะการสังเคราะห์และสร้างสรรค์
5. ทักษะการตัดสินใจและลงความเห็น

6. ทักษะการวิเคราะห์ค่านิยมและการตัดสินใจ

อัลเบรชท์ (Albrecht, 1980 : 13 – 14) ได้กล่าวถึงการคิดอย่างมีคุณภาพของมนุษย์ว่า ประกอบด้วย การคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา และการคิดตัดสินใจ ซึ่งการคิดอย่างมีคุณภาพนี้ประกอบด้วยทักษะพื้นฐานทางการคิด 10 ประการ คือ

1. ความตั้งใจ (Concentration)
2. การสังเกต (Observation)
3. การจำ (Memory)
4. การให้เหตุผล (Logical Reasoning)
5. การสรุปอ้างอิง (Inferences)
6. การตั้งสมมติฐาน (Forming Hypotheses)
7. การกำหนดทางเลือก (Generating Options)
8. การโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิด (Making Association Between Ideas)
9. การกำหนดรูปแบบ (Recognizing Patterns)
10. การรับรู้และมิติสัมพันธ์ (Spatial and Kinesthetic Perception)

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540 : 29 – 42) แบ่งทักษะการคิดออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ทักษะการคิดขั้นพื้นฐาน (Basic Skills) หมายถึงทักษะย่อยที่เป็นพื้นฐานเบื้องต้นในการคิด ประกอบด้วย

1.1 ทักษะการสื่อความหมาย (Communication Skills) หมายถึง ทักษะการรับสารของผู้อื่น เข้ามาเพื่อรับรู้ ตีความหมาย จดจำ เพื่อนำมาถ่ายทอดความคิดตนเองให้ผู้อื่นโดยแปลงความคิดให้อยู่ในรูปของภาษาต่าง ๆ ได้แก่

1.1.1 การฟัง เป็นทักษะย่อยที่แสดงความสามารถในเรื่อง การแยกแยะความแตกต่างสิ่งที่ฟัง การจดจำสิ่งที่ได้ยินมา การจดจำข้อความที่มีความหมาย การเข้าใจเรื่องราวที่ฟัง เหตุการณ์ และ / หรือ รายละเอียดที่เล่าตรง ๆ การเข้าใจความหมายที่ผ่าน น้ำเสียง สีหน้า ท่าทาง และลีลาการเล่าของผู้พูด การไวต่ออารมณ์หรือความสะเทือนใจ ที่ปรากฏในการพูดหรือสิ่งที่พูด การประเมินความถูกต้อง น่าเชื่อถือ ประกอบการประเมิน มีความเป็นกลาง ไม่ใช่อคติ หรือฉันทาคติ มีการเปิดกว้างรับข้อมูลที่ต่างไปจาก ความเชื่อของ ตัวเอง

1.1.2 การอ่าน (Reading) เป็นทักษะย่อยที่แสดงความสามารถในเรื่อง การบอกเนื้อหาสาระ และรายละเอียดจากภาพ การอ่านประสมคำ การอ่านโดยอาศัยสิ่งชี้แนะ การเข้าใจเรื่องราวที่อ่าน การใช้ประโยชน์จากวิธีการนำเสนอ การทำความเข้าใจในเรื่องที่อ่าน การไวต่ออารมณ์หรือความสะเทือนใจที่ปรากฏใจข้อความที่เป็นบทอ่าน การประเมิน ความถูกต้อง น่าเชื่อถือ และ / หรือคุณค่าของสิ่งที่อ่าน มีเหตุผลที่หนักแน่นเพียงพอ มีความเป็นกลาง ไม่ใช่อคติ มีการเปิดกว้างรับข้อมูลที่ต่างไปจากความเชื่อของตัวเอง

1.1.3 การพูด (Speaking) เป็นทักษะย่อยที่แสดงความสามารถในเรื่อง การบอกได้ชัดเจน แน่นอนว่าจะพูดเพื่อถ่ายทอดความคิดเกี่ยวกับอะไร และเพื่ออะไร การจัดโครงสร้างของสิ่งที่พูดได้ถูกต้อง การจัดลำดับความคิดของเรื่องที่จะพูดได้ต่อเนื่อง และสอดคล้องกัน การเลือกวิธีนำเสนอ และสำนวนภาษาให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการพูด การเรียบเรียงความคิดทั้งหมดแล้วถ่ายทอดออกมาเป็นคำพูด การใช้เทคนิคต่าง ๆ ที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการนำเสนอความคิดด้วยการพูด การพูดที่เรียบเรียงไว้ เพื่อนำเสนอความคิดของตนออกมาตามลำดับต่อเนื่อง ครอบคลุมประเด็นสำคัญ และมีรายละเอียดครบถ้วน โดยใช้วิธีที่เหมาะสม ทำให้ผู้ฟังเกิดการตอบสนองตามที่ผู้พูดต้องการ

1.1.4 การเขียน (Writing) เป็นทักษะย่อยที่แสดงความสามารถในเรื่อง การบอกได้ชัดเจน แน่นอนว่าจะเขียนเพื่อถ่ายทอดความคิดเกี่ยวกับอะไร และเพื่ออะไร การจัดโครงสร้างของสิ่งที่เขียนได้ถูกต้อง ครบถ้วน การจัดลำดับความคิดของเรื่องที่จะเขียนได้ต่อเนื่อง และสอดคล้องกัน การเลือกวิธีการนำเสนอและสำนวนภาษาให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการเขียน การใช้เทคนิคต่าง ๆ ที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการนำเสนอความคิดด้วยการเขียน การเขียนที่เรียบเรียงไว้เพื่อนำเสนอความคิดของตนออกมาตามลำดับต่อเนื่อง ครอบคลุม ประเด็นสำคัญ และมีรายละเอียดครบถ้วน โดยใช้วิธีที่เหมาะสม ทำให้ผู้อ่านเกิดการตอบสนองตามที่ผู้เขียนต้องการ

1.2 ทักษะการคิดเป็นแกนหรือทักษะพื้นฐานทั่วไป ได้แก่

1.2.1 การสังเกต (Observation) เป็นทักษะย่อยที่แสดงความสามารถในเรื่อง การรับรู้สิ่งหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ การรับรู้แล้วเห็นหรือบอกได้ถึงคุณสมบัติหรือคุณลักษณะของสิ่งนั้น องค์ประกอบ และรายละเอียด หรือโครงสร้างของสิ่งนั้น ความแตกต่างจากสิ่งหรือจุดที่น่าสนใจของสิ่งนั้น

1.2.2 การตั้งคำถาม (Question) เป็นทักษะย่อยที่แสดงความสามารถในเรื่อง กำหนดขอบเขตของการศึกษาว่าเกี่ยวข้องกับอะไรบ้าง และระบุวัตถุประสงค์ ที่ต้องการจากการศึกษาให้ชัดเจน การรับข้อมูลที่เลือกแล้วว่าเกี่ยวข้องกับเรื่องที่ศึกษาเข้ามาโดยผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้า แล้วเทียบกับความรู้เดิมที่ตนมีอยู่แล้วตั้งคำถามเกี่ยวกับ ความเป็นไปได้ของความแตกต่างหรือความเหมือนของข้อมูลเดิมกับข้อมูลใหม่ ความถูกต้องเกี่ยวกับการคาดคะเนของตนเองหลังจากเปรียบเทียบข้อมูลแล้ว รายละเอียดหรือสิ่งที่ยังไม่รู้เกี่ยวกับข้อมูลใหม่ เพราะความจำกัด หรือความแตกต่างของความรู้เดิม เหตุผลของปรากฏการณ์ที่ความรู้เดิมไม่เพียงพอจะอธิบายได้

1.2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นทักษะย่อยที่แสดงความสามารถในเรื่อง การพิจารณาเรื่องที่เรียนรู้ว่าเกี่ยวข้องกับอะไร และเรียนรู้เพื่ออะไร เปรียบเทียบวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ และสาระที่ต้องการเรียนรู้กับความรู้เดิมที่มีอยู่ เพื่อว่ายังไม่รู้อะไร หรือยังไม่พอดตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้นั้น การจัดระบบสิ่งที่ยังไม่รู้หรือไม่รู้พอ การรวบรวมความรู้ใหม่โดยใช้วิธีเก็บรวบรวมความรู้จากแหล่งที่กำหนดไว้มาจัดระบบให้เป็นหมวดหมู่ และตรวจสอบความเพียงพอของข้อมูลเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

1.2.5 การเปรียบเทียบ (Comparing) เป็นทักษะย่อยที่แสดงความสามารถในเรื่องการกำหนดมิติที่จะเปรียบเทียบระหว่างสิ่ง 2 สิ่ง การนำของทั้งสองสิ่งที่จะเปรียบเทียบมาจัดให้อยู่บนพื้นฐานเดียวกัน การตรวจสอบว่าสิ่งใดเกินหรือเหลือนมากกว่าเมื่อเทียบกันและระบุค่าที่แสดงทิศทางของการเหลือนมากกว่านั้น

1.2.6 การจัดหมวดหมู่ (Classing) เป็นทักษะย่อยที่แสดงความสามารถในเรื่องการกำหนดมิติที่จะจำแนกแยกแยะ การค้นหาจากคุณสมบัติร่วม และคุณสมบัติที่ต่างกัน ในสิ่งต่าง ๆ ที่กำหนดให้ด้วยตัวเอง โดยอาศัยความรู้เดิม การกำหนดระดับหรือจำนวนระดับในแต่ละมิติที่กำหนดไว้ การนำสิ่งต่าง ๆ ที่กำหนดให้จำแนกไปตามระดับที่กำหนดไว้ เพื่อให้เกิดเป็นหมวดหมู่ แต่ละหมวดหมู่ซึ่งมีคุณสมบัติตามที่ต้องการ

1.2.7 การสรุปอ้างอิง (Inferring) เป็นทักษะย่อยที่แสดงความสามารถในเรื่อง การจัดระบบข้อมูลที่ได้มาใหม่ การเปรียบเทียบข้อมูลใหม่กับข้อมูลความรู้ในโครงสร้างความรู้เดิมว่า ข้อมูลใหม่ คล้ายคลึงความแตกต่างหรือมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับความรู้เดิมส่วนใหญ่มากที่สุด การใช้หลักเหตุผลสรุปจากความรู้เดิมเพื่ออธิบายคุณสมบัติส่วนที่ยังไม่รู้ เกี่ยวกับข้อมูลใหม่

1.2.8 การระบุ (Identifying) เป็นทักษะย่อยที่แสดงความสามารถในเรื่องการค้นหาการกำหนด การคัดเลือกมิติที่เกี่ยวข้องโดยตรง การบอกคุณสมบัติ การทบทวนและตรวจสอบคำที่ใช้บอกคุณสมบัติสมาชิกว่าถูกต้อง ชัดเจนตามที่ต้องการหรือไม่

2. ทักษะการคิดขั้นสูงหรือทักษะการคิดที่ซับซ้อน (Higher-ordered More Complicated) หมายถึง ทักษะการคิดที่มีลำดับขั้นตอนต้องอาศัยทักษะขั้นพื้นฐานในแต่ละขั้น ทักษะการคิดขั้นสูงจะพัฒนาได้จะต้องอาศัยการคิดพื้นฐานจนเกิดความชำนาญพอสมควร

ทักษะการคิดขั้นสูง ประกอบด้วยทักษะย่อย ๆ ที่สำคัญ คือ

1. การสรุปความ (Drawing Conclusion)
2. การให้คำจำกัดความ (Defining)
3. การวิเคราะห์ (Analyzing)
4. การผสมผสานข้อมูล (Integrating)
5. การจัดระบบการคิด (Organizing)
6. การสร้างองค์ความรู้ใหม่ (Construction)
7. การกำหนดโครงสร้างความรู้ (Structuring)
8. การแก้ไขปรับปรุงโครงสร้างเสียใหม่ (Restructuring)
9. การค้นหาแบบแผน (Finding Patterns)
10. การหาความเชื่อพื้นฐาน (Finding Underlying Assumption)
11. การคาดคะเน / การพยากรณ์ (Predicting)
12. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
13. การทดสอบสมมติฐาน (Testing Hypothesis)
14. การตั้งเกณฑ์ (Establishing Criteria)
15. การพิสูจน์ความจริง (Verifying)
16. การประยุกต์ใช้ความรู้ (Applying)

3.3 ทฤษฎี หลักการ แนวคิดและการพัฒนาการคิด

ทฤษฎี หลักการ แนวคิดและการพัฒนาการคิดจากต่างประเทศ มีนักคิด นักจิตวิทยา นักวิชาการ จากต่างประเทศได้ศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีหลักการ และแนวคิดในเรื่องนี้ที่สำคัญมีดังนี้

เลวิน (Lewin) เชื่อว่าความคิดของบุคคล เกิดจากการรับรู้สื่อเร้าซึ่งบุคคลมักรับรู้ในลักษณะ ภาพรวม หรือส่วนรวมมากกว่าส่วนย่อย

บลูม (Bloom.1961) การเรียนรู้ จำแนกเป็น 5 ชั้น ได้แก่ ชั้นตอนความรู้ ชั้นความเข้าใจ ชั้นวิเคราะห์ ชั้นสังเคราะห์และชั้นประเมิน

ทอเรนซ์ (Torrance.1962) ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย ความคล่องแคล่วในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่มในการคิด

ออสเชเบล (Ausubel.1963) การเรียนรู้ที่มีความหมาย จะเกิดขึ้นได้หากการเรียนรู้นั้นสามารถ เชื่อมโยงกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งมาก่อน การให้รอบความคิดแก่ผู้เรียนก่อนสอน จะช่วยให้ผู้เรียนนำสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ ไปเชื่อมโยงได้ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

เพียเจต์ (Piaget.1964) การพัฒนาทางสติปัญญาเป็นผลมาจากการ ปะทะสัมพันธ์ระหว่างบุคคล กับสิ่งแวดล้อม โดยบุคคลพยายามปรับตัวโดยใช้กระบวนการดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการ (assimilation) ปรับให้เหมาะโดยการพยายามปรับความรู้ความคิดเดิมกับสิ่งแวดล้อมใหม่ ทำให้สามารถ ปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ เป็นกระบวนการพัฒนาโครงสร้างทางสติปัญญาของบุคคล

บรูเนอร์ (Bruner.1965) เด็กจะเริ่มต้นเรียนรู้จาก การกระทำ ต่อไปก็จะสามารถจินตนาการ (สร้างภาพในใจ/ภาพความคิด) แล้วจึงถึงขั้นคิด และเข้าใจสิ่งที่เร้นนามธรรม

กานเย่ (Gagne.1965) ผลการเรียนรู้ ของมนุษย์มี 5 ประเภท ได้แก่ 1.ทักษะทางปัญญา ประกอบด้วยทักษะย่อย 4 ระดับ คือ ทักษะแยกแยะ การสร้างความคิดรวบยอด การสร้างกฎ การสร้างกระบวนการ หรือกฎขั้นสูง 2. กลวิธีในการเรียนรู้ ประกอบด้วยกลวิธีการใส่ใจการรับ และการทำความเข้าใจข้อมูล การดึง ความรู้จากความทรงจำ การแก้ปัญหา และกลวิธีการคิด 3. ภาษา 4. ทักษะการเคลื่อนไหว 5 เจตคติ

กิลฟอร์ด (Guilford.1967) ความสามารถทางสมองของมนุษย์ประกอบด้วยมิติ 3 มิติคือ (1) ด้าน เนื้อหา หมายถึง วัตถุ/ข้อมูล ที่ใช้เป็นสื่อก่อให้เกิดความคิด เช่น ภาพ เสียง สัญลักษณ์ ภาษา พฤติกรรม (2) ด้านปฏิบัติ หมายถึง กระบวนการต่าง ๆ ที่บุคคลใช้ในการคิด เช่น การรับรู้ และเข้าใจ การจำ การคิด แบบเอนกมัย การประเมินค่า (3) ด้านผลผลิต หมายถึง ผลของความคิดอาจมีลักษณะเป็นหน่วย กลุ่ม / บอกความสัมพันธ์ ระบบการประยุกต์ ความสามารถ การคิดของบุคคล เป็นผลจากการผสมมิติเนื้อหา และ มิติสัมพันธ์

ลิปแมนและคณะ (Lipman.etal.1981) เชื่อว่าความคิดเป็นสิ่งที่ขาดแคลนมากในปัจจุบัน เราจำเป็นต้องสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ ที่ผู้คนสามารถร่วมสนทนากันเพื่อแสวงหาความเข้าใจทางการคิด

คลอสไมเออร์ (Klausmier.1985) การคิดมีลักษณะเหมือนการทำงานของคอมพิวเตอร์ คือ มีการ ใช้ข้อมูล เข้าไปผ่านตัวปฏิบัติการ แล้วจึงส่งผลออกมา กระบวนการคิดของการคิดของมนุษย์มีการรับข้อมูล จัดกระทำและแปลงข้อมูล เก็บรักษาข้อมูลและนำข้อมูลออกมาใช้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์ กระบวนการ ที่เกิดขึ้นในสมองไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่สามารถศึกษาได้จากการอ้างอิงหรือการคาดคะเนกระบวนการ นั้น

สเติร์นเบิร์ก (Sternberg.1985) เสนอทฤษฎี 3 ลูกศร ประกอบด้วย 3 ทฤษฎีย่อย คือด้านบริบท สังคม เป็นความสามารถทางสติปัญญาที่เกี่ยวข้องกับบริบททางสังคม และวัฒนธรรมของบุคคล ด้านประสิทธิภาพของประสิทธิภาพต่อความสามารถทางปัญญาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิด

ปรัชญาคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้น ภายในบุคคล บุคคล เป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากการสัมพันธ์กับสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ ความเข้าใจ ที่มีอยู่เดิม เกิดเป็น โครงสร้างทางสติปัญญา

การ์เดนเนอร์ (Gardner.1993) ผู้บุกเบิกแนวความคิดใหม่เกี่ยวกับสติปัญญาของมนุษย์ 8 ด้าน ได้แก่ ด้านดนตรี การเคลื่อนไหวร่างกายและกล้ามเนื้อ การใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ ภาษา มิติสัมพันธ์ การเข้ากับผู้อื่น การเข้าใจตนเองในธรรมชาติ

เอ็ดเวิร์ด เดอโบโน (Edward De Bono.1973) เสนอแนวทางการพัฒนาการคิดโดยใช้โปรแกรม สำเร็จรูป การใช้เทคนิคหมวก 6 ใบ

สาโรช บัวศรี (2526) ได้เสนอรูปแบบการสอนแบบอริยสัจ ดังนี้

1. กำหนดปัญหา (ขั้นทุกข์)

1.1 ครูกำหนดและนำเสนอปัญหาอย่างละเอียด พยายามให้นักเรียนทำความเข้าใจต่อปัญหานั้นตรงกัน และพยายามเร้าความรู้สึกนักเรียนเกิดความตระหนักว่าสิ่งที่ครูนำเสนอเป็นปัญหาของทุกคน ทุกคนมีส่วนเกี่ยวข้องกับปัญหานั้น และทุกคนจะต้องร่วมมือกันช่วยกันแก้ปัญหา เพื่อความสุขของทุกคน

1.2 ครูช่วยนักเรียนให้ได้ศึกษาพิจารณาดูปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง ด้วยความรอบคอบ และ พยายามกำหนดขอบเขตของปัญหาซึ่งนักเรียนจะต้องคิดแก้ไขให้ได้

2. ตั้งสมมติฐาน (ขั้นสมุทัย)

2.1 ครูช่วยนักเรียนให้พิจารณาด้วยตัวเองว่าสาเหตุของปัญหาที่ยกขึ้นมา กล่าวในขั้นที่ 1 นั้นมีอะไรบ้าง

2.2 ครูช่วยนักเรียนให้ได้เกิดความเข้าใจและตระหนักว่าในการแก้ไขปัญหานั้น เราจะต้องกำจัดหรือดับ

2.3 ครูช่วยนักเรียนให้คิดว่าการแก้ปัญหานั้นสาเหตุนั้นอาจจะทำอะไรได้บ้าง คือ ให้กำหนดสิ่งที่จะกระทำนี้เป็นข้อ ๆ

3. ให้ทดลองและเก็บข้อมูล

ใช้เทคนิคการแบ่งงาน และการทำงานเป็นกลุ่มและเสนอแนะวิธีการจัดบันทึกข้อมูล ครูอาจให้นักเรียนช่วยกันเสนอว่าจะบันทึกข้อมูลอย่างไรหรือช่วยกันออกแบบตารางบันทึกข้อมูล

4. ให้วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

4.1 ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและสรุปได้ว่าในบรรดา การทดลองหรือการทำด้วยตัวเอง หลาย ๆ อย่างนั้น บางอย่างก็แก้ปัญหาไม่ได้ บางอย่างถึงแก้ปัญหาได้ชัดเจน บางอย่างก็แก้ปัญหาได้ไม่ชัดเจน การแก้ไขปัญหานั้นสำเร็จจะต้องทำอย่างไรแน่

4.2 เมื่อลงข้อสรุปวิธีแก้ปัญหาให้นักเรียนช่วยกันกำหนดแนวทางในการปฏิบัติ และลงมือปฏิบัติตามแนวทางนั้นโดยทั่วกัน รวมทั้งให้นักเรียนช่วยกันคิด วิธีการควบคุมและติดตามผลของการปฏิบัติเมื่อแก้ไขปัญหา นั้น ๆ ด้วย

3.4 เอกสารการสอนเพื่อพัฒนาการคิดและกระบวนการคิดแก้ปัญหา

เวสเซอร์แมน (ฉันทนา ภาคบกข. 2528 : 35 ; อ้างอิงจาก Wessermann. 1984) กล่าวว่า การสอนให้เด็กคิดเรื่องที่สนใจและศึกษากันมานาน แต่อย่างไรก็ตามอุปสรรคของการสอน ทักษะการคิด นั้นมีหลายวิธี เช่น การใช้คำถาม การใช้อุปกรณ์และสื่อการสอน แบบเรียน แบบฝึกหัด ส่วนใหญ่ไม่ได้ ส่งเสริมการคิดในระดับสูง และขาดการฝึกฝนการคิดในแนวทางหรือความคิดแบบอเนกนัย นอกจากนี้ยัง พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนเป็นอุปสรรคที่สำคัญ บรรยากาศที่เคร่งเครียดทำให้การเสริมแรง แก่เด็กที่เรียน ไม่ช่วงชักถาม เป็นบรรยากาศที่ไม่เอื้อต่อการส่งเสริมการคิด ดังนั้นครูและวิธีการสอนจึง อิทธิพลต่อการพัฒนาทักษะการคิดของเด็กมาก

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2535 : 54) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนา การคิด สรุปได้ว่า นักวิทยาศาสตร์และนักการศึกษาในปัจจุบันต่างก็ตระหนักถึงความสำคัญของการจัด การเรียนการสอน ที่มุ่งตัวผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง กิจกรรมต่างๆ ในชั้นเรียนส่วนหนึ่งมาจากความต้องการ และ ตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียน ครูจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของตนฝึกให้คิด หัดทำ สิ่งต่างๆด้วยตนเอง แต่ปัญหาที่เกี่ยวกับการพัฒนาของเด็ก พ่อแม่ ครู อาจารย์ต่างกำลังประสบอยู่ คือ การทำความเข้าใจว่าเด็กคิดอย่างไร อันนับเป็นความพยายามอย่างหนึ่งที่จะเข้าใจธรรมชาติของผู้เรียน เพื่อ หาทางส่งเสริมและนำได้อย่างถูกต้อง ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์จะเอื้ออำนวยต่อการค้นหาความรู้จาก วัตถุและปรากฏการณ์ธรรมชาติ เพื่อความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่เร้นลับ และเพื่อการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ค้นพบมาสร้างสรรค์งานทางเทคโนโลยี ฉะนั้นการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดที่นำมาออกแบบการ สอนที่นิยมกันมากได้แก่ การคิดแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดตัดสินใจ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเน้นผลผลิตของความคิดที่จะต้องมีความคิดสร้างสรรค์และส่งผลผลักดันให้ โลกเจริญไปข้างหน้ายิ่งขึ้นไป

ทศนา เขมมณี (2534 : 9) ได้เสนอว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเน้นทักษะกระบวนการ การ 9 ขั้นนั้นครูสามารถช่วยให้เด็กฝึกกระบวนการคิดได้ในทุกขั้นตอน เช่น ครูอาจกระตุ้นให้เด็กเกิดความ สงสัยในประเด็นปัญหาและความจำเป็น ส่วนในขั้นวิเคราะห์วิจารณ์ การสร้างทางเลือกการประเมินและเลือก ทางเลือกนั้นครูอาจฝึกให้เด็กแสวงหาข้อมูล รวบรวมข้อมูล แปลความหมายของข้อมูล เปรียบเทียบข้อมูล จัดหมวดหมู่ข้อมูล หาความสัมพันธ์ของข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูล ใช้เหตุผลในการประเมินข้อมูลและสรุปข้อมูล เป็นต้น ในขั้นการกำหนดและลำดับขั้นตอนการปฏิบัติครูก็สามารถฝึกให้เด็กคิดผ่านทางกระบวนการวางแผน การปฏิบัติและลงมือปฏิบัติตามแผน ส่วนในขั้นการประเมินระหว่างปฏิบัติการปรับปรุง การประเมินผลรวมนั้น ครูสามารถฝึกกระบวนการคิดได้เช่นกัน โดยให้เด็กวิเคราะห์วิจารณ์ ประเมิน สรุปผล พูดยธิบายถึงผล การปฏิบัติดังนี้ เป็นต้น

กันยา สุวรรณแสง (2532 : 23) กล่าวว่า กระบวนการของการคิดเริ่มจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ทำให้เกิดความรู้สึกติดขัด อารมณ์ถูกรบกวนเป็นทุกข์ เกิดความตึงเครียด จึงกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อ แก้ปัญหาให้ลุล่วงไป สู่เป้าหมายโดยมีกระบวนการ 3 ประการดังนี้

1. เกิดภาพพจน์ของสิ่งหนึ่ง หรือเหตุการณ์ที่เรากำลังคิดคลี่คลายปัญหาที่เกิดขึ้น
2. เกิดสัญลักษณ์ ได้แก่ การเกิดคำพูด เครื่องหมาย สัญลักษณ์
3. เกิดความคิดรวบยอด คือ กระบวนการขั้นสุดท้าย ที่ทำให้เกิดความเข้าใจปัญหาและการแก้ปัญหาได้

บลูเมนทอล (สำราญ วังนุราช. 2542 : 37; อ้างอิงจาก Blumental. 1977) ให้ความเห็นว่า กระบวนการคิดเป็นการใช้กระบวนการทางสมอง (Mental Process) ไปในด้านการคิด (Thinking) การวางแผน (Planning) การรู้ (Knowing) การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ (Relating) การจัดประเภท (Classifying) การสร้างสรรค์ (Creating) และการแก้ปัญหา (Problem Solving) ซึ่งกระบวนการคิดเหล่านี้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดโดยจะขึ้นอยู่กับลักษณะทางชีวภาพ หรือความแตกต่างระหว่างบุคคล ต่อมาได้ขยายกระบวนการคิดเพิ่มเติมโดยรวมถึงผลที่เกิดขึ้นหรือการควบคุมของกระบวนการทางสมองระดับสูง (Higher Mental Process)

จากข้อความดังกล่าว สรุปได้ว่ากระบวนการคิด เป็นกิจกรรมการคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน หรือเป็นกระบวนการที่บุคคลนำมาใช้ในการจัดอุปสรรคหรือความยุ่งยากเพื่อให้บรรลุผลตามต้องการ

สำราญ วังนุราช (2542 : 41) ได้สรุปแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในกระบวนการแก้ปัญหา ดังนี้

1. สอนให้นักเรียนเข้าใจในความหมาย และประเภทของการแก้ปัญหา
2. สอนให้นักเรียนเข้าใจในเทคนิคการแก้ปัญหาแบบขั้นตอนเดียว และฝึกให้นักเรียนใช้เทคนิคดังกล่าวซึ่งได้แก่ การคิดถอยหลัง การทำปัญหาให้ง่ายลง การพิจารณาปัญหาโดยรวมและเฉพาะการสุ่มและลองผิดลองถูก การใช้กฎ การใช้คำใบ้ การใช้วิธีผกผัน การสร้างตาราง หรือกราฟ การสร้างแบบจำลอง และการแสดงท่าทางประกอบ
3. สอนให้นักเรียนเข้าใจขั้นตอนในการแก้ปัญหาแบบหลายขั้น และฝึกให้ใช้ขั้นตอนดังกล่าวแก้ปัญหาซึ่งได้แก่ สำรวจปัญหา ระบุมุมมอง หาทางแก้ไขที่หลากหลาย เลือกทางที่คิดว่าดีที่สุด ออกแบบวิธีการและขั้นตอนในการแก้ปัญหา เลือกการออกแบบที่ดีที่สุดมาใช้ รวบรวมผล และตีความการแก้ปัญหา และ ประเมินผลการแก้ปัญหา

ไบเยอร์และแบคส์ (Beyer and Backes. 1990) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการบูรณาการทักษะการคิดไว้ในเนื้อหาของหลักสูตร ดังต่อไปนี้

1. การบูรณาการทักษะการคิดลงในเนื้อหาของหลักสูตร ต้องพิจารณาว่าเนื้อหาวิชาอย่างไร ควรใช้ทักษะใดจึงจะเหมาะสม เพื่อผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะนั้นจนเกิดความชำนาญ และสามารถถ่ายโยงไปใช้ในวิชาอื่น ๆ และชีวิตประจำวันได้
2. ควรสอนทักษะที่ง่ายก่อน เช่น การเปรียบเทียบที่คล้ายคลึงกัน และต่างกัน และการแยกประเภทก่อน แล้วจึงสอนการวิเคราะห์และสังเคราะห์ เพราะทักษะที่ซับซ้อนต้องอาศัยพื้นฐานจากทักษะที่ง่ายมาก่อน
3. การสอนทักษะต่าง ๆ ควรดำเนินไปอย่างช้า ๆ ให้ความรู้พัฒนาตนเอง จนเกิดความมั่นใจ และให้เด็กมีเวลาฝึกปฏิบัติจนเกิดความเข้าใจ และปฏิบัติได้ถูกต้อง

4. การสอนทักษะใดทักษะหนึ่ง ควรสอนให้เป็นส่วนหนึ่งของทักษะใหญ่ เช่น การแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้อง ควรนำมาคู่กับการสอนวิเคราะห์ หรือการชี้ชัดในการสอนแก้ปัญหาจะก่อให้เกิดความเข้าใจได้ดีกว่าการสอนเพียงทักษะเดียวตามลำพัง

5. แต่ละชั้นปีควรสอนเพียง 2-3 ทักษะ และฝึกให้เกิดความชำนาญอย่างต่อเนื่อง ปีต่อไปจึงเพิ่มมาอีก 2-3 ทักษะ และฝึกให้ซ้ำของตามลำดับ ไม่ควรสอนมากทักษะเกินไปในคราวเดียวจนกระทั่งเป็นภาระล้นมือสำหรับครูและนักเรียน

6. การสอนทักษะใหม่นั้นควรสอนพร้อมกันหลายวิชาในชั้นเดียวกัน ไม่ควรจะสอนในวิชาเดียวเท่านั้นเพราะเด็กได้มีโอกาสใช้ทักษะใดทุกวิชา และเกิดการฝึกอย่างต่อเนื่องด้วย

7. บทเรียนการสอนทักษะต่าง ๆ นั้น นอกจากกำหนดเนื้อหาวิชาที่สอนแล้วผู้สอนต้องดำเนินการดังนี้

7.1 กำหนดบทเรียนทักษะตัวอย่าง

7.2 ฝึกการใช้ทักษะอย่างหนัก

7.3 ให้รายละเอียดของทักษะ

7.4 มีการทดสอบทักษะที่เรียนทุกบทเรียน

8. การฝึกนักเรียนให้รู้จักรับผิดชอบตนเองในการเรียนการสอนทักษะการคิดจึงจะได้ผล และในการที่ครูจะสอนทักษะการคิดแก่ผู้เรียนนั้น สิ่งที่จะเป็นข้อคำถามที่จะต้องให้ความตระหนักก่อนที่จะสอนก็คือ

8.1 เป้าหมายในการสอนทักษะการคิดคืออะไร

8.2 ทักษะการคิดใดที่จะช่วยให้บรรลุเป้าหมายนั้น

8.3 ระดับชั้นใดควรจะใช้กับทักษะการคิดแบบใด

8.4 แต่ละวิชาควรจะใช้กับทักษะการคิดแบบใด

8.5 ลำดับขั้นในการฝึกทักษะการคิดอย่างไร

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดต่างประเทศ

4.1 งานวิจัยต่างประเทศ

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

โนวีก (Novik 1981 : 1807 – A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาความสามารถทางสติปัญญา กับความคิดสร้างสรรค์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 7 ถึง 11 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถทางสติปัญญามีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสนับสนุนว่าการพัฒนาหลักสูตรต้องมีการพัฒนาทั้งด้านความรู้และความคิดสร้างสรรค์และความสามารถทางสติปัญญา

4.2 งานวิจัยในประเทศ

ปราโมทย์ จันทรเรือง (2536 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเรียนการสอนกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อทักษะการคิดของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิเคราะห์พบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเรียนการสอนกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อทักษะการคิด ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หนึ่งนุช กาพภักดี (2543 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาปรากฏดังนี้

1. ความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการวิจัยข้างต้นพอสรุปได้ว่า กระบวนการคิดสามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นในผู้เรียนได้โดยครูเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างหลากหลาย ให้อยู่ ทำหาย ที่จะทำให้ผู้เรียนใช้ความสามารถในการพัฒนาการด้านสติปัญญาได้อย่างเต็มที่

5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผังมโนเมติ

5.1 ความหมายของมโนเมติ

มโนเมติมาจากศัพท์ภาษาอังกฤษว่า “ Concept ” ซึ่งคำนี้สามารถใช้คำอื่นในความหมายเดียวกันอีกหลายคำ เช่น สิ่งกับ ความคิดรวบยอด มโนเมติ มโนคติ มโนทัศน์ และมโนภาพ ในที่นี้ผู้วิจัยขอใช้คำว่า มโนเมติ มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของมโนเมติไว้ต่าง ๆ กันดังนี้

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2532 : 18) ได้ให้คำจำกัดความของมโนเมติไว้ว่าหมายถึง ภาพที่เกิดขึ้นในใจของบุคคลเกี่ยวกับกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณสมบัติ คุณลักษณะร่วมกัน กลุ่มของสิ่งเร้านี้อาจจะเป็นชนิด ประเภท วัตถุ ธรรมชาติ เหตุการณ์ หรือบุคคลก็ได้

นวลจิตต์ เชาวศิริพิงศ์ (2537 : 22) ให้ความหมายของมโนติว่า หมายถึงการสรุปคุณลักษณะหรือสมมติฐานที่สำคัญของวัตถุ สิ่งของเหตุการณ์ สิ่งแวดล้อม หรือความคิดอันเป็นผลมาจากประสบการณ์ที่มีต่อสิ่งเหล่านั้นซึ่งแสดงออกมาโดยภาษาหรือถ้อยคำที่เน้นนามธรรม

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525 : 1 : 28-30) ให้ความหมายของมโนติว่า หมายถึงความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เรื่องใดเรื่องหนึ่งอันเกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นหลาย ๆ แบบ แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุปเพื่ออธิบายสิ่งนั้น

กูด (Good. 1959 : 124) ได้ให้ความหมายของมโนติไว้ 3 ลักษณะคือ

1. ความคิดหรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบ หรือลักษณะรวมที่สามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มเป็นพวกได้
2. สัญลักษณ์เร้าความคิดทั่วไป หรือเชิงนามธรรมเกี่ยวกับสถานการณ์ กิจกรรมหรือวัตถุ
3. ความรู้สึกนึกคิด ความเห็นความคิดหรือภาพความคิด

เดอ เซโค (De Cecco. 1968 : 388) ให้ความหมายไว้ว่า มโนติ คือ กลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกัน สิ่งเร้านี้อาจเป็นวัตถุ เหตุการณ์หรือบุคคลตามปกติเรากำหนดมโนติด้วยชื่อเช่น มนุษย์ หนังสือ สงคราม ฯลฯ

กาเย่ (Gagne. 1977 : 32) ให้ความหมายของมโนติว่า หมายถึง การจัดประเภทของวัตถุ สิ่งของ เหตุการณ์ หรือความคิด ซึ่งมีมโนติจัดเป็นส่วนประกอบของกฎเกณฑ์และพื้นฐานของการคิดในระดับสูง

โนแวก และโกวิน (Novak and Giowin.1983 : 5) ให้ความหมายของคำว่า มโนติว่าหมายถึง ความสม่ำเสมอที่มีอยู่ในเหตุการณ์หรือวัตถุต่าง ๆ และตราไว้ให้เป็นที่ยอมรับกันด้วยคำพูด

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่ามโนติหมายถึง ความคิด ความเข้าใจ ของแต่ละบุคคลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยนำการรับรู้ที่ได้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมเพื่อหาข้อสรุปหรือคำจำกัดความของสิ่งนั้น

5.2 ความหมายของมโนติทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวณไพบูลย์ (2526 : 3) กล่าวว่า มโนติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดหลักของคนเรามีต่อวัตถุ เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ กล่าวคือ เมื่อเราดำเนินการแสวงหาความรู้เกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ จะก่อให้เกิดการรับรู้ สามารถแยกแยะความเหมือนความแตกต่าง สรุปรวมลักษณะที่สำคัญ ๆ มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งนั้น ๆ สร้างเป็นความคิดหลักในรูปที่แสดงถึงความเข้าใจ ทำให้สามารถนำไปใช้ในการบรรยาย อธิบาย หรือพยากรณ์วัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏที่เกี่ยวข้องได้

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 166-167) ให้ความหมายของมโนติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นรูปแบบของความรู้ ซึ่งเกิดจากการจัดกลุ่มหรือจัดประเภทของสิ่งของที่ได้รับจากการสังเกตหลาย ๆ อย่างเข้าด้วยกัน

ทวีป บรรจงเปลี่ยน (2540 : 26) ให้ความหมายของมโนติทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความคิดความเข้าใจ เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่ได้จากการศึกษาข้อเท็จจริง และหลักการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและดีที่สุด และช่วยให้เกิดประโยชน์ในการคิดขั้นต่อไป

ซัน และโทรบริดจ์ (Sun and Trowbidge. 1973 : 17) ให้ความหมายของมโนติไว้ว่าเป็นการสร้างมโนภาพจากสิ่งที่ได้กระทำหรือรับรู้ และสรุปรวมออกมา

จากความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ที่นักการศึกษาวิทยาศาสตร์แต่ละท่านให้ไว้ สรุปได้ว่า มโนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจ โดยสรุปเกี่ยวกับข้อเท็จจริง หลักการเหตุการณ์ หรือ ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสัมพันธ์กับอย่างมีเหตุผล

5.3 ความสำคัญของมโนคติ

สมจิต สวธน์ไพบลีย์ (2526 : 59-60) กล่าวว่า มโนคติมีความสำคัญต่อการเรียนการสอน และการ ดำรงชีพของมนุษย์มาก ในชีวิตประจำวันของทุกคนจะต้องพบกับปัญหาที่ต้องเกิด ความต้องการตามวิถีทาง ของการดำรงชีวิต การแก้ปัญหา การตัดสินใจ หรือการแสวงหาความรู้ใด ๆ ล้วนแต่ต้องอาศัยมโนคติเป็น รากฐานแทบทั้งสิ้น เพราะมโนคติเป็นแก่นของความรู้หรือที่เรียกว่า “ความคิดหลัก” เมื่อสะสมเพิ่มพูนขึ้นเรื่อย ๆ จากประสบการณ์ต่าง ๆ ก็จะช่วยให้มีความคิดแตกฉานยิ่งขึ้น อาจกล่าวได้ว่าผู้ที่มีประสบการณ์มามาก ย่อมแก้ปัญหาได้ดีกว่า หรือมีประสิทธิภาพเหนือกว่าผู้ที่มีประสบการณ์น้อย ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึง จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้นักเรียนได้เรียนรู้มโนคติ เพราะนอกจากจะเป็นพื้นฐานของความคิดวินิจฉัยต่าง ๆ แล้ว ความรู้และเทคโนโลยีในปัจจุบันได้ก้าวหน้าไปอย่างไม่หยุดยั้ง หลักสูตรการเรียนการสอนไม่สามารถจะ บรรจุทุกเรื่องของการวิทยาการความรู้นั้น ๆ ไว้ได้หมด การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องมุ่งเน้นไปที่ มโนคติ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างกว้างขวางรวดเร็วถึงแก่นของความรู้

วารินทร์ รัตมีพรหม (2532 : 81) กล่าวว่า มโนคติเป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนรู้เรื่องราวต่าง ๆ ในโลก ของเรา เพราะถ้าปราศจากการจับกลุ่มของเหตุการณ์หรือความคิดต่าง ๆ แล้ว เราจะต้องเรียนรู้แต่ละ เหตุการณ์ หรือแต่ละความคิดซึ่งจะมีมากมายเหลือเกิน เกินความสามารถในการจำของมนุษย์ได้

นวลจิตต์ เขาวีรติพงศ์ (2537 : 21) กล่าวว่า การเรียนรู้มโนคติ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถ พัฒนาการเรียนรู้ในเรื่องนั้นถึงระดับสูงสุดได้ และนอกจากนั้นยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้สิ่งที่เกี่ยวข้องได้ รวดเร็วขึ้น เพราะเกิดการจัดระบบของข้อมูลได้เรียบร้อยแล้วในสมอง เมื่อปะทะกับสิ่งเร้า ก็จะสามารถจำแนก จัดหมวดหมู่และเชื่อมโยงกับมโนคติเดิมที่มีอยู่ได้ง่าย

ดีส (Deese. 1959 : 415) กล่าวว่า มโนคติเป็นรากฐานสำคัญของการเรียน มนุษย์จะคิดได้อย่างไรมี ประสิทธิภาพเพียงใด ย่อมขึ้นกับมโนคติเป็นสำคัญ

บรูเนอร์ (Bruner. 1966 : 231) ให้ความคิดว่าการสอนให้คนเกิดมโนคติในสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้จะเป็น ประโยชน์ ดังนี้

1. ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีระบบไม่สับสน เรียนรู้ได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก
2. ทำให้เกิดความประหยัดที่ไม่ต้องเรียนเรื่องใดเรื่องหนึ่งให้มากจนเกินความจำเป็น
3. ทำให้สามารถนำความรู้ไปใช้ได้กว้างขวาง สร้างเสริมความรู้ต่อไปมากขึ้นและเร็วขึ้น

ออซูเบล (Ausubel. 1968 : 505) ได้กล่าวว่า ในชีวิตประจำวันของทุกคนจะต้องพบกับปัญหาที่ต้อง คิดอย่างหนัก และไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้คนอยู่ในโลกของมโนคติมากกว่าวัตถุ เหตุการณ์ สถานการณ์ เพราะว่าพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ของมนุษย์ไม่ว่าจะเป็นด้านการคิด การสื่อความหมาย ระหว่างกัน การแก้ปัญหา การตัดสินใจ ล้วนแต่ต้องผ่านเครื่องกรองที่เป็นมโนติก่อนทั้งสิ้น

ฮัดกิงส์ (Hudging. 1977 : 109) กล่าวถึงประโยชน์ของมโนคติไว้ว่า เป็นความคิดที่สร้างขึ้นเพื่อจัด ระบบประสบการณ์และความรู้ลดความซับซ้อนของสิ่งต่าง ๆ ในโลก

จากความสำคัญของมโนติของนักการศึกษาหลายท่านที่กล่าวมา สรุปได้ว่า มโนติเป็นความคิดพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนรู้ และดำรงชีวิตของคน ควรที่จะปลูกฝังและสอนให้ผู้เรียนเกิดมโนติเป็นอันดับแรกเพราะบุคคลที่มีมโนติที่ถูกต้อง ย่อมสามารถเข้าใจ เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว มีคุณภาพมากขึ้น และสามารถคิดแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี

5.4 ประเภทของมโนติทางวิทยาศาสตร์

ปรีชา วงศ์ศิริและคณะ (2525 : 140-143) ได้แบ่งมโนติทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. มโนติเกี่ยวกับการแบ่งประเภท (Classification concepts) เป็นมโนติที่เป็นคำอธิบายหรือชี้แจงคุณสมบัติ บอกคุณสมบัติรวม โดยนำไปใช้ในการบรรยายวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้น ๆ เช่น สัตว์แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ สัตว์มีกระดูกสันหลังและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

2. มโนติทางทฤษฎี (Theoretical concepts) เป็นมโนติที่นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายคุณลักษณะของบางสิ่งบางอย่าง หรือปรากฏการณ์ที่ไม่อาจสังเกตได้โดยตรงทั้งหมด แต่มีหลักฐานเป็นเหตุผลสนับสนุนแล้วสร้างเป็นความเข้าใจของตนเองเช่น น้ำดีในลำไส้เล็กช่วยย่อยไขมัน

3. มโนติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational Concepts) เป็นมโนติที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลนำไปใช้ในการทำนายหรือพยากรณ์เหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ เช่น อาหารให้พลังงานทำให้ร่างกายอบอุ่น

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ได้แบ่งประเภทของมโนติทางวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ประเภท ดังต่อไปนี้ (สมจิต สวธนไพบุลย์. 2526 : 52 ; อ้างอิงจาก ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 6-7)

1. มโนติที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่จะนำมาสรุป เช่น สสาร คือ สิ่งที่มีมวลและต้องการที่อยู่

2. มโนติที่เกิดขึ้นจากการสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงของสิ่งทั้งหลาย เช่น กระแสไฟฟ้าขึ้นกับความต้านทานในวงจร อุนทงมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3. มโนติที่เกิดจากการนำเอาข้อมูลหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ มาสรุปเข้าด้วยกัน เป็นกระบวนการต่อเนื่องตั้งแต่ความรู้เบื้องต้นไปจนกระทั่งถึงความรู้ระดับสูง ในการที่จะเข้าใจมโนติเหล่านี้ได้จะต้องมีมโนติเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นมาแล้ว เช่น สัตว์ที่มีการปรับตัวที่ดีที่สุดเท่านั้นที่จะสามารถดำรงพันธุ์ต่อไปได้

เพลล่า (Romey. 1968 : 115-117 ; citing Pella. 1966 : 31-34) ได้แบ่งประเภทของมโนติทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนติเกี่ยวกับการจำแนก (Classification concept) เป็นมโนติเกี่ยวกับการจำแนกแยกแยะหรือจัดประเภทข้อเท็จจริง เช่น แมลงเป็นสัตว์ที่มี 6 ขา ลำตัวเป็น 3 ท่อน

2. มโนติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Classification concept) เป็นมโนติที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกัน เช่น แรงเป็นอำนาจที่ผลักหรือดึงวัตถุให้เคลื่อนที่

3. มโนติเกี่ยวกับทฤษฎี (Theoretical Concept) เป็นมโนติเกี่ยวกับทางทฤษฎีซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้คิดขึ้น หรือกำหนดให้มีขึ้น (Created Idea) เพื่อใช้เป็นเหตุผลอ้างอิงในการอธิบายเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ เช่น อะตอมคือ อนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุ ประกอบไปด้วย โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน

5.5 ทฤษฎีและแนวความคิดของมโนคติ

ทฤษฎีความคิดของเพียเจต์ (Piaget) แบ่งเป็นระดับต่าง ๆ ดังนี้ (พรณี ช.เจนจิต. 2528 : 87 ; อ้างอิงจาก Piaget. n.d.)

1. ระยะการใช้อวัยวะรับรู้ (Sensory Motor Stage) 0-2 ปี เป็นระยะตอบสนองอัตโนมัติ ทำไปโดยไม่ได้เกี่ยวกับมโนคติในสมอง
2. ระยะเริ่มต้นกระบวนการคิด (Pre Operation Stage) 2-7 ปี เป็นระยะการรับรู้แล้วจดจำได้แต่แบบง่าย ๆ
3. ระยะกระบวนการคิดในเรื่องรูปธรรม (Concrete Operation Stage) 7-12 ปี เป็นระยะความสามารถทางสมอง คือ สามารถคิดเป็นรูปธรรมเป็นส่วนใหญ่
4. ระยะกระบวนการคิดที่เป็นแบบแผน (Formal Operation Stage) 12-15 ปีเป็นกระบวนการคิดที่เป็นนามธรรมมากขึ้น จำแนกและวิเคราะห์ข้อมูลที่มีหลายตัวแปรได้

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2537 : 237-239) ได้รวบรวมทฤษฎีมโนคติ ของกาเย่ (Gagne) ซึ่งได้แบ่งประเภทของการเรียนรู้ ตามลำดับขั้นตอนของการเรียนรู้ทางสมองตามธรรมชาติของมนุษย์ไว้ดังนี้

1. การเรียนรู้จากสัญญาณ (Signal Learning) คือการใช้สัญญาณการเรียนรู้เป็นเงื่อนไขของการเรียนรู้และมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งเร้า
2. การเรียนรู้จากความสัมพันธ์ของสิ่งเร้ากับการตอบสนอง (Stimulus response learning) คือการเรียนรู้ที่เกิดจากการตอบสนองอย่างถูกต้องต่อการกระตุ้นแต่ละอย่าง
3. การเรียนรู้จากการปฏิกิริยาตอบสนองต่อเนื่องแบบลูกโซ่ (Motor Chaining) คือการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันเป็นลูกโซ่กับสิ่งเร้า และเกิดปฏิกิริยาตอบสนอง คือสามารถทำอะไรเป็นลำดับขั้นตอนได้
4. การเรียนรู้จากความสัมพันธ์ทางภาษา (Verbal association) เป็นการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้าและปฏิกิริยาตอบสนองซึ่งเกิดได้ด้วยถ้อยคำ
5. การเรียนรู้โดยสามารถจำแนกแยกแยะสิ่งต่าง ๆ (Multiple discrimination) คือการเรียนรู้ที่มีความเข้าใจอย่างกว้างขวางลึกซึ้ง สามารถแยกแยะประเภทของสิ่งต่าง ๆ ได้
6. การเรียนรู้มโนคติ (Concept learning) คือการเรียนรู้เกี่ยวกับลักษณะ หรือคุณสมบัติร่วมของข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยดูความเหมือน และจัดพวกเข้ากันได้ และเรียนรู้ลักษณะของพวกที่จัดไว้นั้น
7. การเรียนรู้หลักการ (Principle learning) คือการเรียนรู้ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอดตั้งแต่สองความคิดรวบยอดขึ้นไป เป็นลักษณะของกฎเกณฑ์ต่าง ๆ
8. การเรียนรู้ในการแก้ปัญหา (Problem solving) เป็นการใช้องค์การหรือกฎเกณฑ์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น

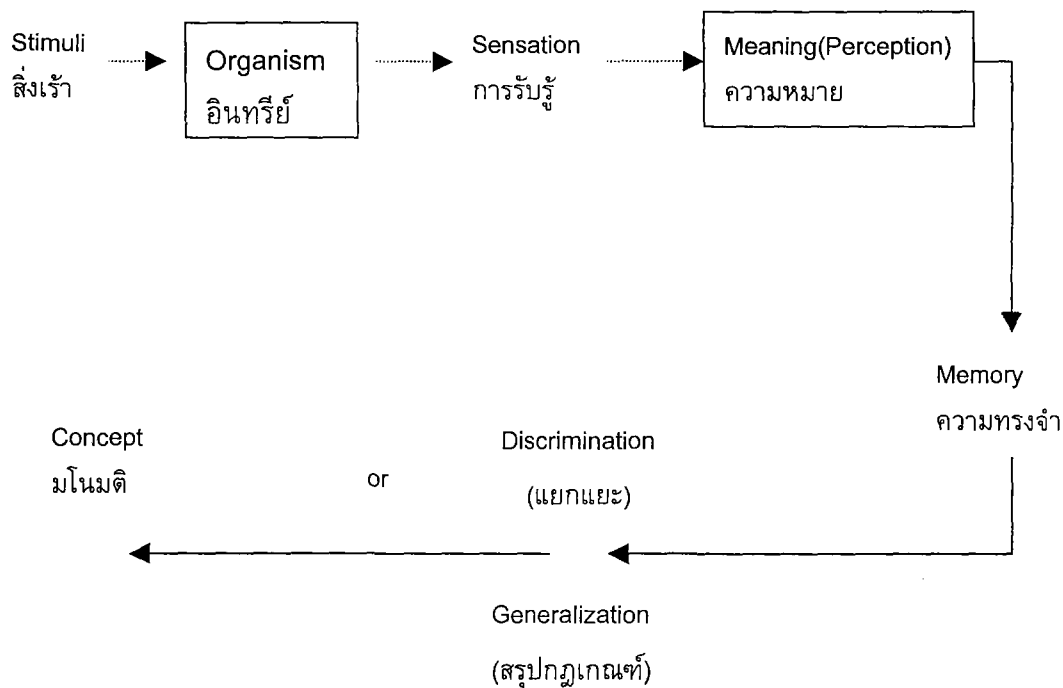
จากลำดับขั้นตอนของการเรียนรู้นั้น จะมองเห็นว่ามีความสัมพันธ์กันทุกขั้นและเป็นไปตามลำดับขั้นตอนอย่างต่อเนื่องก่อนที่จะขึ้นการเรียนรู้มโนคติได้นั้น จะต้องผ่านขั้นต่าง ๆ ที่เป็นพื้นฐานในขั้นต้นมาก่อน และจะเพิ่มขึ้นมากเรื่อย ๆ ในขั้นที่สูงขึ้น

5.6 การสร้างมโนคติ

บรูเนอร์ และคนอื่น ๆ (พวงเพ็ญ อินทรประวัติ, 2532 : 31 ; อ้างอิงจาก Bruner and others, 1956) ได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างมโนคติที่เกิดขึ้นกับบุคคลในทุก ๆ วัยในลักษณะที่คล้าย ๆ กัน ก่อนอื่นคนจะต้องสังเกตความคล้ายคลึงและความแตกต่างของสิ่งของต่าง ๆ และจะมีการจำแนกสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นตามลักษณะของความเหมือน หรือความแตกต่างที่ตั้งขึ้นเป็นเกณฑ์แล้วก็บอกลักษณะให้เห็นเป็นภาพรวมของแต่ละกลุ่มซึ่งนั่นก็คือ มโนคติของสิ่งเหล่านั้นนั่นเอง บรูเนอร์และคณะได้เสนอรูปแบบการสอนมโนคติ โดยใช้ตัวอย่างเป็นสื่อ ได้แก่ รูปภาพ ถ้อยคำ เรื่องเล่า ตาราง แผนภูมิ

รัสเซล (Russel, 1956 : 249) ได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างมโนคติว่า เป็นผลมาจากการรับรู้ ความจำ และจินตนาการ รวมทั้งสิ่งแวดล้อมภายนอกและภายในอินทรีย์ ได้แก่ องค์ประกอบทางอารมณ์ ความตึงเครียด ความต้องการหรือปัญหาที่ต้องแก้ไข การที่จะสร้างมโนคติได้นั้นจะต้องผ่านกระบวนการ 3 ขั้น คือ การแยกแยะ การย่นย่อ การสรุปครอบคลุม กระบวนการทั้ง 3 นี้จะต้องเกิดขึ้นอย่างประสมประสานกันและเกิดขึ้นในระหว่างที่มีการรับสัมผัส (Sensory Impression) การทำงานของกล้ามเนื้อ การใช้กล้ามเนื้อ การตั้งคำถาม การอ่าน และการแก้ปัญหา ซึ่งทั้งหมดนี้จะรวมกันเข้าเป็นโครงสร้างของมโนคติ

นวลจิตต์ เขาวีรดิพงษ์ (2537 : 55-60) ได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างมโนคติว่า มโนคติจะเกิดขึ้นไม่ได้เลยถ้าไม่มีประสบการณ์ ดังนั้นบุคคลที่มีประสบการณ์ต่างกันย่อมมีมโนคติแตกต่างกัน ในการสร้างมโนคติประสบการณ์ที่มากกว่า ทำให้มโนคติมีรายละเอียดและซับซ้อนมากขึ้นแสดงได้ดังแผนภูมิ



ภาพประกอบ 1 แผนภูมิแสดงกระบวนการเกิดมโนมติ (นวลจิตต์ ชาวศิริพิงศ์. 2537 : 57)

จากภาพประกอบ เมื่ออินทรีย์ (Organization) ได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้า (Stimuli) ก็จะเกิดการรับรู้ (Sensation) เช่น เมื่อเด็กเห็นสัตว์ ชนิดหนึ่งมีสีขาว ขนนุ่มยาวร้องเหมียว ๆ และแม่บอกว่า “แมว” เด็กจะรับรู้และเกิดการตีความ (Meaning) ว่าสิ่งที่มองเห็นนี้เรียกว่า “แมว” ในขณะนี้เด็กเกิดการรับรู้ที่มีความหมาย (Perception) เกี่ยวกับแมวแล้วเด็กจะเก็บการรับรู้ไว้ในความทรงจำ (Memory) ต่อมาเมื่อเด็กได้รับสิ่งเร้าใหม่ เป็นสัตว์สีขาวเช่นกัน แต่ตัวโตกว่าและเห่าเสียงดัง เด็กก็จะรับรู้และเปรียบเทียบภาพของสิ่งเร้าใหม่กับการรับรู้เดิมเกี่ยวกับ แมวที่มีอยู่ เด็กจะแยกแยะไม่ออกในระยะแรกแต่ถ้าแม่ช่วยบอกสิ่งเร้าใหม่นี้คือ “สุนัข” เด็กก็จะสามารถแยกแยะความแตกต่าง (Discrimination) ระหว่างสุนัขกับแมวได้ทันที และยังได้เก็บการรับรู้ที่มีความหมายเกี่ยวกับสุนัขไว้ในความทรงจำอีกส่วนหนึ่งด้วย ต่อมาเมื่อเด็กได้รับสิ่งเร้าใหม่อีกเป็นแมวที่มีลักษณะแตกต่างออกไป เช่น มีสีหรือขนาดรูปร่างต่างกัน และแม่บอกว่าเป็นแมวได้ในที่สุด

จากแนวคิดของนักศึกษาดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า มโนมติเป็นพื้นฐานของกระบวนการเรียนรู้ และกระบวนการคิดในระดับสูงของบุคคล อันส่งผลต่อการพัฒนาความรู้ ความสามารถของนักเรียน ครูผู้สอนจึงควรแสวงหาและจัดกระบวนการเรียนการสอนที่สามารถสร้างมโนมติของนักเรียน

5.7 ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างมโนคติ

1. สิ่งเร้า สิ่งเร้าที่มีความชัดเจนสมบูรณ์จะช่วยให้ความสามารถแยกแยะ ความคล้ายคลึงและแตกต่างของวัตถุ สิ่งของที่พบใหม่ได้สะดวกขึ้น
2. ความสามารถในการรับรู้ ตีความและการบันทึกความจำบุคคลที่มีความสามารถรับรู้และตีความได้อย่างรวดเร็ว จำได้แม่นยำจะสามารถสร้างมโนคติได้เร็ว
3. ความสามารถในการแยกแยะเหตุการณ์หรือสิ่งเร้า บุคคลที่มีระดับสติปัญญาสูงมีความเฉลียวฉลาดย่อมมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ได้รวดเร็วกว่า
4. ความสามารถในการสร้างจินตนาการ บุคคลที่มีความสามารถในการสร้างจินตนาการได้ดีจะสามารถสร้างมโนคติได้ง่ายเพราะของบางอย่างเป็นนามธรรมไม่อาจมองเห็นได้
5. ความสามารถในการใช้ภาษา บุคคลที่มีความสามารถทางภาษาดีจะสามารถสื่อสารมโนคติได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

5.8 เอกสารเกี่ยวกับการเรียนการสอนมโนคติ

มโนคติเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ อยู่ในระบบโครงสร้างของความรู้ ความสำคัญของมโนคติในแต่ละมโนคติบางครั้ง จะมีความสัมพันธ์กันอันเป็นแนวทางสรุปเป็นหลักการกฎเกณฑ์ ทฤษฎี หรือนำไปใช้แก้ปัญหาและสร้างสรรค์ต่อไป กระบวนการที่จะเกิดหลักการได้จะต้องมีมโนติอย่างน้อยตั้งแต่สองมโนคติขึ้นไป มาสรุปสัมพันธ์เป็นเหตุเป็นผลกัน

5.8.1 แนวความคิดเกี่ยวกับการสอนมโนคติ

บรูเนอร์ (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2537 : 174-176; อ้างอิงจาก Bruner, 1969. The Process of Education) กล่าวไว้ว่า “วิชาใด ๆ ก็ตามสามารถสอนให้เด็กเรียนรู้ได้เข้าใจได้อย่างได้ผลจริงทั้งในบางลักษณะไม่ว่าผู้เรียนจะเป็นใคร ในระดับวุฒิภาวะใด แต่ขึ้นอยู่กับการสอนที่เหมาะสมกับวัย วุฒิภาวะ และกลุ่มเป้าหมาย” บรูเนอร์เป็นผู้นำในการคิดว่า กระบวนการสอนที่จะให้ผู้เรียนให้ผลดีในระยะสั้น คือ การเรียนการสอน “แก่น” หรือ “สาระ” ของวิชานั้น ๆ โดยพยายามศึกษาโครงสร้างของแต่ละวิชา และทำความเข้าใจเรื่องที่สำคัญ ๆ ในวิชาหรือแก่นที่สำคัญให้ได้ และวิธีการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดมโนคติจะเป็นกระบวนการ (Process) มากกว่าเนื้อหาสาระ ส่วนทางด้านตัวผู้สอนซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะจัดกระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพต้องคำนึงถึงองค์ประกอบ 4 ประการคือ

1. ผู้สอนต้องเข้าใจธรรมชาติของวิชาและโครงสร้างของวิชาอย่างชัดเจน นอกจากนี้ผู้สอนต้องรู้กลวิธีที่จะถ่ายทอดโครงสร้างวิชานั้น ๆ ให้กับผู้เรียน
2. ผู้สอนต้องรู้จักและเข้าใจผู้เรียนเป็นอย่างดี เพื่อจัดบรรยากาศที่เอื้ออำนวยต่อสภาพการเรียนการสอนอันเหมาะสมกับผู้เรียน
3. การจัดประสบการณ์เรียน จะต้องฝึกให้ผู้เรียนได้ใช้เหตุผลและกล้าแสดงในสิ่งที่เขาคิดการแก้ปัญหาและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์
4. ผู้สอนต้องสามารถสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความศรัทธา ความชอบที่จะเรียนรู้เพราะจิตวิทยา แรงจูงใจเป็นสิ่งสำคัญมากที่ส่งผลต่อการเรียนรู้อย่างมาก

5.8.2 แนวความคิดเกี่ยวกับการสอนมโนคติทางวิทยาศาสตร์

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525 : 31-32) ได้เสนอหลักการในการสอนเพื่อให้เกิดมโนคติแก่นักเรียนไว้ดังนี้

1. การใช้อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับบทเรียนและวุฒิภาวะของนักเรียน
2. ควรจะต้องจัดประสบการณ์ตรงให้นักเรียนได้สัมผัสของจริงมากที่สุด เท่าที่โอกาสจะอำนวย แต่อย่างไรก็ตาม การนำประสบการณ์รอง เช่น รูปภาพ หุ่นจำลอง หรือภาพยนตร์ ฯลฯ มาใช้ในการสอนก็สามารถทำให้นักเรียนเกิดความสัมพันธ์ทางความคิดด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดมโนคติขึ้นมาด้วยตนเองได้

3. ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนส่งเสริม ให้รู้จักคิดหาเหตุผล รู้จักสังเกต และ รู้จักจำแนกลักษณะเฉพาะของสิ่งต่าง ๆ ออกมาให้เห็นอย่างเด่นชัด สิ่งเหล่านี้จะทำให้เขามีความรู้ ความเข้าใจเบื้องต้น อันจะนำไปสู่การสร้างมโนคติต่อไป ควรเลือกใช้วิธีสอนให้เหมาะสมกับบทเรียนและนักเรียน

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2526 : 62) กล่าวว่า การสอนมโนคติทางวิทยาศาสตร์ก็คือ การจัดกิจกรรมของผู้สอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ทั้งส่วนที่เป็นตัวความรู้ประเภทมโนคติ และส่วนที่เป็นกระบวนการวิทยาศาสตร์นับว่าเป็นการเสริมสร้างนิสัยในการแสวงหาความรู้ และฝึกฝนให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็นนั่นเอง และได้เสนอแนะแนวทางในการสอนมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ครูสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องให้อยู่ในลักษณะที่น่าสงสัย ทำทนาย ยั่วให้นักเรียนแสวงหาความรู้

2. ครูสร้างคำถาม เพื่อนำทางนักเรียนไปสู่การแก้ปัญหา เช่น การแก้ปัญหาโดยใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ คำถามประเภทให้นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์คาดคะเนคำตอบตามแนวทางของสมมติฐาน แล้วดำเนินการทดสอบหรือพิสูจน์ สมมติฐานและสรุปผล

3. ครูพยายามให้นักเรียนสรุป เป็นมโนคติตามความเข้าใจของตนเองโดยอยู่ในการดูแลของครู

4. ครูควรจัดสถานการณ์ให้นักเรียนฝึกนำมโนคติที่ได้เรียนนั้นไปแก้ปัญหาใหม่เพื่อเสริมสร้างเกี่ยวกับการเรียนรู้มโนคตินั้น ๆ อย่างกว้างขวางและลึกซึ้งขึ้น

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2532 : 19-20) ได้แนวความคิดเกี่ยวกับการสอนมโนคติไว้ว่า วิธีการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดมโนคติจะเน้นกระบวนการ (Process) วิธีการสืบเสาะหาความรู้มากกว่าการมุ่งเน้นที่เนื้อหา (Contents) สำหรับตัวผู้สอนซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่จะจัด กระบวนการเรียนการสอนมโนคติได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรคำนึงถึงองค์ประกอบ 4 ประการคือ

1. ก่อนจะสอนหนังสือจะต้องศึกษา เพื่อให้เข้าใจธรรมชาติของวิชาและโครงสร้างของวิชานั้น ๆ ให้นักเรียน เพื่อให้เข้าใจง่ายเกี่ยวกับสาระที่นำไปสู่มโนคติที่แท้จริง ผู้เรียนจะได้เข้าใจถึงแก่นแท้ของวิชาได้ง่าย ไม่เสียเวลาการเรียนและการสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียน

2. ผู้สอนจะต้องรู้จักและเข้าใจผู้เรียนอย่างดีเกี่ยวกับธรรมชาติของผู้เรียนในด้านการเจริญเติบโต ความพร้อม ความสนใจ ความต้องการ รวมทั้งประสบการณ์เดิมของผู้เรียนและผู้สอนจะต้องจัดบรรยากาศทางจิตวิทยาที่เอื้ออำนวยต่อสภาพการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียนด้วย

3. การจัดประสบการณ์การเรียนพยายามส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้เหตุผลและกล้าแสดงในสิ่งที่เขาคิด การแก้ปัญหา การส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ รวมทั้งการกระตุ้นเร้าผู้เรียนให้เกิดการคิดภายในใจหรือ

การฉกฉัก (Intuitive Thinking) ปัจจัยเหล่านี้จะช่วยเสริมกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การหาเหตุผล การสร้างสมมติฐาน การเก็บข้อมูล และการพิสูจน์ว่าเป็นจริงหรือไม่

4. ผู้สอนจะต้องสามารถสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึก ความชอบที่จะเรียนรู้ส่วนการสร้างแรงจูงใจภายนอกนั้นจะออกแบบกิจกรรมอย่างไรจึงจะทำให้ผู้เรียนสนุกและสนใจกับการเรียน

ไทเลอร์ (Tyler, 1965 : 148-150) ได้กล่าวถึงการสอนให้เกิดมโนคติว่า การเรียนรู้จะต้องเกิดจากการกระทำของนักเรียนเอง การที่ครูให้หลักการและข้อสรุปแก่นักเรียนโดยตรง นักเรียนจะจดจำสิ่งที่ครูให้โดยปราศจากความเข้าใจในสิ่งนั้น ๆ อย่างแท้จริงซึ่งเป็นอันตรายต่อเด็กมาก เขาเชื่อว่าวิธีการแก้ไขเหตุการณ์ดังกล่าว ก็คือพยายามให้นักเรียนสร้างหลักการ (Principle) ด้วยคำพูดของตนเอง ในทำนองเดียวกันการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง จะช่วยให้นักเรียนมองเห็นความจริงทางวิทยาศาสตร์ได้ลึกซึ้งและรวดเร็ว

นอกจากนี้ ดีเซคโค (Dececco, 1968 : 402-416) ได้เสนอแนะวิธีสอนเพื่อสร้างมโนคติไว้ 9 ขั้นตอนตามลำดับดังนี้

1. กำหนดพฤติกรรมที่คาดหวังของนักเรียนว่า เขาจะต้องแสดงพฤติกรรมอะไรบ้าง หลังจากที่ได้เรียนรู้มโนคตินั้นไปแล้ว

2. ลดจำนวนคุณลักษณะที่ซับซ้อนลง แล้วเน้นคุณลักษณะที่สำคัญให้ชัดเจนขึ้น

3. ใช้ภาษาที่นักเรียนเข้าใจเพื่อเป็นสื่อกลางของมโนคติ

4. เสนอตัวอย่างของมโนคติที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องให้ผู้เรียน

5. เสนอตัวอย่างที่ละอันในเวลาต่อเนื่องกัน หรือพร้อม ๆ กัน

6. เสนอตัวอย่างที่เกี่ยวข้องอันใหม่ และนักเรียนบอกวามโนคติของสิ่งนั้น ๆ หรือไม่ถ้านักเรียนบอกได้แสดงว่าเข้าใจ

7. การตรวจสอบการเรียนรู้ของนักเรียน โดยเสนอตัวอย่างที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องให้นักเรียนเลือกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องเท่านั้น

8. ให้นักเรียนให้คำจำกัดความของมโนคตินั้น ถ้านักเรียนมีความเข้าใจก็จะสามารถให้คำจำกัดความได้

9. จัดสถานการณ์ใหม่ให้นักเรียนตอบสนองและให้เสริม

จากแนวคิดดังกล่าว สรุปได้ว่า กระบวนการเรียนการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดมโนคตินั้น ผู้สอนจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดและทำมากที่สุด บทบาทของผู้สอนเป็นเหมือนผู้สร้างโอกาสของการเรียน ให้กับผู้เรียนและคอยให้คำแนะนำ

5.9 ความหมายของผังมโนคติ

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของแผนผังมโนคติไว้ดังนี้

วิชัย วงศ์ใหญ่ (2532:24) ได้สรุปว่าผังมโนคติเป็นปัจจัยที่สนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ที่มีความหมายสำหรับการสร้างมโนคติแก่ผู้เรียน

มนัส บุญประกอบ (2533:26) ได้สรุปความหมายของผังมโนทัศน์ไว้ว่า แผนผังมโนทัศน์มีลักษณะเป็นแผนภูมิอย่างหนึ่ง ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ด้วยเส้นและคำเชื่อมโยงที่ประโยคหรือข้อความที่มีความหมายได้

มนมณัส สุดสิ้น (2543:22) สรุปว่าผังมโนทัศน์หมายถึง แผนผังที่สร้างขึ้นเพื่อแสดงความสัมพันธ์กันอย่างมีความหมายของมโนทัศน์ตั้งแต่ 2 มโนทัศน์ขึ้นไป ในลักษณะ 2 มิติระหว่างมโนทัศน์จะเชื่อมด้วยคำเชื่อมโดยขั้นตอนสร้างดังนี้

1. ระบุมโนทัศน์ที่สำคัญ
2. จัดลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างมากที่สุดจนถึงมโนทัศน์ที่มีความหมายเฉพาะเจาะจง
3. เชื่อมโยงมโนทัศน์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันโดยใช้คำเชื่อม
4. ทบทวนมโนทัศน์ที่สร้างขึ้น

โนแวกและโกวิน (Novak and Gowin 1984:15) กล่าวว่า ผังมโนทัศน์ หมายถึง สิ่งที่ใช้แทนความสัมพันธ์อย่างมีความหมาย ระหว่างมโนทัศน์ต่างๆในรูปของประพจน์โดยใช้คำเชื่อม

คัสสุโมโต (สมาน ลอยฟ้า. 2542:2;อ้างอิงจาก Katsomoto.1997) กล่าวว่า ผังมโนทัศน์ หมายถึง วิธีการที่ใช้ในการอธิบายหรือทำให้แนวคิดของบุคคลในเรื่องใดเรื่องหนึ่งมีความชัดเจนโดยปรากฏในรูปของกราฟิก

สมาน ลอยฟ้า (2542:3) กล่าวว่า ผังมโนทัศน์ เป็นกระบวนการที่จะช่วยให้บุคคลหรือกลุ่มบุคคล จัดแสดงแนวความคิดต่างๆในเรื่องใดเรื่องหนึ่งให้อยู่ในรูปภาพหรือแผนที่

มอไรรา (Moreira. 1979:283) ให้ความหมายของผังมโนทัศน์ว่า ผังมโนทัศน์ หมายถึง แผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์อย่างมีลำดับขั้น เพื่อจะแสดงให้การจัดมโนทัศน์ของวิชาใดวิชาหนึ่ง หรือส่วนใดส่วนหนึ่งของวิชานั้น ซึ่งอาจจะมิตศทางเดียวหรือสองทิศทางหรือมากกว่า

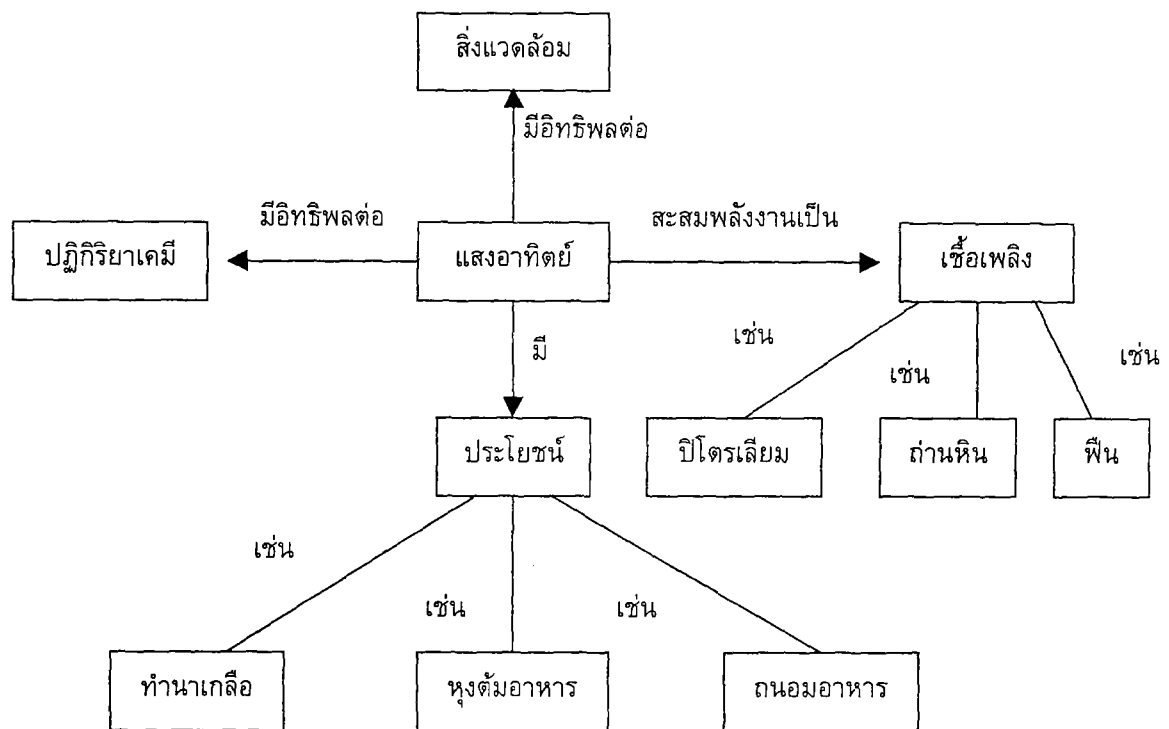
คลีเบิร์น (Cliburn. 1987:426) กล่าวว่า ผังมโนทัศน์ เป็นเครื่องมือเครื่องใช้เสนอกรอบความคิดและความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกันอย่างมีระบบ

จากความหมายของผังมโนทัศน์ที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ผังมโนทัศน์ หมายถึง แผนการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยกลุ่มมโนทัศน์ที่เชื่อมโยงด้วยเข้าด้วยกัน เพื่อแสดงความสัมพันธ์กันอย่างมีความหมาย

5.10 ประเภทของผังมโนทัศน์

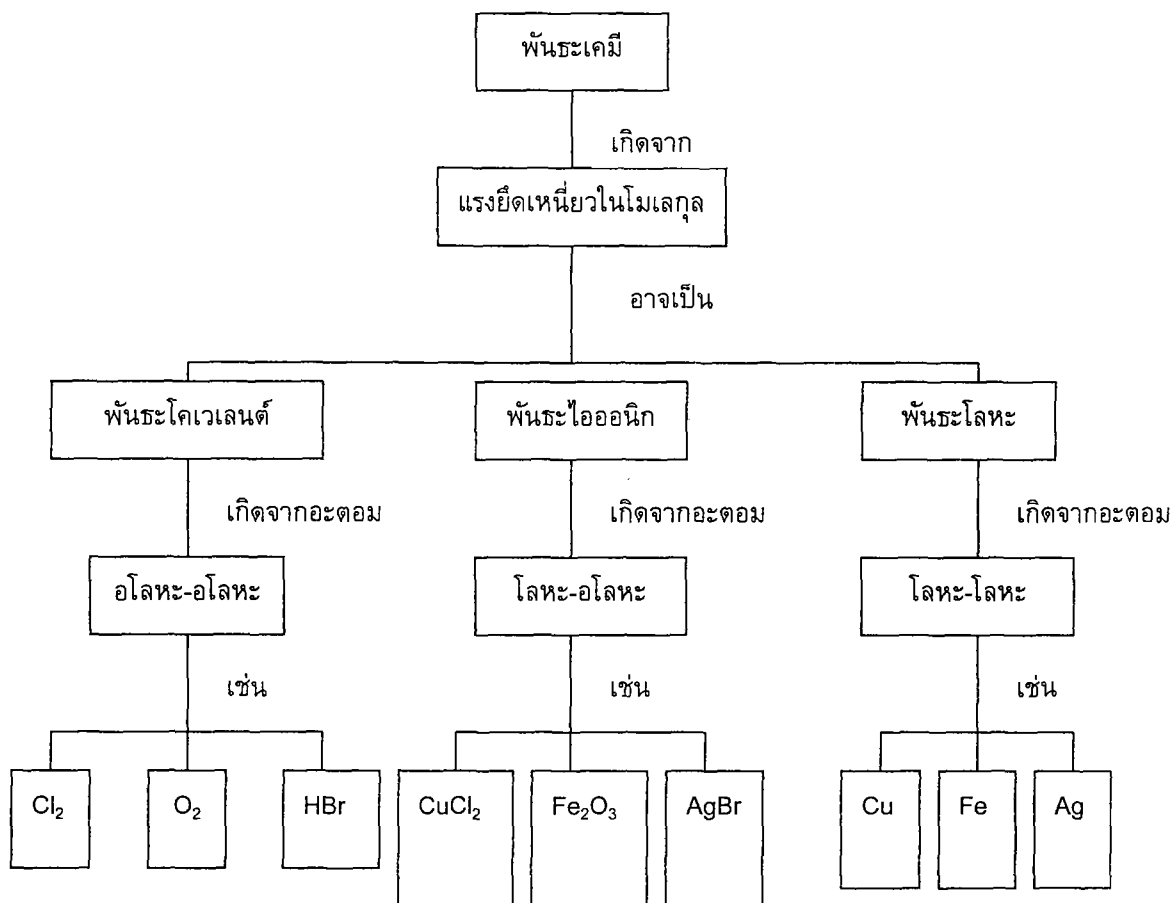
มนัส บุญประกอบ (2533:27-29) ได้จำแนกประเภทของแผนผังมโนทัศน์ออกเป็น 4 ชนิด ดังนี้

1. ชนิดกระจายออก (Point Grouping) เป็นแผนผังมโนทัศน์ที่เริ่มจากคำที่เป็นมโนทัศน์หลัก จะเชื่อมโยงกระจายออกไปทุกทิศทางเพื่อเชื่อมต่อกับมโนทัศน์ย่อยๆดังแสดงในภาพประกอบ



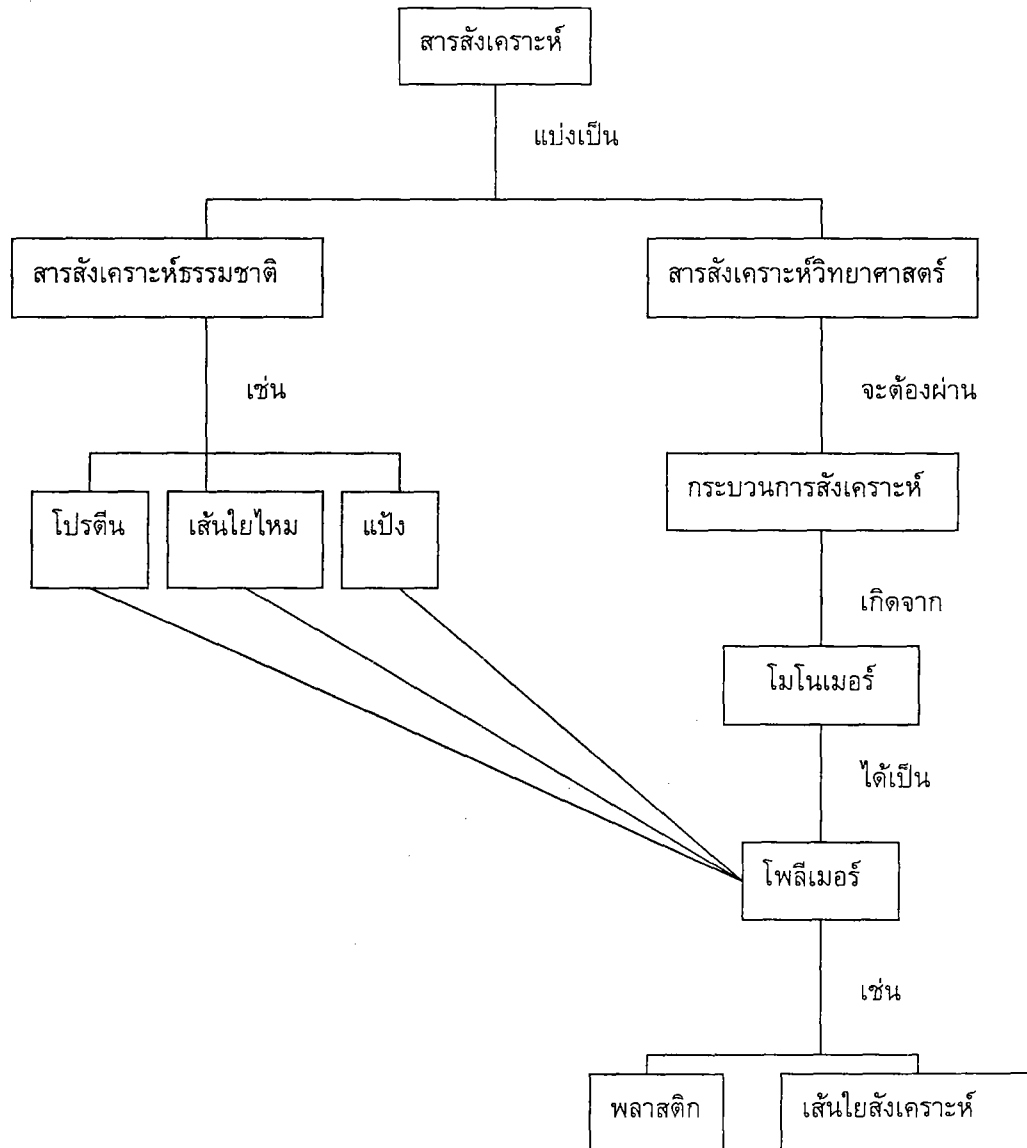
ภาพประกอบ 2 แสดงตัวอย่างแผนผังมโนทัศน์กระจายออก (มนัส บุญประกอบ. 2533 ข : 27)

2. ชนิดปลายเปิด (Open Grouping) เป็นแผนผังมโนทัศน์ที่แสดงการเชื่อมโยงกลุ่มมโนทัศน์ต่างๆ ลดหลั่นกันลงไปตามลำดับความสำคัญของมโนทัศน์ที่ผู้เขียนกำหนดไว้ ดังแสดงในภาพประกอบ 3



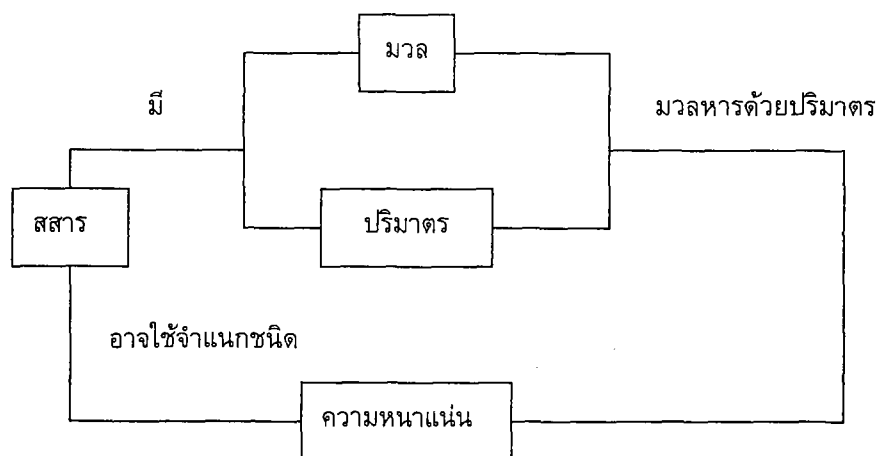
ภาพประกอบ 3 แสดงตัวอย่างผังมโนทัศน์ชนิดปลายเปิด (มนัส บุญประกอบ, 2533ช. : 28)

3. ชนิดเชื่อมโยง (Linked Grouping) เป็นแผนผังมโนคติ ที่มีลักษณะคล้ายกับชนิดปลายเปิด แต่มีการเชื่อมโยงข้ามชุดระหว่างมโนคติได้ ดังแสดงในภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 แสดงตัวอย่างผังมโนคติชนิดเชื่อมโยง (มนัส บุญประกอบ. 2533ข. : 28)

4. ชนิดปลายปิดหรือล้อมเป็นวง (Close Grouping) เป็นผังมโนมิตีค่อนข้างจะมีลักษณะจำกัดอยู่ในตัวเอง ดังแสดงในภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 แสดงตัวอย่างผังมโนมิตีชนิดปลายปิด (มนัส บุญประกอบ. 2533ช. : 29)

จากการจำแนกประเภทของแผนผังมโนมิตี จะเห็นได้ว่าแต่ละประเภทมีลักษณะที่แตกต่างกันหลายประการ ซึ่งมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดที่ไม่เหมือนกัน บางประเภทใช้เขียนได้ซับซ้อนกว้างขวางบางประเภทได้ค่อนข้างจำกัด ซึ่งจะใช้ประเภทใดนั้นก็ขึ้นอยู่กับเหตุผลของผู้ใช้ว่าจะเลือกประเภทใด

5.11 ทฤษฎีพื้นฐานของการสอนโดยใช้ผังมโนมิตี

หทัยรัช รังสุวรรณ (2539:34;อ้างอิงจาก Kalusmeier and Ripple. 1971) ได้แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 2 แบบคือ

1. การเรียนรู้แบบรับรู้ (reception learning)
2. การเรียนรู้แบบค้นพบ (discover learning)
3. การเรียนรู้แต่ละแบบยังแบ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย (meaningful learning) กับ การเรียนรู้แบบท่องจำ (rote learning) จึงทำให้การเรียนรู้มีทั้งหมด 4 แบบ

3.1 การเรียนแบบรับรู้ที่มีความหมาย เป็นการเรียนที่ได้รับการสอนสิ่งใหม่ ๆ อย่างครบถ้วน และผู้เรียนนำไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่

3.2 การเรียนแบบรับรู้โดยการท่องจำ เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับการสอนสิ่งใหม่ ๆ อย่างครบถ้วน และผู้เรียนท่องจำไว้

3.3 การเรียนแบบค้นพบที่มีความหมาย เป็นการเรียนที่ผู้เรียนค้นหาคำตอบเอง และนำไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่

3.4 การเรียนแบบค้นพบโดยการท่องจำ เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเอง แต่ท่องจำ

การสร้างผังมโนมติดั้งเดิมพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสเชเบล (Ausubel, 1968) ซึ่งมีแนวคิดที่ว่าครูควรสอนสิ่งที่สัมพันธ์กับความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่เดิม ความรู้ที่มีอยู่เดิมนั้นจะอยู่ในโครงสร้างของความรู้ (Cognitive Structure) ซึ่งเป็นข้อมูลที่สะสมอยู่ในสมอง และมีการจัดระบบไว้อย่างดี มีการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เก่าและความรู้ใหม่อย่างมีระดับชั้น ดังนั้นโครงสร้างของความรู้จะใช้เป็นผังมโนมติ และใช้บันทึกประสบการณ์ต่างๆที่ได้รับได้

การเรียนรู้ที่มีความหมาย จะเกิดขึ้นเมื่อความรู้ใหม่สัมพันธ์กับมโนมติซึ่งอยู่ในโครงสร้างของความรู้เดิมที่มีอยู่ในสมองซึ่งออสเชเบลเรียกว่า กระบวนการดูดซึม หรือเรียกมโนมติที่เกิดจากเชื่อมโยงนั้นว่า ซับซั่มเมอร์ (Subsumer) แต่ถ้าไม่ได้นำความรู้ใหม่เข้าไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่จะเป็นการเรียนรู้แบบท่องจำ

กล่าวโดยสรุป การเรียนรู้ที่มีความหมายเป็นการเรียนรู้โดยการนำความรู้ใหม่เชื่อมโยงเข้ากับความรู้หรือประสบการณ์เดิม ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจ

ซึ่งการสร้างผังมโนมติ มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ของออสเชเบล 3 ประการ คือ

1. โครงสร้างของความรู้ ซึ่งเป็นโครงสร้างที่อยู่ในสมองจะมีการจัดลำดับมโนมติจากมโนมติที่มีความหมายกว้างทั่วไป ไปสู่มโนมติที่แคบลง และมีความเฉพาะเจาะจงมากขึ้น

2. กระบวนการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้า (Progressive Differentiation) จากหลักการของออสเชเบลที่กล่าวว่าการเรียนรู้ที่มีความหมายจะเกิดขึ้น เมื่อมีการนำความรู้ใหม่ไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่เดิมเกิดเป็นความสัมพันธ์ใหม่ ดังนั้นจึงเกิดการเรียนรู้อย่างไม่สิ้นสุด จะเป็นการขยายความรู้ให้กว้างขึ้นจนกลายเป็นการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้า โดยประกอบด้วยมโนมติที่มีความหมายกว้างอยู่ด้านบนของโครงสร้างความรู้ และมโนมติที่มีความเฉพาะเจาะจงอยู่ถัดลงมา กระบวนการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้าจะเพิ่มขึ้นถ้าผู้เรียนมีโอกาสอภิปรายร่วมกัน และจะทำให้เห็นความเกี่ยวข้องและความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆที่เรียนได้ดีขึ้น

3. การประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการ (Integrative Reconciliation) จากหลักการเรียนรู้ของออสเชเบลที่กล่าวว่า การเรียนรู้ที่มีความหมาย จะเกิดจากการเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่ ดังนั้นถ้าผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงทำให้เกิดความสัมพันธ์ใหม่และเชื่อมโยงระหว่างชุดของมโนมติจะทำให้เกิดการประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการของมโนมติ ซึ่งจะให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายเพิ่มขึ้น

จากหลักการเรียนรู้ทั้ง 3 ประการนี้ได้นำไปเป็นพื้นฐานในการสร้างผังมโนมติประกอบการเรียนรู้

5.12 การสร้างผังมโนมติ

การสร้างผังมโนมตินั้น อัลท์ (Ault, 1985:41) กล่าวว่า ไม่มีทิศทางในการสร้างที่แน่นอนตายตัวแต่สามารถสร้างได้หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีนั้นควรจะเริ่มต้นด้วยการแนะนำแนวคิดเกี่ยวกับมโนมติ โดยการกระทำในรูปของกิจกรรมเกี่ยวกับการเรียนรู้หรือแนะนำโดยตรง นอกจากนั้นในการสอนให้นักเรียนสร้างผังมโนมติควรจะต้องคำนึงถึงระดับชั้นของนักเรียน ความยากง่ายของเนื้อหา ตลอดจนสถานการณ์ที่ใช้ในห้องเรียนด้วย (พิทักษ์ เจริญวานิช, 2531:30)

อย่างไรก็ตาม โนวาค (Novak, 1984) และ อัลท์ (Ault, 1985:41) ได้แนะนำขั้นตอนในการสร้างผังมโนมติ โดยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือก

การเลือกเรื่องที่จะสร้างผังมโนมิตอาจนำมาจากตำรา สมุดจดคำบรรยายคำอธิบายก่อนการปฏิบัติ การ เริ่มจากการอ่านข้อความนั้นอย่างน้อย 1 ครั้ง และระบุมโนมิตที่สำคัญโดยขีดเส้นใต้คำหรือประโยคที่สำคัญ ซึ่งอาจจะเป็นวัตถุหรือเหตุการณ์แล้วลอกมโนมิตเหล่านั้นลงในแผ่นกระดาษเล็ก ๆ เพื่อสะดวกในการจัดความสัมพันธ์

ขั้นที่ 2 จัดลำดับ

นำมโนมิตที่สำคัญซึ่งได้เขียนลงในกระดาษแผ่นเล็ก แล้วมาจัดลำดับจากมโนมิตที่มีความกว้างไปสู่มโนมิตที่มีความเฉพาะเจาะจง

ขั้นที่ 3 จัดกลุ่ม

นำมโนมิตมาจัดกลุ่มเข้าด้วยกันโดยมีเกณฑ์ 2 ข้อ คือ

3.1 จัดกลุ่มมโนมิตที่อยู่ในระดับเดียวกัน

3.2 จัดกลุ่มมโนมิตที่มีความเกี่ยวข้องกันอย่างใกล้ชิด

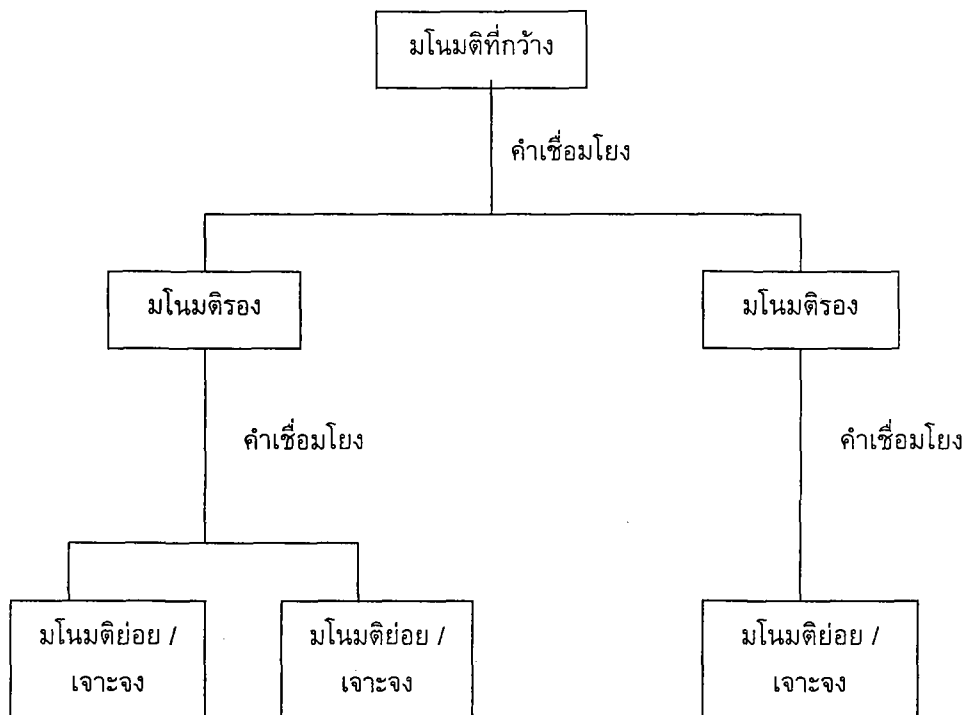
ขั้นที่ 4 จัดระบบ

เมื่อจัดกลุ่มมโนมิตแล้ว นำมโนมิตที่มีอยู่ในกลุ่มเดียวกันมาจัดระบบตามลำดับความเกี่ยวข้อง ซึ่งในขั้นนี้ยังสามารถเปลี่ยนแปลงได้หรืออาจหามโนมิตอื่น ๆ มาเพิ่มเติมได้อีก

ขั้นที่ 5 เชื่อมมโนมิตที่มีความสัมพันธ์กัน

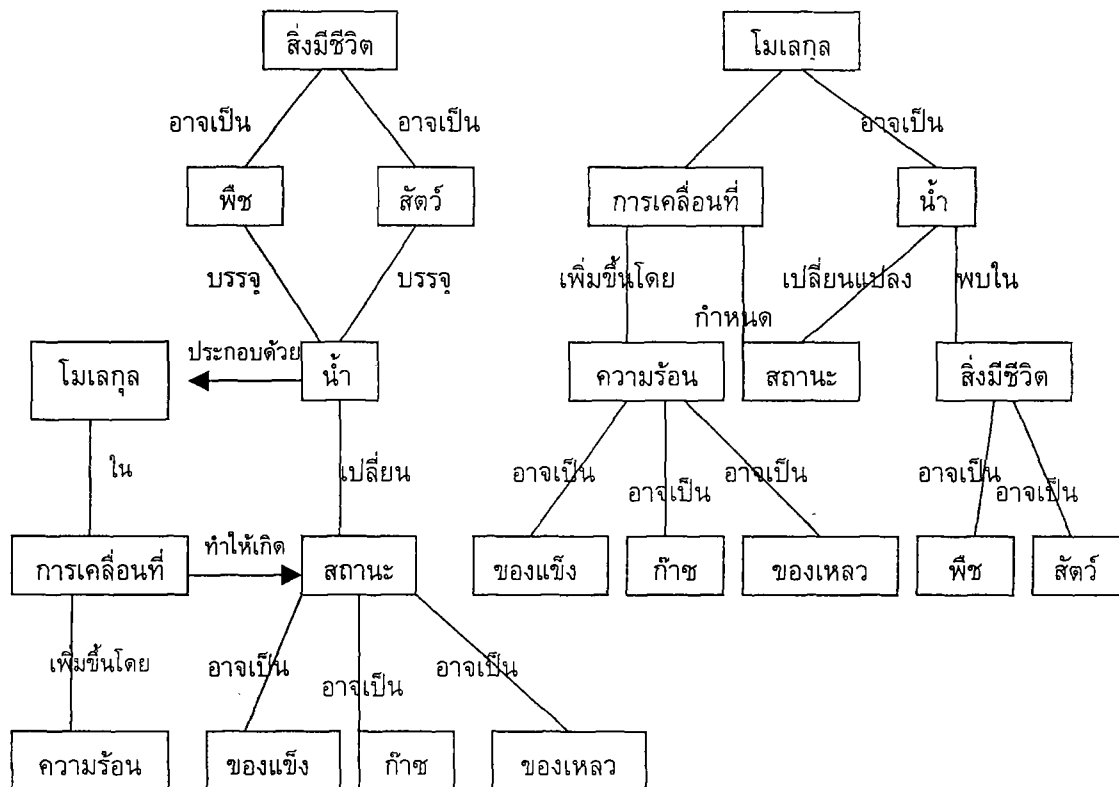
เมื่อจัดระบบมโนมิตที่มีความสัมพันธ์กันมาเชื่อมโยงกันโดยการลากเส้นเชื่อมโยงกัน และมีคำเชื่อมระบุความสัมพันธ์ไว้ทุกเส้น จะสามารถอ่านได้เป็นประโยค เส้นที่เชื่อมโยงนี้อาจเชื่อมระหว่างมโนมิตในชุดเดียวกัน หรือเชื่อมโยงระหว่างชุดของมโนมิตที่ต่างกันได้

ดังนั้นในการสร้างผังมโนมิตจะเริ่มจากการเลือกคำที่เป็นมโนมิต แล้วนำมาจัดลำดับจากมโนมิตที่กว้างไปสู่มโนมิตที่แคบ โดยให้มโนมิตที่กว้างอยู่บนสุด มโนมิตที่แคบอยู่ถัดลงมา จนถึงมโนมิตที่เฉพาะเจาะจงมากที่สุด รวมทั้งตัวอย่างอยู่ด้านล่างสุดแล้วจึงเชื่อมสัมพันธ์ระหว่างมโนมิตต่างๆเข้าด้วยกัน โดยลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนมิตพร้อมทั้งหาคำเชื่อมที่เหมาะสมใส่กำกับลงในแต่ละเส้น



ภาพประกอบ 6 แสดงตัวอย่างผังมโนคติอย่างง่าย (หทัยรัช รังสุวรรณ 2535 : 25 ; อ้างอิงจาก (มนัส บุญประกอบ. 2533 : 26)

ตัวอย่างผังมโนคติที่จัดลำดับแตกต่างกันจากมโนติชุดเดียวกัน



ภาพประกอบ 7 แผนผังมโนคติที่จัดลำดับแตกต่างกันจากมโนติชุดเดียวกัน (Novak.1984 :18)

กิจกรรมการสร้างผังมโนคติ

โนแวก (Novak . 1984 :37-39)สรุปว่ากิจกรรมการสร้างผังมโนคติควรมีลักษณะดังนี้

1. เลือกข้อความจากบทเรียนหรือสิ่งพิมพ์อื่น 1-2 ย่อหน้า ให้นักเรียนอ่านแล้วเลือกมโนคติที่สำคัญ ซึ่งเป็นมโนคติที่ทำให้เกิดความหมายของบทเรียนที่อ่าน แล้วนำมโนคติเหล่านี้เขียนบนกระดาน จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายว่ามโนคติใดสำคัญสุด มโนคติใดที่มีความหมายกว้างที่สุด
2. เขียนมโนคติที่มีความหมายกว้างที่สุดไว้ด้านบน แล้วเรียงลำดับมโนติจากกว้างไปสู่แคบ ซึ่งนักเรียนอาจจะเรียงลำดับไม่ตรงกันทำให้เห็นว่าความหมายจากตำราอาจจะมองได้หลายแบบ
3. ให้นักเรียนเริ่มสร้างผังมโนคติ โดยใช้ชุดของคำที่เรียงลำดับไว้และเลือกคำเชื่อมที่เหมาะสมที่จะทำให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติ วิธีที่จะช่วยฝึกนักเรียนให้สร้างผังมโนคติได้คือ เขียนคำเชื่อม และมโนติลงในกระดาษแผ่นสี่เหลี่ยมแล้วนำมาทดลองจัดผังมโนติจนกระทั่งได้ผังมโนติที่เหมาะสม
4. สังเกตมโนคติใด ในผังที่มโนติสามารถเชื่อมโยงกันได้ระหว่างสายของมโนติแล้วให้นักเรียนร่วมหาคำเชื่อม
5. ผังมโนติที่สร้างขึ้นในครั้งแรกอาจจะวางมโนติไว้ไม่เหมาะสม ก็ควรจะสร้างใหม่ และชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่าบางครั้งเราต้องสร้างผังมโนติใหม่ 2-3 ครั้งจึงจะได้ผังมโนติที่ดี
6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ เกณฑ์ที่ใช้ในการให้คะแนนผังมโนติแล้วให้คะแนนผังมโนติที่สร้างขึ้นพร้อมทั้งชี้ให้เห็นจุดที่ควรเปลี่ยนแปลงเพื่อปรับปรุง
7. ให้นักเรียนเลือกบางส่วนของบทเรียนหรือหนังสืออื่น แล้วดำเนินการตามขั้นตอน 1-6 ด้วยตนเองหรือเป็นกลุ่ม 2-3 คน
8. เสนอผังที่มโนติที่นักเรียนสร้างขึ้นโดยเขียนบนกระดาน หรือเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะแล้วให้นักเรียนที่เป็นผู้สร้างเป็นผู้อ่านผังมโนติ และอธิบายให้เพื่อนในชั้นฟัง จะทำให้เกิดความชัดเจนมากขึ้น
9. ให้นักเรียนสร้างผังมโนติเกี่ยวกับสิ่งที่สนใจ เช่น งานอดิเรก กีฬา ฯลฯ ซึ่งอาจจะติดไว้ที่ฝาผนังห้อง และให้มีการวิจารณ์ระหว่างผู้ที่สนใจ
10. รวบรวมคำถามจากการสร้างผังมโนติ แล้วใส่ไว้ในการทดสอบเพื่อแสดงให้เห็นว่าเป็นผังมโนติเป็นการประเมินผลที่สามารถแสดงถึงความเข้าใจวิชาเนื้อหาต่างๆได้

จากข้อเสนอแนะในการสร้างผังมโนคติ ของอัลท์ (Ault. 1985) แนวทางการสอนให้นักเรียนสร้างผังมโนติของโนแวก (Novak. 1984) สามารถนำมาสรุปขั้นตอนการสร้างผังมโนติ ดังนี้

1. ให้นักเรียนทำความเข้าใจความหมายของมโนคติ และยกตัวอย่างคำที่เป็นมโนคติ
2. นักเรียนระบุมโนคติที่สำคัญของบทเรียน
3. นักเรียนจัดลำดับมโนติ จากมโนติที่กว้างไปสู่มโนติที่แคบ โดยให้มโนติที่กว้างอยู่ด้านบนและมโนติที่แคบอยู่ด้านล่างตามลำดับ
4. นักเรียนเชื่อมโยงระหว่างมโนติต่างๆเข้าด้วยกันโดยใช้คำเชื่อม
5. นักเรียนทบทวนมโนติต่างๆรวมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของผังมโนติสร้างขึ้น
6. นักเรียนร่วมกันอภิปรายผังมโนติที่สร้างขึ้น

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผังมโนมิติ

6.1 งานวิจัยต่างประเทศ

อัลท์ (Ault. 1985) พบว่า ผังมโนมิติจะนำนักเรียนออกห่างจากการเรียนแบบท่องจำและนำไปสู่ความเข้าใจถูกต้องของมโนมิตตลอดจนความสัมพันธ์ของแต่ละมโนมิติโดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ โอเคิบโคลาร์ (Okebukola. 1990) ซึ่งพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้ผังมโนมิติจะเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีท่องจำ นอกจากนี้ พีเทอร์สัน และเทียร์กัส (Peterson and Treagust. 1989) ยังใช้ผังมโนมิติเป็นเครื่องมือวินิจฉัยเกี่ยวกับมโนมิติที่คลาดเคลื่อนเรื่องพันธะโคเวเลนต์และโครงสร้าง

โอเคิบโคลาร์ และเจียร์ (Pkebukola and Jegede. 1988) พบว่า การเลือกแบบการคิดและการเรียน โดยแบ่งเป็นกลุ่มกับรายบุคคล มีผลต่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายและการทำแผนที่มโนมิติโดยได้แบ่งการเลือกแบบการคิดไว้ 4 แบบด้วยกันคือ ด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านการใช้หลักการ ด้านการคิดค้น และด้านการนำไปใช้ ซึ่งนักเรียนที่มีการเลือกแบบการคิดด้านการใช้หลักการด้านการคิด และด้านการนำไปใช้ ที่เรียนโดยแบ่งเป็นกลุ่มย่อย เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและสามารถทำผังมโนมิติได้ดีกว่าที่เรียนเป็นรายบุคคล และจากงานวิจัยของโนแวก,โกวิน และโจแฮนส์สัน (Novak, Gowin and Johansen. 1983) ยังพบว่านักเรียนที่มีความสามารถสูงมีแนวโน้มที่ทำผังมโนมิติและแผนที่รูปตัววีได้ดีกว่านักเรียนที่มีความสามารถต่ำ

โนแวก โกวินและโจฮันเซน(Novak,Giowin and Johansen.1983:18) ทำการวิจัยเรื่องการใช้องมโนมิติและแผนผังรูปตัววีกับนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาความสามารถในการใช้ผังมโนมิติและแผนผังรูปตัววีของนักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 ใช้ผังมโนมิติและแผนผังรูปตัววีในการเรียนวิทยาศาสตร์นั้นนักเรียนเกรด 7 สามารถใช้ได้ดีกว่า เกรด 8 แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหาวิชาและระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

เลห์แมน คาร์เตอร์ และคาร์ล (Lehman Carter and Kahle. 1985 : 39) ทำการวิจัยผลของการใช้แผนผังมโนมิติ รูปตัววี และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนผิวดำระดับมัธยมศึกษา โดยเปรียบเทียบกับการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05และพบว่าปัจจัยที่ทำให้ผลการทดลองไม่แตกต่างกันอาจเนื่องมาจากสาเหตุดังนี้

1. ความไม่เท่าเทียมกันของที่ใช้ ซึ่งเป็นรูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง
2. ครูและนักเรียนไม่คุ้นเคยกับการสอนแบบใช้แผนผังมโนมิติและแผนผังรูปตัววี
3. ระยะเวลาของการทดลองอาจสั้นเกินไป
4. แบบทดสอบยากเกินไป

6.2 งานวิจัยในประเทศ

สุนีย์ สอนตระกูล (2535:บทคัดย่อ) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและความคงทนของการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนมิติกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนตามระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนมิติที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนของการเรียนรู้

หทัยรัช รังสุวรรณ (2539:75-78) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังมโนคติ พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการจำแนกของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังมโนคติกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังมโนคติกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังมโนคติกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังมโนคติกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประทีป ซูหมื่นไวย (2540:บทคัดย่อ) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องทรัพยากรในดิน (ดิน หิน แร่) ระหว่างการสอนโดยใช้แผนผังมโนคติกับการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 และความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยแผนผังด้านมโนคติ นักเรียนชอบที่จะให้มีการเรียนการสอนโดยใช้แผนผังมโนคติ

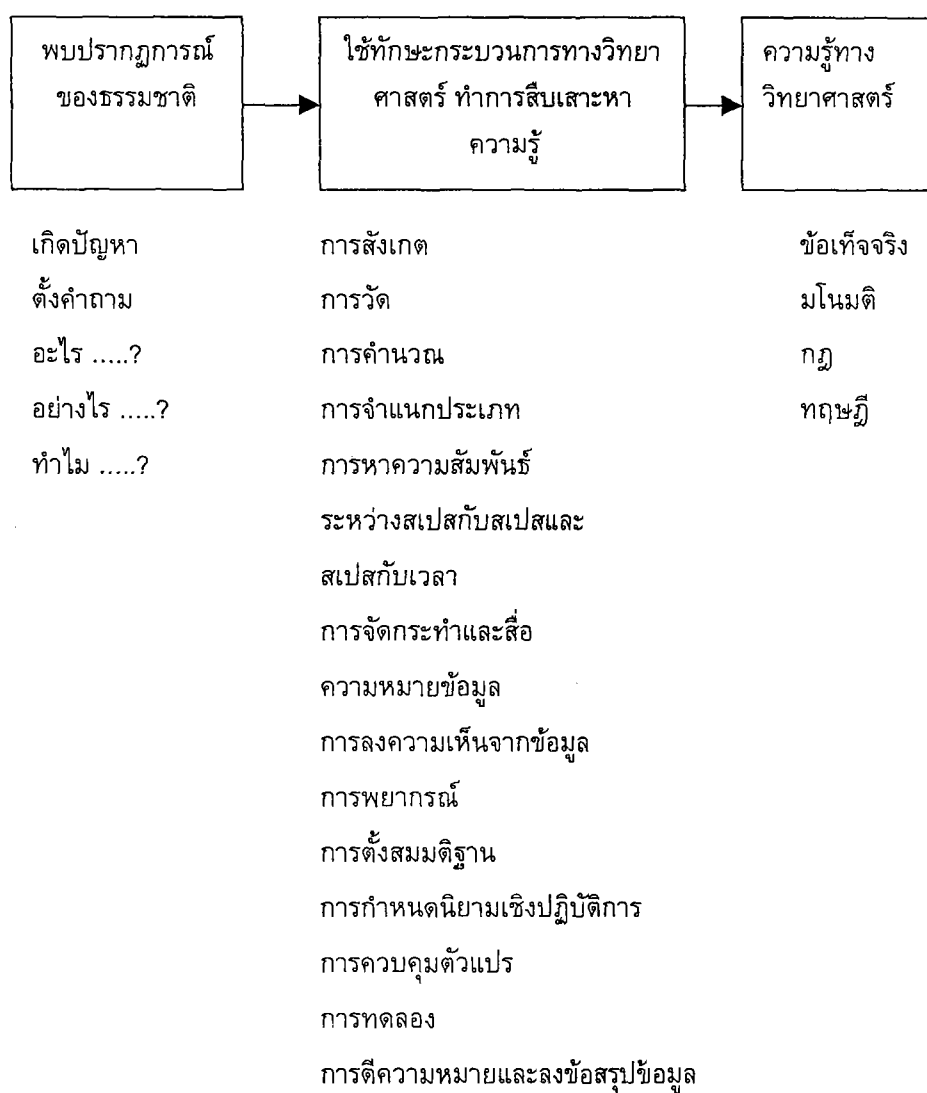
มนมนัส สุดสัน (2543:78-79) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติกับการสอนตามคู่มือครูผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยดังกล่าวมาแล้วข้างต้น ได้มีการนำเอาผังมโนคติมาใช้ในการเรียนการสอนหลายระดับซึ่งการสร้างผังมโนคติเป็นเทคนิคการสอนวิธีหนึ่งที่ทำให้นักเรียนสามารถจำความรู้นั้นอย่างเข้าใจทั้งระยะชั่วคราวและระยะยาว

7. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองให้เป็นคนช่างสังเกต สงสัย และหาข้อสรุป จนเกิดความคิดรวบยอดในเรื่องที่จะศึกษานั้น

การสอนแบบสืบเสาะนี้ครูผู้สอนมีหน้าที่เป็นผู้สนับสนุน ชี้แนะ ช่วยเหลือและแก้ไขปัญหที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการเรียนการสอน ซึ่งสมจิต สวธน์ไพบุลย์ (2541:53) ได้เสนอรูปแบบทั่วไปในการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ดังนี้



ภาพประกอบ 8 รูปแบบการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

7.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สுவัณห์ นิยมคำ (2531:502) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาหรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียนยังไม่เคยมีความรู้ในสิ่งนั้นมาก่อน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ เป็นเครื่องมือ

จอยซ์ และเวล (Joyce and weil. 1986:57) ให้ความหมายว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่ยั่วให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชุตินา วัฒนะศิริ (ม.ป.ป.:160) ได้กล่าวไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อค้นพบความรู้ (คำตอบ) ด้วยตนเอง

ภพ เลาฟไฟบูลย์ (2542:123) ได้กล่าวไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ที่จะช่วยให้นักเรียนค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเองให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา

ซันด์ และ ไทรวบริดจ์ (Sund and Trowbrige. 1974:53-55) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนซึ่งแต่ละบุคคลใช้กระบวนการคิดทางสมอง (Discovery Mental Process) ซึ่งได้แก่ การสังเกต การจัดประเภท การวัด การอธิบาย การอ้างอิง รวมทั้งคุณลักษณะต่าง ๆ อย่างผู้ใหญ่ ได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบ การทดลอง การสังเคราะห์ความรู้ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เช่น เป็นคนมีความคิดแบบวัตถุนิยม (Objective) อยากรู้ อยากเห็นใจกว้าง

จากความหมายที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการหนึ่งที่มีมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ คิด และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีระบบของการคิด ใช้กระบวนการค้นหาคำตอบ ซึ่งประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่จัดบรรยากาศการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ คิดแก้ปัญหาโดยใช้การทดลอง และอภิปรายซักถามเป็นกิจกรรมหลักในการสอน

7.2 ขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

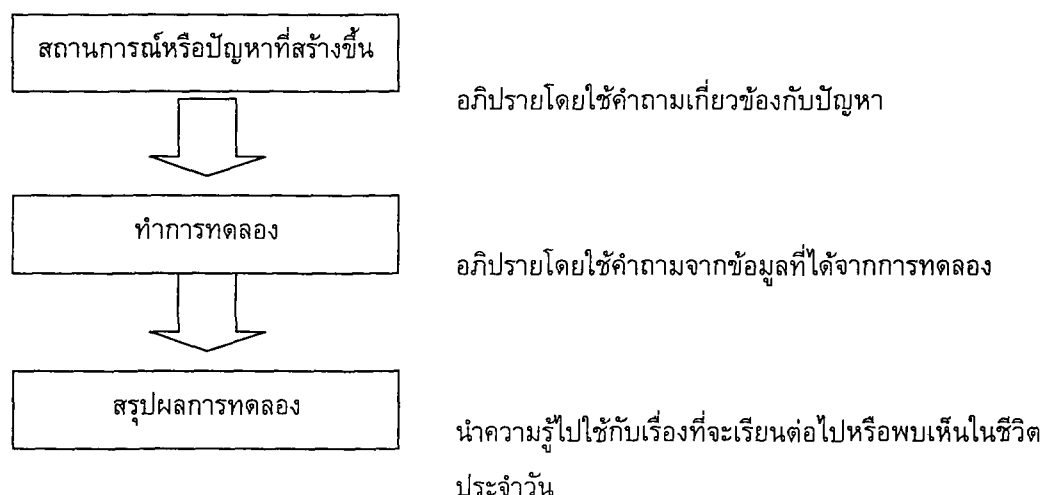
สมจิต สวธนไพบูลย์ (2541 : 58) สรุปขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเห็นคิดสงสัย หรือเป็นการแนะแนวทางการทดลองออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ตอบปัญหา

2. ปฏิบัติการทดลอง (Experiment Period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนคอยควบคุมดูแลให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้น สนับสนุน เป็นที่ปรึกษาอยู่ด้วย

3. อภิปรายหลังการทดลอง (Post-Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถใช้ข้อมูล หรือผลการทดลองสรุปเป็นความรู้ รวมทั้งการอภิปรายถึงข้อผิดพลาด (Error) ที่เกิดจากการทดลองด้วย

การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอนของ สสวท. มุ่งให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง จะมีกิจกรรมที่สำคัญคือการอภิปรายและการทดลอง การอภิปรายจะเกิดจากกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะฝึกและปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับความคิดเห็น มีเหตุผล ส่วนการทดลองเป็นหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นการฝึกฝนหรือทำให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบกฎเกณฑ์ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ต่อไป เพื่อให้เกิดความเข้าใจในโครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจเขียนแผนภูมิแสดงได้ดังนี้ (ทบทวนมหาวิทยาลัย 2525:6-12)



ภาพประกอบที่ 9 โครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (ทบวงมหาวิทยาลัย : 2525 : 6-12)

ซุคแมน (อรรถลักษณ์ อยู่สุข 2535:31; อ้างอิงจาก Suchman.1966.*Inquiry in the Curriculum*. 90-113) แบ่งขั้นตอนไว้ 3 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นเผชิญปัญหาหรือสถานการณ์ ผู้สอนจัดสร้างสถานการณ์ที่จะให้ผู้เรียนเผชิญเพื่อเป็นการกระตุ้นการสืบเสาะ อาจเป็นคำพูด คำถาม กิจกรรมหรือเป็นการทดลองก็ได้
2. ขั้นคิดค้นสืบเสาะ ในขั้นนี้อาจใช้คำถาม คำตอบติดต่อกันไปหรือทำการทดลองใหม่ ศึกษาข้อมูลใหม่ หรือผสมผสานวิธีการต่างๆ เข้าด้วยกันก็ได้
3. ขั้นสรุปความคิดที่ค้นพบใหม่ เป็นการสรุปหรือขยายหรือสร้างแนวความคิดรวบยอดขึ้นใหม่ ซึ่งเป็นความรู้ที่พบขั้นสุดท้าย

จอยซ์ และเวล (Joyce and Weil. 1986:50-62) แบ่งขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

- ขั้นที่ 1 การสร้างสถานการณ์ ให้นักเรียนตั้งปัญหาโดยใช้คำถามง่ายๆ ไม่ซับซ้อน
- ขั้นที่ 2 การซักถามนักเรียน เพื่ออภิปรายปัญหาตามลำดับสถานการณ์
- ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน เพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 4 การสรุปและจัดระบบข้อมูล เพื่อสร้างเป็นความรู้ใหม่
- ขั้นที่ 5 การวิเคราะห์และนำไปใช้ประโยชน์เพื่อเข้าไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่

สรุปได้ว่า ขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เริ่มจากการนำเข้าสู่ปัญหา อภิปรายปัญหา ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล ตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล แล้วสรุปผลการทดลองเป็นความรู้ใหม่ นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน ครูเพียงคอยจัด

สถานการณ์กระตุ้น และให้คำปรึกษาเท่านั้น การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะช่วยปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล

7.3 หลักจิตวิทยาพื้นฐานในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีรากฐานมาจากจิตวิทยา ในเรื่องราวเน้นพัฒนาการสมองของเพียเจต์ (ลัดดา สุขปรีดี 2532:57; อ้างอิงจาก Piaget. n.d.) นักจิตวิทยาที่ว่า คนมีกระบวนการคิดเป็นสองประการ คือ มีโครงสร้างความคิดเดิม จึงสามารถนำความคิดเดิม จึงสามารถนำความคิดเดิมมาเป็นแนวคิดให้เกิดความรู้ใหม่ได้ แต่ถ้าสิ่งใหม่ที่รับใหม่ไม่สัมพันธ์กับโครงสร้างความคิดเดิมก็สามารถปรับปรุงโครงสร้างนั้นเพื่อรับความรู้ใหม่ โครงสร้างของกระบวนการเรียน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จึงมี 2 ชั้น คือ

ขั้นที่ 1 Assimilative Structure คือ ขั้นเราให้เด็กนำความรู้เดิมมาใช้เป็นแนวทางในการคิด

ขั้นที่ 2 Accommodative Structure คือ ในกรณีที่ความรู้เดิมซึ่งเป็นแนวทางให้เกิดความรู้ใหม่นั้นไม่ตรงกับความรู้ใหม่ ก็ต้องปรับปรุงเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเพื่อให้เข้าใจความรู้ใหม่

นอกจากนี้ ชันด์ (สุวัฒน์ นิยมคำ 2517:18; อ้างอิงมาจาก Sund. 1967) ได้ระบุถึงหลักจิตวิทยาของการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า

1. ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดก็ต่อเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องกับอย่างมีชีวิตชีวากับการค้นคว้าหาความรู้นั้นๆ โดยตรงมากกว่า การที่จะบอกเล่าให้นักเรียนฟัง

2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนช่วยให้แก่นักเรียนอยากเรียน ไม่ใช่บีบบังคับ และผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมที่นำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าแทนที่จะให้นักเรียนเกิดความล้มเหลว

3. วิธีการสอนของครูจะต้องส่งเสริมความคิดให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ความคิดเห็นของตนเองให้มากที่สุด

จากหลักจิตวิทยาพื้นฐานดังกล่าว สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ ใช้ความคิดและปฏิบัติการด้วยตนเอง โดยให้เกิดการเรียนรู้ การคิดแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่ด้วยตนเองและพยายามให้นักเรียนแต่ละคนได้มีโอกาสประสบความสำเร็จในการเรียนรู้

7.4 บทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2519:6-7) ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ควรมีการเตรียมล่วงหน้า ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ครูมีความมั่นใจต่อเนื้อหาของบทเรียนได้มากขึ้น ครูควรจะได้ทดลองก่อนจะเข้าไปสอนในชั้นเพื่อดูผลหรือปัญหาที่จะเกิดขึ้นว่าเป็นอย่างไร ควรสำรวจอุปกรณ์และสารเคมีที่จะใช้ว่ามีความพร้อมสำหรับนักเรียนหรือไม่ตลอดจนการวางแผนการใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อจะนำนักเรียนเข้าสู่ข้อสรุปโดยไม่ใช้เวลานานเกินไป

2. ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดเวลา ดังนั้นจึงควรกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักทำการทดลอง และร่วมอภิปรายทุกคน โดยนำเอาเทคนิคและการสอนต่างๆ เช่น การนำเข้าสู่บทเรียน การใช้คำถามตลอดจนการเสริมแรงมาใช้ให้เป็นประโยชน์ ซึ่งจะทำให้การเรียนการสอนน่าสนใจและมีชีวิตชีวา

3. ครูควรเลือกใช้คำถามที่มีความยากง่าย พอเหมาะกับความสามารถของนักเรียน ทั้งนี้เพื่อเป็นการส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถสูงให้ได้ใช้ความสามารถของตนอย่างเต็มที่ ในขณะที่เดียวกันก็ไม่ทำให้นักเรียนที่มีความสามารถเสียกำลังใจ

4. เมื่อนักเรียนถามอย่างบอกคำตอบทันที ควรให้คำแนะนำเพื่อที่จะช่วยให้นักเรียนหาคำตอบได้เอง ควรให้ความสนใจต่อคำถามของนักเรียนทุกคน แม้ว่าคำถามนั้นจะไม่เกี่ยวกับเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ ครูควรชี้แจงให้ทราบและเบนความสนใจของนักเรียนมาสู่เรื่องที่กำลังอภิปรายอยู่ สำหรับปัญหาที่นักเรียนถามนั้นควรจะได้หยิบยกมาอภิปรายในภายหลัง

5. เนื่องจากการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเรียนที่มีการอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียนตลอดเวลา อาจจะมีบางโอกาสที่ครูไม่สามารถจะตอบปัญหาที่นักเรียนซักถามได้ ควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่าครูไม่ใช่เป็นผู้รอบรู้ในปัญหาทุกอย่าง แต่ครูและนักเรียนควรจะได้ค้นหาคำตอบร่วมกัน

6. อย่าให้นักเรียนสรุปแนวคิด หรือหลักเกณฑ์เร็วเกินไปเมื่อยังมีข้อมูลไม่เพียงพอและแน่นอนที่จะเชื่อถือได้ ครูควรแนะนำที่จะให้นักเรียนได้ทดลองซ้ำอีกจนได้ผลการทดลองที่มีความมั่นใจได้เพียงพอจึงสรุป

7. ครูควรนำเอาการสอนแบบอื่นๆ เช่น การสาธิต หรือการใช้คำอธิบายมาใช้เพิ่มเติมเมื่อมีความจำเป็นหรือในโอกาสที่เหมาะสม ซึ่งวิธีการเหล่านี้จะช่วยเสริมการเรียนการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

สุวัณท์ นิยมคำ (2523:102) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ครูคือผู้แนะนำทาง คอยช่วยเหลือนักเรียนและสร้างสถานการณ์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้โดยมีบทบาทสำคัญ 3 ประการ ดังนี้คือ

1. ป้อนคำถามเด็กเพื่อนำไปสู่การค้นคว้า ครูจะต้องเป็นผู้จัดการป้อนคำถามจะต้องป้อนคำถามเก่ง จะต้องรู้ว่าจะถามอะไร ถามอย่างไรเด็กจึงจะเกิดความคิด ถามอย่างไรเด็กจึงจะเกิดความจำ และถามอย่างไรเด็กจึงจะเกิดความเข้าใจ เวลาเด็กถามก็อย่าทำตนเป็นห้องสมุดเคลื่อนที่ บอกคำตอบเด็กไปทันที เพราะการทำเช่นนั้นจะไม่ทำให้เด็กรู้จักใช้ความคิดนานๆ ครั้ง ครูจึงควรตอบคำถามโดยตรงสักครั้งหนึ่ง พึงระลึกว่าหน้าที่ของครูแบบสืบเสาะหาความรู้ คือ เป็นนักถาม แต่ไม่ใช่คำตอบ

2. เมื่อได้ตัวปัญหาแล้วให้นักเรียนทั้งชั้นอภิปรายวางแผนแก้ปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหาเอง เมื่อตกลงกันได้แล้วก็ให้แต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติการต่อไป และถ้านักเรียนยังแก้ปัญหาไม่ได้ ครูอาจเล่าตัวอย่างจริงที่นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบเรื่องนี้พอเป็นแนวทางก็ได้

3. ถ้าปัญหาโดยยากเกินไป นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหาได้ ครูกับนักเรียนอาจร่วมกันหาทางแก้ปัญหาต่อไป โดยครูก็เป็นสมาชิกคนหนึ่งในกลุ่มนักค้นคว้านั้น

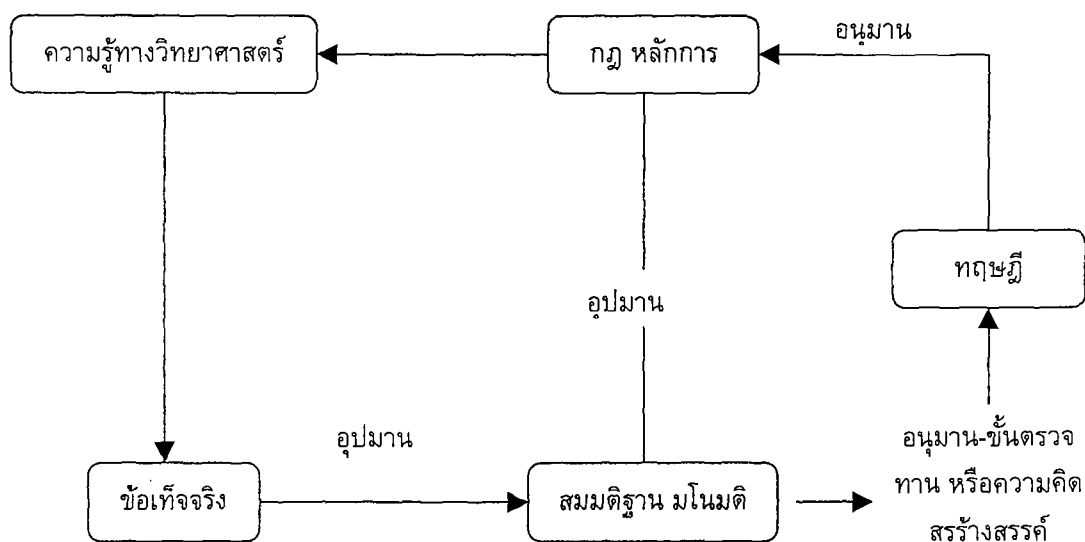
ในการการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้วิจัยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมีผู้สอนเป็นผู้สนับสนุน ชี้แนะ ช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการเรียนการสอน ผู้เรียนต้องใช้ความสามารถในการเรียนรู้และความพยายามค้นหาข้อมูลด้วยตนเอง ผู้วิจัยสร้างเป็นสถานการณ์และให้ผู้เรียนฝึกเขียนผังมโนทัศน์ ในขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสรุปมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในการคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่างได้

8. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการได้ปรับปรุงหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ให้มีลักษณะที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของนักเรียน โดยยึดจุดประสงค์ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ.2536:)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และอิทธิพลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม
6. เพื่อให้สามารถนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและการพัฒนาคุณภาพชีวิต

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



ภาพประกอบ 10 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดและกระทำอย่างมีระบบ ที่นำมาใช้ในการแสวงหาความรู้ที่นี้อาจแตกต่างกันบ้าง แต่ก็มีลักษณะร่วมกันทำให้สามารถจัดเป็นขั้นตอนได้ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลำดับขั้นตอน ดังนี้ (ภพ เลหาไพบูลย์.2542 : 10)

1. ชั่งตั้งปัญหา
2. ชั่งตั้งสมมติฐาน
3. ชั่งการรวบรวมข้อมูล โดยการสังเกตและ/หรือการทดลอง
4. ชั่งสรุปผล การสังเกต/หรือการทดลอง

ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางอื่นๆ เพื่อให้การศึกษาค้นคว้าให้ได้ผลดีนั้นขึ้นอยู่กับความคิด การกระทำที่เป็นอุปนิสัยของผู้คนที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการแสวงหาความรู้เร็วกว่าเจตคติของวิทยาศาสตร์ (Scientific attitude) ประกอบด้วยคุณลักษณะดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น
2. ความเพียรพยายาม
3. ความมีเหตุผล
4. ความซื่อสัตย์
5. ความมีระเบียบ/รอบคอบ
6. ความมีใจกว้าง

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science-AAAS) ได้พัฒนาโปรแกรมวิทยาศาสตร์ และตั้งชื่อโครงการนี้ว่า วิทยาศาสตร์กับการใช้กระบวนการ (Science : A Process Approach) หรือเรียกชื่อย่อว่า โครงการซาปา (SAPA) โครงการนี้แล้วเสร็จในปี ค.ศ. 1970ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) 8 ทักษะ และทักษะขั้นพื้นฐานผสมผสาน (Integrated Science Process Skills) 5 ทักษะ ดังนี้ (ภพ เลหาไพบูลย์. 2540 : 14-29)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

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

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
4. ทักษะการทดลอง
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปข้อมูล

1. ทักษะการสังเกต (Observation)

การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้นและผิวหนัง เข้าไปสัมผัสวัตถุหรือเหตุการณ์โดยไม่ใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งออกได้เป็นประเภท คือ ข้อมูลเข้าคุณภาพ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายคุณสมบัติของสิ่งที่สังเกตเกี่ยวกับรูปร่าง กลิ่น รส เสียง และบอกหน่วยต่างๆ เข้าไว้

1.2 บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณ โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด (Measurement)

การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนักและอื่นๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุนิยามของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการคำนวณ (Using Number)

การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนับตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้ว คือ

3.1 การนับ ได้แก่

3.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

3.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

3.1.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

3.1.4 ตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

3.2 การหาค่าเฉลี่ย

3.2.1 บอกวิธีหาค่าเฉลี่ย

3.2.2 หาค่าเฉลี่ย

3.2.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classification)

การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งของ ที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยที่เกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

4.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

4.3 เกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา (Space/Space Relationship and Space-time Relationship)

สเปซของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่จะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปซของวัตถุมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติกับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

5.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้

5.2 วาดรูป 2 มิติจากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดได้

5.3 บอกชื่อของรูปทรงและรูปทรงเรขาคณิตได้

5.4 บอกความสัมพันธ์ของรูป 2 มิติได้ เช่น ระบुरुป 3 มิติที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (2 มิติ) เป็นต้นกำเนิดเงา

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

5.6 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุได้

5.7 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

5.8 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

1. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่างๆ กับเวลาได้

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)

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

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลให้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัด จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่ตนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)

การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์มาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction)

การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หลักการ กฎ ทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การทำนายทั่วไป เช่น ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลที่จะเกิดภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulation Hypothesis)

การตั้งสมมติฐาน คือ คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้จะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัย การสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายหรือขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรควบคุมหมายถึง การควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่สามารถควบคุมให้เหมือนกัน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting)

การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ การทดลอง ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีการทดลอง ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร

12.1.2 อุปกรณ์ หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่นๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

12.4 การออกแบบการทดลองโดย กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

12.5 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม

12.6 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting data and conclusion)

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายคุณลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่

การตีความหมายในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

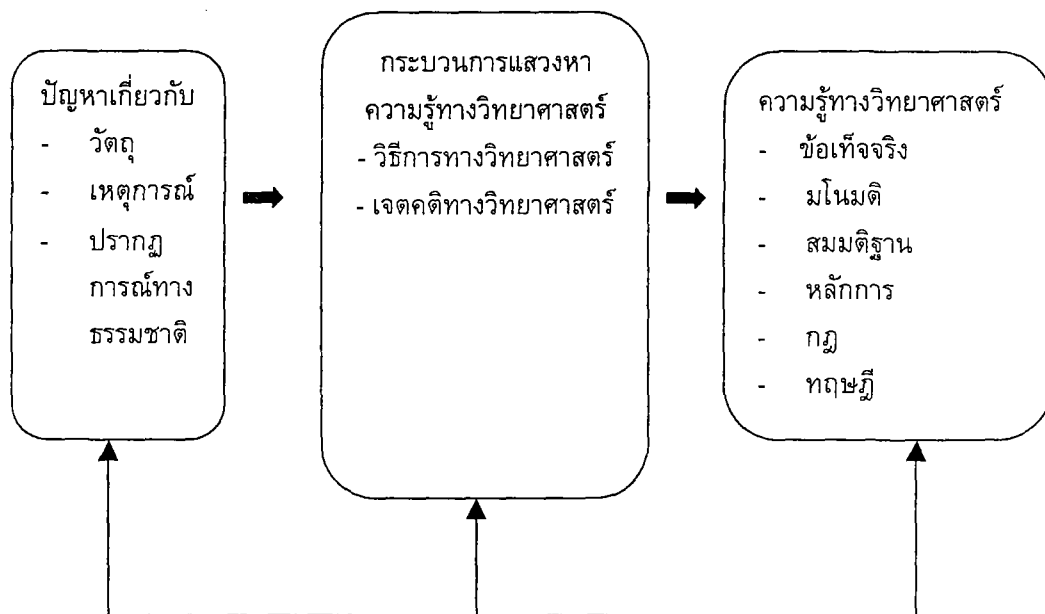
การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.3.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายข้อมูลที่ต้องอาศัยทักษะการคำนวณ)

1.3.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

ทักษะดังกล่าวเป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการศึกษาวิทยาศาสตร์จะต้องให้นักเรียนได้ทั้งความรู้และมีทักษะในการแสวงหาความรู้ ซึ่ง สมจิต สวชนไพบูลย์ (2535 : 103) ได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้



ภาพประกอบ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้รับเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดผลทั้งสองลักษณะและเพื่อความสะดวกในการประเมินผล ผู้วิจัยได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับเป็นเกณฑ์วัดผลว่านักเรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยหรือลึกซึ้งเพียงใด 4 พฤติกรรม ดังนี้ (ประวิตร ชูศิลป์.2524 : 21-31)

1. ความรู้-ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปอีกสัญลักษณ์หนึ่ง
3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้วโดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกต การวัด การคำนวณ การจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป การลงความเห็นจากข้อมูล

จากเอกสารข้างต้นผู้วิจัยได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยพิจารณาให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว306) เรื่อง การขนส่งและสื่อสาร

9. งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ของการเรียน

9.1 งานวิจัยต่างประเทศ

วิลเลียม(William.1981 : 1605-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นศูนย์กลางวิชาประวัติศาสตร์อเมริกา กลุ่มทดลอง 41 คน สอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้เดิมกลุ่มควบคุม 43 คน ส่วนแบบเดิมทำการสอนเป็นเวลา 24 สัปดาห์ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

คอลลินส์ (Collins.1990 :2783-A) ได้ศึกษารูปแบบการสอนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้กับนักเรียนไฮสคูลปีที่ 1 จำนวน 30 คน โดยใช้ไอคิวและเกรดคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายนั้นเป็นเนื้อหาทางตรรกวิทยาและทฤษฎีเซตทั้งสอง

กลุ่มใช้การสืบเสาะตลอดเวลา จัดประสบการณ์ด้านต่างๆ เช่น จัดภาพยนตร์และตั้งปัญหาทางตรรกวิทยา 8 ข้อ ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ย 6 คะแนน กลุ่มควบคุมได้ 5 คะแนน ซึ่งผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมิท (Smith.1994 : 2528-A) ได้ศึกษาผลจากวิธีการสอนที่มีต่อเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเกรด 7 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกได้รับการสอนแบบบรรยาย กลุ่มที่สองได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และกลุ่มที่สามได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เครื่องมือที่ใช้ เป็นวิธีทดสอบภาคสนามซึ่งเรียกว่า การประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการปฏิบัติกิจกรรมแบบบูรณาการ(IASA) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย

นาบอร์ (Nabor.1975 : 3241-A) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ของการเรียนของนักเรียนในระดับเกรด 5 และเกรด 6 โดยใช้แบบทดสอบ Iowa test of Education Progress : Science วัดความสามารถในการแก้ปัญหา และใช้แบบทดสอบ Iowa test of Basic Skills From 5 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

9.2 งานวิจัยในประเทศ

วนิดา อยู่ยีน (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประดิษฐ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

รัตนะ บัวรา (2540 : 102) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง สูงกว่าของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นุสรา เอี่ยมนวลรัตน์ (2542 : บทคัดย่อ) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุมาลี โชติขุ่ม (2544 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเชาว์อารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริม เชาว์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครู ผลทางการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริม เชาว์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยที่กล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยให้มีรูปแบบการสอนที่หลากหลาย จัดกิจกรรมเน้นให้นักเรียนคิด ปฏิบัติด้วยตนเองจะทำให้ให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในบทเรียนอย่างแท้จริงและจะทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

10. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นทักษะอย่างหนึ่งที่ต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอ บุคคลที่ประสบปัญหาต่าง ๆ แล้วสามารถหาแนวทางในการแก้ปัญหาสำเร็จลุล่วงไปได้ ย่อมประสบผลสำเร็จ และยังสามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับไปแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

รุ่งชีวา สุขดี (2531 : 35) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่จะต้องฝึกฝนอยู่เสมอ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลาย ๆ ด้านด้วยกัน คือ

1. ประสบการณ์ของแต่ละบุคคลหรือความรู้เดิม
2. วุฒิภาวะของสมองและความสามารถทางสติปัญญา
3. สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน
4. กิจกรรมและความสนใจของแต่ละคนที่มีต่อปัญหานั้น
5. ความสามารถในการมองเห็นลักษณะร่วมกันของสิ่งเร้าทั้งหมด

รัชฎาพร ชูสกุล (2538 : 31) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาว่าเป็นพฤติกรรมแบบแผนหรือวิธีการที่สลับซับซ้อน ต้องอาศัยความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การคิดแบบวิเคราะห์ ประสบการณ์ วิธีการ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาแก้ปัญหา เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

เพียเจต์ (Piaget, 1962 : 120) ได้อธิบายถึงความสามารถในการคิดแก้ปัญหาตามทฤษฎีด้านพัฒนาการว่า ความสามารถด้านนี้จะเริ่มพัฒนาการมาตั้งแต่ขั้นที่ 3 คือ Stage of Concrete Operation เด็กที่มีอายุ 7 – 10 ปี จะเริ่มมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาแบบง่าย ๆ ภายในขอบเขตจำกัดต่อมาในระดับพัฒนาการขั้นที่ 4 คือ Stage of Formal Operation เด็กมีอายุ 11 – 15 ปี เด็กจะมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลดีขึ้น และสามารถคิดแก้ปัญหาแบบซับซ้อนได้ สามารถเรียนรู้ในสิ่งที่เป็นนามธรรมชนิดสลับซับซ้อนได้

มอร์แกน (Morgan, 1978 : 154 – 155) สรุปว่าวิธีคิดแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้นแตกต่างกันให้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาแตกต่างกันด้วย ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ ดังนี้

1. สติปัญญา (Intelligence) ผู้มีสติปัญญาดี สามารถคิดแก้ปัญหาได้ดี
2. แรงจูงใจ (Motivation) ในการทำให้เกิดแนวทางในการคิดแก้ปัญหา
3. ความพร้อม (Readiness) ในการที่จะแก้ปัญหาใหม่ๆ โดยทันทีทันใดจากประสบการณ์ที่มี

มาก่อน

4. การเลือกวิธีแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม (Functional Fixedness)

พอสรุปได้ว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการคิดแก้ปัญหาที่พบ เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายตามที่ต้องการ

10.1 วิธีการและขั้นตอนของการคิดแก้ปัญหา

กิลฟอร์ด (Guilford, 1976 : 313) กล่าวว่า ความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาเป็นผลที่เกิดจาก ปฏิสัมพันธ์ระหว่าง มิติทั้งสามในโครงสร้างทางสติปัญญาโดยกระบวนการในการแก้ปัญหานั้น ประกอบด้วย กระบวนการต่าง ๆ 5 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง ขั้นในการตั้งปัญหา หรือค้นหาปัญหาว่าปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้น ๆ คือ อะไร
2. ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) หมายถึง ขั้นในการพิจารณาว่าสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุที่สำคัญของปัญหา หรือสิ่งใดที่ไม่ใช่สาเหตุที่สำคัญของปัญหา
3. ขั้นในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงสาเหตุของปัญหา แล้วออกมาในรูปของวิธีการ ผลสุดท้ายจะได้ผลลัพธ์ออกมา
4. ขั้นตรวจสอบผล (Verification) หมายถึง ขั้นในการเสนอเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีแก้ปัญหา ถ้าพบว่าผลลัพธ์นั้นยังไม่ได้ผลที่ถูกต้องก็ต้องมีการนำเสนอวิธีแก้ปัญหานี้ใหม่ จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุด หรือถูกต้องที่สุด
5. ขั้นในการนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้า เมื่อพบกับเหตุการณ์คล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยพบเห็นมาแล้ว

เวียร์ (Weir, 1974 : 18) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ

- ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา
- ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา
- ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์

บลูม (Bloom, 1956 : 62) ได้ชี้ให้เห็นว่าขั้นตอนของขบวนการคิดแก้ปัญหานั้นมีอยู่ 6 ขั้นตอน คือ

- ขั้นที่ 1 เมื่อผู้เรียนได้ตอบกับปัญหา ผู้เรียนจะคิดค้นสิ่งที่เคยพบ เคยเห็นและเกี่ยวข้องกับปัญหา
- ขั้นที่ 2 ผู้เรียนจะใช้ประโยชน์จากขั้นที่ 1 มาสร้างรูปแบบของปัญหาขึ้นใหม่
- ขั้นที่ 3 การแยกแยะของปัญหา
- ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา
- ขั้นที่ 5 การใช้ข้อสรุปของวิธีการมาแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

ไบเยอร์ (Beyer, 1987 : 46) กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหามี 6 ขั้นตอนดังนี้

1. ระบุปัญหา (Identify a Problem) คือ การตีความหมายของปัญหาโดยใช้คำสำคัญเป็นแนวทาง
2. วิเคราะห์ปัญหา เพื่อให้เกิดความชัดเจน (Represent the Problem) โดยระบุเป้าหมายที่ต้องการ อุปสรรคพร้อมสาเหตุ
3. คิดหายุทธวิธีแก้ปัญหา (Invent a Solution Strategy) ด้วยการคิดหาวิธีที่เหมาะสมที่สุด

4. แก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีที่เลือก (Carry out the Plan)

5. สรุปผล (Conclude) ด้วยการเสนอผลการแก้ปัญหาและแสดงหลักฐานประกอบ

6. ตรวจสอบผล (Check the Results) ด้วยการประเมินคำตอบและวิเคราะห์การนำมาใช้

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 232 – 234) ได้กล่าวว่าขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นอาจแจกแจงได้มากกว่าหรือน้อยกว่า 4 ขั้นก็ได้ แล้วแต่ความละเอียดในการแบ่ง และทบวงมหาวิทยาลัยก็ได้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. การระบุปัญหา สิ่งที่สำคัญในขั้นนี้ คือ ความสนใจที่มีต่อสิ่งที่พบเห็น ซึ่งเกิดเนื่องจากความอยากรู้อยากเห็น และทักษะในการสังเกต

2. การตั้งสมมติฐาน เป็นการคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ ซึ่งในทางวิทยาศาสตร์ เรียกว่าสมมติฐาน

3. การทดลอง เป็นการกำหนดวิธีการแก้ปัญหา โดยอาศัยทักษะในการควบคุมตัวแปร การสังเกต และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4. การสรุปผลการทดลอง เป็นการแปลความ อธิบายความหมายของข้อมูล เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้กับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมจิต สวธนไพบุลย์ (2527 : 8) ได้เสนอว่า การคิดแก้ปัญหามีวิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบมีหลายวิธี เช่น วิธีลองผิด – ลองถูก วิธีคิดกลับไปกลับมา แต่ที่นิยมนำมาใช้ฝึกฝนนักเรียนให้เป็นคนช่างเสาะแสวงหาความรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ได้แก่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลำดับขั้นตอนใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นระบุปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตั้งสมมติฐาน

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุปผลและนำไปใช้

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2541 : 107-110) ได้เสนอทักษะการคิดแก้ปัญหา 6 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตระหนักรู้ (Sensing Problems and challenges) เป็นขั้นที่รู้ถึงสิ่งที่เป็นปัญหา กำหนดสิ่งที่เป็นประเด็นของปัญหา เป็นขั้นที่ฝึกให้มอง สังเกต และพัฒนาปมปัญหาอย่างไตร่ตรอง มีสติ และพิจารณาหาสาเหตุของสิ่งนั้น

2. ขั้นรวบรวมข้อมูล หรือขั้นหาคำหาความจริง (Data Finding หรือ Fact Finding) เป็นขั้นที่พิจารณาเห็นปมของปัญหาแล้ว จะต้องค้นหา เก็บรวบรวมข้อมูล สอบถาม ค้นคว้าสิ่งที่คิดว่าเกี่ยวข้องกับปัญหา และจัดเรียบเรียงข้อมูลให้เป็นหมวดหมู่เป็นการพยายามตอบคำถามของ Why What When Where Who how

3. ค้นหาปัญหาที่แท้จริง (Problem Finding) มองเห็นความสำคัญของปัญหาใดเกิด ก่อน – หลัง เข้าใจประเด็นสำคัญและเข้าใจการจัดการกับปัญหา

4. ขั้นคิดหาแนวทางในการแก้ปัญหา (Idea Finding) เป็นขั้นที่คิดค้นหาวิธีในการแก้ปัญหาให้ได้หลาย ๆ วิธี แล้วรวบรวมผสมผสานความคิดต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อหาความคิดใหม่

5. ขั้นค้นหาสรุป (Solution Finding) เป็นการค้นหาข้อสรุปจากแนวทางหลาย ๆ ทางในการแก้ปัญหา เลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุด และเป็นที่ยอมรับมากที่สุด

6. ขั้นยอมรับข้อสรุปและดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่เลือก (Acceptance Finding) เป็นการกำหนดขั้นตอน และปฏิบัติตามขั้นตอนในการแก้ปัญหาตามที่ได้เลือกไว้

จากแนวคิดของนักการศึกษาพบว่า การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีระบบ แบบแผน มีขั้นตอนที่เหมาะสม ต้องใช้การคิดที่ซับซ้อน รวมทั้งสติปัญญา ประสพการณ์ สมรรถภาพของสมอง เพื่อหาวิธีแก้ปัญหาตามสาเหตุ แล้ววิเคราะห์สิ่งที่เกิดขึ้นจากปัญหา ผู้วิจัยจึงสนใจนำขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นขั้นตอนการแก้ปัญหาที่สั้น ชัดเจน มาศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

10.2 การเรียนการสอนกับความสามารถในการคิดปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหาของบุคคลจะแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าบุคคลนั้น มีระดับสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสพการณ์ การสนใจหรือไม่เพียงใด การแก้ปัญหาไม่มีขั้นตอนแน่นอนตายตัว การเรียนการสอนจะเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา การให้เด็กมีโอกาสฝึกอยู่เสมอย่อมเป็นประโยชน์แก่เด็ก วิธีการต่าง ๆ ที่ครูจะช่วยให้เด็กมีความสามารถในการแก้ปัญหา

มังกร ทองสุตติ (2522 : 5-10) กล่าวไว้มีดังนี้

1. ฝึกให้เด็กทำงานอยู่เสมอ (The Persistency Process) วิธีการแบบนี้เป็นวิธีการที่ใช้กันมานาน เป็นวิธีการที่มีประโยชน์อยู่เสมอ การทำงานช่วยให้เรามีประสบการณ์เพิ่มขึ้น และจะช่วยให้เรามีหนทางในการแก้ปัญหามากขึ้น ในการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ครูและนักเรียนต้องเผชิญปัญหาย่อยตลอดเวลา
2. ฝึกให้เด็กมีการทดลองอยู่เสมอ (The Testimonial Process) บางครั้งครูอาจกำหนดปัญหาให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบ โดยแนะนำให้นักเรียนกระทำกิจกรรมบางอย่างหรือการแสดงการสาธิต เพื่อให้นักเรียนหาคำตอบให้ได้ นักเรียนที่มีโอกาสฝึกการแก้ปัญหาย่อยเสมอนั้น อาจจะหาแนวทางต่าง ๆ ช่วยได้เป็นอย่างดี การสอนเนื้อหาวิชาบางครั้งครูไม่อาจทำการทดลองได้ เช่นการวัดระยะทางจากโลกกับดวงดาวในท้องฟ้า ก็ให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยการทดสอบค้นคว้าจากแหล่งวิชาการต่าง ๆ
3. ฝึกให้เป็นผู้มีเหตุผลแก่ตนเอง (The Innate Process) การฝึกแบบนี้เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง บางครั้งอาจจะเป็นการเชื่อแบบมีลางสังหรณ์ (Intuition) ซึ่งเป็นสัญชาตญาณของคน มีผลงานของนักวิทยาศาสตร์หลายอย่างที่เกิดจากลางสังหรณ์ เช่น Schwab ได้ค้นพบจุดดับในดวงอาทิตย์
4. ให้อำนาจการวิจารณ์ (Critical Thinking) จอห์น ดิวอี้ นักการศึกษาผู้มีชื่อเสียงได้กำหนดวิธีการแก้ปัญหา โดยการวิเคราะห์ วิเคราะห์ปัญหานั้นออกเป็นขั้น ๆ ดังนี้

- 4.1 การกำหนดปัญหา
- 4.2 รวบรวมข้อเท็จจริง
- 4.3 ตั้งสมมติฐาน
- 4.4 ทดสอบสมมติฐาน
- 4.5 ประเมินผล

การแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ได้รับความนิยมมาก เพราะช่วยให้เราแก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง สามารถนำไปใช้กับทุกสาขาวิชาบางที่เรียกวิธีนี้ว่า การแก้ปัญหาโดยวิธีวิทยาศาสตร์ (The Scientific Method) หรือวิธีการใช้ปัญญา (The Method of Intelligence)

วิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ ครูควรจะฝึกให้นักเรียนใช้อยู่เสมอ เพราะสามารถจะนำไปใช้ในอนาคต อีกด้วย นอกจากนั้นครูควรจะได้แนะนำหรือหาทางช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดหรือกระทำในเรื่องเหล่านี้โดย

1. ฝึกให้รู้จักการวิเคราะห์-สังเคราะห์
2. ฝึกให้รู้จักออกความคิด (Suggestion)

การฝึกหรือกระตุ้นยั่วให้นักเรียนรู้จักแสดงความคิดเห็นอยู่เสมอ นั้น จะเป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดของตนเอง เพราะการคิดจะช่วยให้การเรียนรู้ของนักเรียนดีขึ้นดีกว่าการจะฝึกให้นักเรียนใช้แต่ความจำอย่างเดียวครูจะต้องคอยช่วยเหลือนักเรียนอยู่เสมอเพราะนักเรียนอาจจะออกความเห็นในสิ่งที่ไม่ถูกต้องมากนักก็ได้

สมจิต สวธน์ไพบลีย์ (2541 : 91-92) กล่าวว่า การที่จะแก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ ได้ ผู้สอนจะต้องจัดสภาพการณ์ต่าง ๆ เพื่อยั่วให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการเหล่านี้แก้ปัญหาเช่น

1. จัดสถานการณ์ที่เป็นสถานการณ์ใหม่ ๆ และมีวิธีแก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ วิธีมาให้ผู้เรียนฝึกฝนในการแก้ปัญหาให้มาก ๆ
2. ปัญหาที่ได้หยิบยกมาให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนนั้น ควรเป็นปัญหาใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่เคยประสบมาก่อน ควรเป็นปัญหาที่ไม่เกินความสามารถของผู้เรียนหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งปัญหานั้นต้องอยู่ในกรอบของทักษะทางเชาว์ปัญญาของผู้เรียน
3. การฝึกแก้ปัญหานั้นผู้สอนควรจะได้แนะนำให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ว่าปัญหาเกี่ยวกับอะไร และถ้าเป็นปัญหาใหญ่ก็แตกออกไปเป็นปัญหาย่อย ๆ แล้วคิดปัญหาย่อยแต่ละปัญหาและเมื่อแก้ปัญหาย่อยได้หมดทุกข้อก็เท่ากับแก้ปัญหานั้นเอง
4. จัดบรรยากาศของการเรียนการสอนหรือจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนให้เปลี่ยนแปลงได้ ไม่ตายตัว ผู้เรียนก็จะเกิดความรู้สึกว่า เขาสามารถคิดค้นเปลี่ยนแปลงอะไรได้บ้างในบทบาทต่าง ๆ ให้โอกาสผู้เรียนได้คิดอยู่เสมอ
5. การฝึกฝนแก้ปัญหาหรือการแก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ ก็ตาม ผู้สอนไม่ควรจะบอกวิธีแก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ เพราะถ้าบอกให้แล้วผู้เรียนจะไม่ได้ใช้ยุทธศาสตร์ของการคิดของตนเอง

สรุปได้ว่าแนวในการจัดการเรียนการสอนในการคิดแก้ปัญหานั้นควรมีการจัดบรรยากาศหรือสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการแก้ปัญหา และ มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยฝึกคิดจากปัญหาง่าย ๆ ไปสู่การคิดแก้ปัญหาลักษณะที่ซับซ้อนขึ้น

11. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

11.1 งานวิจัยต่างประเทศ

บัททส์ (Butts. 1965 : 138-145) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหากับความรูทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาวิทยาลัยครูจาก 21 แห่ง ซึ่ง ผ่านวิชาการสอนวิทยาศาสตร์เบื้องต้น มีเวลาเรียนวิทยาศาสตร์เฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 17.4 ชั่วโมง และมีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์แบบทดสอบที่ใช้คือ STEP ใช้ทดสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความจริง (Facts) และหลักการ (Principles) ทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า มีความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและความรูทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับความจริงและหลักการ

มาฮาน (Mahan. 1970 : 309-316 A) ได้ศึกษาผลการสอนของครู 2 แบบคือการแบบบรรยาย ประกอบการอภิปรายและวิธีสอนแบบแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 ใช้เกณฑ์ในการคัดเลือกคือระดับสติปัญญา คุณวุฒิของครูผู้สอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับใกล้เคียงกัน หลังจากการเรียนการสอนผ่านไป 1 ปีแล้ว ทำการสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชายมีความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มากขึ้น และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ดี นักเรียนที่อ่อนมีความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และมีทักษะในการแก้ปัญหามากขึ้น

การ์บริลี (Gabrielli. 1972 : 5650-A) ได้ศึกษาถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาครูในมหาวิทยาลัย Syracuse จำนวน 50 คน โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 3 กลุ่ม ตามความสามารถในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษามีความสัมพันธ์ทางบวกกับความรูประสบการณ์ การฝึกหัด ระดับการศึกษาและประสิทธิภาพในการติดต่อสื่อสารกับผู้อื่น แต่ความสามารถในการแก้ปัญหาไม่มีความสัมพันธ์กับทัศนคติต่อการศึกษารวไป

ฮอลโลเวล (Hoolowell. 1977 : 57) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาถึงขบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 7 ขั้นตอนคือ ความเข้าใจในปัญหา การระลึกถึงข้อเท็จจริง การรวบรวมข้อเท็จจริงที่เป็นปัญหา การตรวจสอบผลที่เป็นคำตอบ การตรวจสอบดูว่าวิธีการคิดแก้ปัญหาถูกต้องหรือไม่ การคัดค้านหรือการยอมรับวิธีการคิดแก้ปัญหา พบว่านักเรียนที่แก้ปัญหาได้สำเร็จ มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่แก้ปัญหาไม่สำเร็จ และกระบวนการคิดแก้ปัญหาสอดคล้องกับขั้นตอนการคิดขั้นที่หนึ่งถึงร้อยละ 85

11.2 งานวิจัยในประเทศ

สุภาวรณ ด้านสกุล (2539 : 79) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และการพึ่งตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือการจัดกิจกรรม ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือการจัดกิจกรรม มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมชัย อุ่นอนันต์ (2539 : 115) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมเทคโนโลยีในท้องถิ่นกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมเทคโนโลยีในท้องถิ่นสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุภาพร เสียงเรืองแสง (2540 : 102-103) ศึกษาผลของการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ใน ภาพรวมไม่แตกต่างกัน ส่วนในรายสมรรถภาพย่อยในสถานการณ์ที่ 2 และที่ 3 แตกต่างกัน โดยที่นักเรียนที่ ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้ กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

นารินทร์ พักสมบูรณ์ (2541 : 100) ศึกษาการใช้ชุดส่งเสริมศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนา ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และบุคลิกแบบนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการ ศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดส่งเสริมศักยภาพทางวิทยาศาสตร์กับการสอนโดยใช้แบบฝึก กิจกรรมวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ทางสถิติ

จากผลการวิจัยดังกล่าว จะเห็นได้ว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สามารถ พัฒนาได้หลายแนวทางทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ วิธีสอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้มีโอกาสได้ฝึกคิด และมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาอย่างมีหลักการ และใช้เหตุผลอยู่เสมอ นักเรียนจะมีความสามารถในการ คิดแก้ปัญหาได้สูงขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี เขตบางแค กรุงเทพมหานคร 8 ห้องเรียน จำนวนทั้งหมด 400 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง

เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี เขตบางแค กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 2 ห้องเรียนมีนักเรียนรวมทั้งหมด 60 คน ซึ่งได้มาจากกลุ่มตัวอย่าง (Simple Random Sampling) โดยสุ่มมา 2 ห้องเรียนจากทั้งหมด 8 ห้องเรียน แล้วสุ่มอีกครั้งให้ได้กลุ่มละ 30 คน และสุ่มกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มทดลอง 1 สอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด

กลุ่มทดลอง 2 สอนโดยใช้ผังมโนเมติ

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าได้แก่ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ตามหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง "การขนส่งและการสื่อสาร" โดยมีหัวข้อดังนี้

1. วิวัฒนาการของการขนส่ง
2. เครื่องกลและเครื่องยนต์ที่ช่วยในการขนส่ง
3. ความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะ
4. วิวัฒนาการของการสื่อสาร

ระยะเวลาที่ใช้ในการค้นคว้า

ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 โดยใช้เวลาดทดลอง 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 20 คาบ

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งทำการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control – Group Pretest – Posttest Design (พวงรัตน์ ทวีรัตน์:2540:63) ดังปรากฏ ในตาราง 1

ตาราง 1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	การทดลอง	สอบหลัง
RE ₁	T ₁	X ₁	T ₂
RE ₂	T ₁	X ₂	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

- R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
- E₁ แทน กลุ่มทดลอง 1
- E₂ แทน กลุ่มทดลอง 2
- T₁ แทน การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)
- T₂ แทน การทดสอบหลังเรียน(Posttest)
- X₁ แทน การสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด
- X₂ แทน การสอนโดยใช้ผังมโนมิติ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร จำนวน 2 แผนคือ
 - 1.1 แผนการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด
 - 1.2 แผนการสอนโดยใช้ผังมโนมิติ
2. ชุดฝึกกระบวนการคิด
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.1 ขั้นตอนการสร้างแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

ในการสร้างแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาเรื่องการสอนส่งและสื่อสาร จากหนังสือหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ว 306 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คู่มือครูและหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533)

2. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน ความคิดรวบยอดจากเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการสอนส่งและการสื่อสารที่ประกอบด้วยเนื้อหาย่อยดังนี้

- 2.1 วิวัฒนาการของการขนส่ง
- 2.2 เครื่องกลและเครื่องยนต์ที่ช่วยในการขนส่ง
- 2.3 ความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะ
- 2.4 วิวัฒนาการของการสื่อสาร

วิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเนื้อหาเรื่องการสอนส่งและการสื่อสาร ได้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 10 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการคำนวณ
4. ทักษะการลงความเห็นข้อมูล
5. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
6. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
7. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
8. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
9. ทักษะการทดลอง
10. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

3. กำหนดจุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อการสอน ของแต่ละเนื้อหา

4. สร้างแผนการสอน 2 แผน คือ แผนการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด และ แผนการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์ จำนวนแผนละ 15 คาบ ซึ่งแต่ละแผนการสอนประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

- 4.1 หัวข้อเรื่อง
- 4.2 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
- 4.3 จุดประสงค์ของกิจกรรม
- 4.4 กิจกรรมการเรียนการสอนทั้ง 2 แผน ดำเนินกิจกรรมแตกต่างกันดังนี้

ตาราง 2 แสดงการเปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน โดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนมิติ

การสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด	การสอนโดยใช้ผังมโนมิติ
1. ขั้นสำรวจปัญหา โดยการให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์จากเรื่องที่กำหนดให้ในชุดฝึกกระบวนการคิดแล้วเขียนปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้อยู่ในรูปของประโยคคำถามให้มากที่สุด 2. ขั้นระบุปัญหา ให้นักเรียนเลือกปัญหาจากที่กำหนดไว้ 1 ปัญหา โดยให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้และสามารถนำมาทดสอบได้พร้อมบอกเหตุผลในการเลือก 3. ขั้นหาทางแก้ปัญหาคือปัญหาที่หลากหลายมีดังนี้ 3.1 นักเรียนระบุถึงสาเหตุของปัญหาที่นักเรียนเลือก 3.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเลือกสาเหตุของปัญหาที่น่าจะเป็นไปได้แล้วนำมาเขียนสมมติฐานโดยให้มีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุม 4. ขั้นเลือกทางเลือกที่ดีว่าดีที่สุด โดยการให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเลือกสมมติฐานที่น่าจะเป็นไปได้มากที่สุดโดยให้สอดคล้องกับสถานการณ์ ปัญหาที่เลือกและสมมติฐานที่เลือกต้องสามารถทดสอบได้ 5. ขั้นดำเนินการมีดังนี้ 5.1 นักเรียนออกแบบการทดลอง โดยระบุวิธีการทดลองและรูปแบบการบันทึกผลการทดลองจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ครอบคลุมปัญหาและสมมติฐานที่เลือกและสามารถทดสอบได้ 5.2 นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการที่ได้ออกแบบไว้	ขั้นอภิปรายก่อนทดลอง 1. นักเรียนศึกษาสถานการณ์แล้วร่วมกันอภิปรายปัญหาจากสถานการณ์เพื่อระบุปัญหา ตั้งสมมติฐานแล้วเขียนผังความคิดเรื่องที่จะศึกษา 2. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลองโดยมีอุปกรณ์ที่กำหนดให้ ขั้นทดลอง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองและบันทึกผลการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้ ขั้นอภิปรายหลังทำการทดลองมีดังนี้ 1. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองและเอกสารประกอบการสอนมาอภิปรายเพื่อระบุมโนมิติที่สำคัญ 2. นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดลำดับมโนมิติ 3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเชื่อมโยงมโนมิติต่างๆเข้าด้วยกันด้วยคำเชื่อม 4. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปรับปรุงแก้ไขผังมโนมิติที่สร้างขึ้นแล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียน 5. ครูและนักเรียนร่วมกันพิจารณาคัดเลือกมโนมิติที่เหมาะสมที่สุดมาสรุปในบทเรียนและจัดบันทึกลงในสมุด

ตาราง 2 (ต่อ)

การสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด	การสอนโดยใช้ผังมโนมิติ
5.3 นักเรียนบันทึกผลการทดลองที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองตามรูปแบบบันทึกที่ออกแบบไว้ลงในชุดฝึกกระบวนการคิด 5.4 นักเรียนอภิปรายถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้และสรุปผลการทดลองลงในชุดฝึกกระบวนการคิด 6. ขั้นประเมินผล กำหนดให้นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายชุดฝึกกระบวนการคิด	

4.5 สื่อการเรียนการสอน

4.6 การวัดผลประเมินผล

5. การหาคุณภาพของแผนการสอน มีขั้นตอนดังนี้

5.1 นำแผนการสอนไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษาที่ใช้แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขดังนี้

ปรับปรุงภาษาและการจัดกิจกรรมให้เหมาะสมและสอดคล้องกับรูปแบบการสอนทั้ง 2 กลุ่ม

5.2 นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี เขตบางแค กรุงเทพมหานคร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยดำเนินการดังนี้

5.2.1 ทดลองกับนักเรียนกลุ่มย่อย 5 คนเพื่อทดสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้องเหมาะสม และบันทึกปัญหา ข้อบกพร่องต่างๆที่พบเช่น ระยะเวลาที่ใช้ การสื่อความหมายแล้วนำมาแก้ไขดังนี้

เพิ่มเวลาที่ใช้ในแต่ละแผนให้สอดคล้องกับชุดฝึกกระบวนการคิดแต่ละชุด

5.2.2 ทดลองสอนกับนักเรียนจำนวน 20 คน เพื่อหาข้อบกพร่องในการสื่อความหมายของกิจกรรมการเรียนการสอน ระยะเวลา เพื่อปรับปรุงแก้ไขจนเป็นแผนการสอนที่สมบูรณ์ ผลปรากฏว่าเป็นไปตามแผนที่กำหนดไว้

5.2.3 นำแผนการสอนทั้ง 2 กลุ่มที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2.2 ขั้นตอนในการสร้างชุดฝึกกระบวนการคิด

ในการสร้างชุดฝึกกระบวนการคิดดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกเพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสม

2. ศึกษาเอกสาร งานวิจัยแนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดโดยผู้วิจัยได้นำแนวคิดมาจากขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาของไบเยอร์ (Beyer) ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

ขั้น 1 สำรวจปัญหา

ขั้น 2 ระบุปัญหา

ขั้น 3 หาทางแก้ปัญหาที่หลากหลาย

ขั้น 4 เลือกทางเลือกที่ดีที่สุด

ขั้น 5 ดำเนินการ

ขั้น 6 ประเมินผล

3. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหา เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร จากหนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ว 306 และคู่มือครู ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

4. กำหนดรูปแบบของชุดฝึกกระบวนการคิด โดยผู้วิจัยได้นำแนวคิดมาจากขั้นตอนและหลักการสร้างชุดฝึกของบัทส์ (Butts. 1974 : 85) ดีวิตโตและครอกโคเวอร์ (Devito and Krockover 1976 : 388) และเอ็ดเวิร์ดและเบอร์นิส (Edward and Bernice. 1984 : 53) มาประยุกต์ใช้ในการสร้างชุดฝึกกระบวนการคิดซึ่งประกอบด้วย

4.1 ชื่อเรื่องที่จะศึกษา

4.2 คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายการใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดเพื่อให้บรรลุจุดหมายตามที่วางไว้

4.3 จุดประสงค์ของกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่นักเรียนต้องทำในชุดฝึกกระบวนการคิด

การคิด

4.4 เวลา เป็นส่วนที่ระบุช่วงเวลาในการทำชุดฝึกกระบวนการคิด

4.5 สื่อ เป็นส่วนที่ระบุวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมในชุดฝึกกระบวนการคิด

4.6 เนื้อหา คือรายละเอียดที่ต้องการให้นักเรียนทราบ

4.7 สถานการณ์ที่กำหนดให้ เป็นรูปแบบบรรยาย หรือการทดลอง

4.8 กิจกรรม เป็นส่วนที่ให้นักเรียนปฏิบัติและกำหนดไว้ในชุดฝึกกระบวนการคิด

4.9 แบบทดสอบท้ายชุดฝึกกระบวนการคิด

4.10 คำเฉลยท้ายชุดฝึกกระบวนการคิด

5. สร้างชุดฝึกกระบวนการคิดโดยปรับปรุงจากแนวคิดของไบเยอร์สร้างชุดฝึกกระบวนการคิดจำนวน 9 ชุดดังนี้

ชุดที่ 1 วิวัฒนาการการขนส่ง (แรงเสียดทาน)

ชุดที่ 2 วิวัฒนาการการขนส่ง (แรงลอยตัว แรงยกตัว)

ชุดที่ 3 เครื่องกล (รอก)

ชุดที่ 4 เครื่องกล (โมเมนต์และคาน)

ชุดที่ 5 เครื่องกล (งานและพื้นเอียง)

ชุดที่ 6 เครื่องยนต์ที่ช่วยในการขนส่ง

ชุดที่ 7 ความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะ(ความเฉื่อย)

ชุดที่ 8 ความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะ(จุดศูนย์ถ่วง)

ชุดที่ 9 วิวัฒนาการของการสื่อสาร

โดยมีขั้นตอนการสร้างชุดฝึกดังนี้

5.1 เขียนโครงสร้างชุดฝึก

5.2 ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู เนื้อหาจากหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร

5.3 กำหนดจุดประสงค์ของกิจกรรมในชุดฝึกกระบวนการคิด

5.4 กำหนดสถานการณ์ที่เป็นบรรยาย การสนทนาหรือทดลองในชุดฝึกกระบวนการคิด

5.5 กิจกรรมในชุดฝึกกระบวนการคิดประกอบด้วย

5.5.1 ขั้นสำรวจปัญหา เป็นการให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ อาจเป็นข้อความ รูปภาพ หรือการทดลอง ในชุดฝึกกระบวนการคิด แล้วเขียนปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้อยู่ในรูปประโยคคำถามให้มากที่สุด

5.5.2 ขั้นการระบุปัญหา ให้นักเรียนเลือกปัญหาจากที่กำหนดไว้มา 1 ปัญหา โดยให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด และสามารถมาทดสอบได้ พร้อมบอกเหตุผลในการเลือก

5.5.3 ขั้นการหาทางแก้ปัญหาที่หลากหลาย

5.5.3.1 นักเรียนระบุถึงสาเหตุของปัญหาที่นักเรียนเลือก

5.5.3.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเลือกสาเหตุของปัญหาที่น่าจะเป็นไปได้แล้วนำมาเขียนสมมติฐาน โดยให้มีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรต้นและ ตัวแปรตาม

5.5.4 ขั้นการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในที่สุด ด้วยการให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเลือกสมมติฐานที่น่าจะเป็นไปได้มากที่สุดให้สอดคล้องกับสถานการณ์และปัญหาที่เลือกและสมมติฐานที่เลือกต้องสามารถทดสอบได้

5.5.5 ขั้นตอนการ

5.5.5.1 นักเรียนออกแบบการทดลอง โดยระบุวิธีการทดลองและรูปแบบการบันทึกผลการทดลองจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ครอบคลุมปัญหา และสมมติฐานที่เลือกและสามารถทดสอบได้

5.5.5.2 นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการที่ได้ออกแบบไว้

5.5.5.3 นักเรียนบันทึกผลการทดลองที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองตามรูปแบบบันทึกที่ออกแบบไว้ลงในชุดฝึกกระบวนการคิด

5.5.5.4 นักเรียนอภิปรายถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้และสรุปผลในการทดลองลงในชุดฝึกกระบวนการคิด

5.5.6 ขึ้นประเมินผล ด้วยการให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด และทำแบบทดสอบชุดฝึกกระบวนการคิด

6. การหาคุณภาพของชุดฝึกกระบวนการคิด ทำตามขั้นตอนดังนี้

6.1 นำชุดฝึกกระบวนการคิดไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ 3 ท่านตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องด้านจุดประสงค์ต่อเนื้อหา ความถูกต้องตามโครงสร้าง ภาษาที่ใช้ ระยะเวลา โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

6.2 นำชุดฝึกกระบวนการคิดที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพโดยดำเนินการดังนี้

6.2.1 ทดลองกับนักเรียนกลุ่มย่อย 5 คน เพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรม เวลาที่ใช้ และข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อนำมาปรับปรุง โดยผู้วิจัยนำมาปรับปรุงแก้ไขดังนี้

6.2.1.1 ปรับปรุงภาษา ข้อคำถามที่ใช้ให้ถูกต้องเหมาะสมกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

6.2.1.2 ปรับปรุงการจัดกิจกรรมในขั้นสำรวจปัญหา หาทางแก้ปัญหาที่หลากหลาย ได้แก่การให้ความหมายของปัญหา สมมติฐานให้เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจและสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

6.2.1.3 เพิ่มเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมให้พอดีกับการปฏิบัติกิจกรรมซึ่งพบว่า เวลาที่ใช้ในขั้นสำรวจปัญหาและระบุปัญหาน้อยไป

6.2.2 นำชุดฝึกกระบวนการคิดที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับผู้เรียน 20 คนแล้วนำผลที่ได้มาหาประสิทธิภาพของชุดฝึกกระบวนการคิดได้ค่า $E_1/E_2 = 80/81$ ผลปรากฏว่าได้ผลตามที่กำหนดไว้

6.2.3 นำชุดที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มทดลองจริงไปใช้จริง

2.3 ขั้นการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ดำเนินการสร้างดังนี้

1. ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบและการเขียนข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์จากเอกสารที่เกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล

2. ศึกษาจุดประสงค์และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบโดยแบ่งพฤติกรรมการวัด 4 ด้านได้แก่ ความรู้ - ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จุดประสงค์ที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนครั้งนี้มีจำนวน 12 จุดประสงค์ได้แก่

2.1 อธิบายวิวัฒนาการของการขนส่งทางบก ทางน้ำและทางอากาศในเชิงของการขยายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลให้มนุษย์มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น

2.2 อธิบายปัจจัยพื้นฐานบางประการและหลักการที่เกี่ยวข้องกับการขนส่ง คือ แรงเสียดทาน การลอยตัวและแรงยกตัวได้

2.3 อธิบายหลักการทำงานของรอก คานและพื้นเอียง

2.4 อธิบายความหมาย นำหลักการของโมเมนต์และงานไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

2.5 อธิบายหลักการทำงานของเบื้องต้นของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและเครื่องยนต์ดีเซลได้

2.6 นำหลักเกี่ยวกับความเฉื่อยและจุดศูนย์ถ่วงไปใช้ในกิจกรรมต่างๆได้

2.7 อธิบายความหมายของความเข้มเสียงและระดับความเข้มของเสียงได้

2.8 อธิบายการเคลื่อนที่ของเสียงได้

2.9 อธิบายหลักการทำงานของโทรเลข โทรพิมพ์ วิทยุ โทรทัศน์และโทรศัพท์ได้

2.10 เลือกใช้อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งและสื่อสารได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัยตลอดจนมีจิตสำนึกและแสดงความรับผิดชอบต่อการรักษาอุปกรณ์ดังกล่าว

2.11 ตระหนักถึงความสำคัญของการขนส่งและการสื่อสารในฐานะที่เป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาประเทศได้

2.12 ตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวกับปัญหา คิดหาวิธีทดลองและดำเนินการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานนั้นได้

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือกตาม โดยมีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์ตรงตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร จำนวน 60 ข้อ

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. การกระทำตามข้อใดที่นักวิทยาศาสตร์ถือว่าไม่ได้งานเลย

- ก. ขับรถยนต์ขึ้นภูเขาจนถึงภูผาพิงค์
- ข. ออกแรงดันเก้าอี้ให้ไกลไปตามพื้นห้อง
- ค. แบกกระสอบข้าวสารเดินไปบนถนน
- ง. ยกกล่องจากพื้นขึ้นไปวางบนตู้สูง 2 เมตร
- จ. อนุรักษ์ดินจากหล่มขึ้นมาบนพื้นราบ

4. การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.1 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ และทางการวัดผลจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ภาษาที่ใช้โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรมแล้วเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไปไว้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540 : 117) ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) เท่ากับ 0.67-1.00

4.2 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปใช้กับนักเรียนที่เรียนเรื่อง การขนส่งและการสื่อสารมาแล้วจำนวน 100 คน

4.3 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เทห์ ฟาน แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจ

จำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป พบว่าค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .22 - .78 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .21 - .54

5. นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกไว้ จำนวน 40 ข้อไปทดสอบกับนักเรียนเรื่องการขนส่งและการสื่อสารมาแล้วจำนวน 100 คน ไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2540 : 123) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.76

6. นำแบบทดสอบที่ได้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2.4 การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
2. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 9 สถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์จะตั้งคำถาม 4 ข้อ แบบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่สมจิต สวชนไพบุลย์ (อ้างอิงจากทบทวมหาวิทยาลัย.2523 : 2) สรุปไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้

- 1.1 ขั้นระบุปัญหา
- 1.2 ขั้นตั้งสมมติฐาน
- 1.3 ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง
- 1.4 ขั้นสรุปผลและนำไปใช้

ตัวอย่างแบบทดสอบ

สถานการณ์ (0)

วิชัยปลูกบ้านอยู่ใกล้กับโรงงานถลุงถ่านหิน ครอบครัวของวิชัยมีอาชีพรับจ้างทำงานในโรงงานนี้ เขาและคนในบ้านดื่มน้ำจากน้ำฝนที่รองใส่ถังเก็บน้ำเอาไว้ใช้ตลอดทั้งปี อยู่มาไม่นานวิชัยและคนในบ้านมีอาการอ่อนเพลีย ปวดศีรษะ เป็นไข้บ่อย ๆ และในที่สุดต้องไปนอนรักษาตัวที่โรงพยาบาล

1. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดของสถานการณ์นี้

- ก. วิชัยและคนในบ้านเจ็บป่วย
 - ข. วิชัยและคนในบ้านทำงานหนักเกินไป
 - ค. วิชัยและคนในบ้านมีสุขภาพไม่แข็งแรง
 - ง. วิชัยและคนในบ้านได้รับละอองสารพิษจากโรงงาน
 - จ. อื่นๆ(โปรดระบุ).....
- คำตอบที่ถูก คือ ตัวเลือก ก.

2. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ คืออะไร

ก. วิชัยและคนในบ้านมีบ้านอยู่ใกล้โรงงาน

ข. วิชัยและคนในบ้านทำงานหนักเกินไป

ค. ดื่มน้ำที่มีสารพิษตกค้าง

ง. วิชัยและคนในบ้านมีอาชีพรับจ้างในโรงงาน

จ. อื่นๆ(โปรดระบุ).....

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ตัวเลือก ก.

3. จากปัญหาที่เกิดขึ้นนักเรียนจะมีวิธีแก้ปัญหาอย่างไร

ก. เปลี่ยนอาชีพที่ไม่ต้องใช้แรงงานมาก

ข. ไม่ดื่มน้ำฝนที่เก็บกักไว้

ค. พักผ่อนให้เพียงพอ

ง. กำจัดสารพิษไม่ให้ฟุ้งกระจาย

จ. อื่นๆ(โปรดระบุ).....

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ตัวเลือก ข.

4. จากวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จากการแก้ปัญหาน่าจะเป็นอย่างไร

ก. วิชัยและคนในบ้านไม่เจ็บป่วย

ข. วิชัยและคนในบ้านมีความเป็นอยู่สบายขึ้น

ค. วิชัยและคนในบ้านมีสุขภาพร่างกายแข็งแรงขึ้น

ง. วิชัยและคนในบ้านสามารถป้องกันอันตรายจากสารพิษได้

จ. อื่นๆ(โปรดระบุ).....

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ตัวเลือก ก.

3. การหาคุณภาพแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีดังนี้

3.1 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ และทางการวัดผลจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ภาษาที่ใช้ และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรมที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไปไว้ใช้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 117)

3.2 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน

3.3 นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนนโดยมีเกณฑ์ในการตรวจดังนี้

3.3.1 หาทางแก้ปัญหาได้เหมาะสมที่สุดให้ 3 คะแนน

3.3.2 หาทางแก้ปัญหาได้เหมาะสมให้ 2 คะแนน

3.3.3 หาทางแก้ปัญหาได้แต่อาจไม่เหมาะสมให้ 1 คะแนน

3.3.4 หาทางแก้ปัญหาไม่ได้ให้

0 คะแนน

3.4 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (t) ของแต่ละข้อในสถานการณ์หนึ่งๆ โดยใช้เทคนิค 25% กลุ่มสูง - กลุ่มต่ำแล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก(t) ที่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3.5 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ จำนวน 7 สถานการณ์ 28 ข้อไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คนเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยวิธีหาลัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2540 : 125) มีค่าความเชื่อมั่น .71

3.6 นำแบบทดสอบที่ได้ไปใช้ทดลองจริง

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาจำนวน 2 ห้องเรียนจาก 8 ห้องเรียนและจับฉลากเป็นกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 กลุ่มละ 30 คน

2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้ง 2 กลุ่มในเนื้อหาเดียวกัน ใช้เวลาสอนเท่ากันกลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 50 นาทีดังนี้

3.1 กลุ่มทดลอง 1 สอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด

3.2 กลุ่มทดลอง 2 สอนโดยใช้ผังมโนมิติ

4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

5. นำผลคะแนน จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้ t-test Independent Samples

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาคะแนนเฉลี่ยคำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 137)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย
 $\sum X$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของคะแนน คำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 143)

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

เมื่อ S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจคุณภาพเครื่องมือ

2.1 การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกกระบวนการคิดสูตร E1 / E2 ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์

สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สิ้นสกุล. 2523 : 135 – 136)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum F$	แทน คะแนนรวมของแบบฝึกหัดหรืองาน
	A	แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหรืองาน
	N	แทน จำนวนผู้เรียน

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ	E_2	แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum F$	แทน คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน
	B	แทน คะแนนเต็มของการทดสอบหลังเรียน
	N	แทน จำนวนผู้เรียน

2.2 หาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาวิชาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ดัชนีความสามารถสอดคล้อง ระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม คำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 117)

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

เมื่อ	IC	แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม
	$\sum R$	แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.3 หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ ใช้เทคนิค 27 % ของ จุง เตห์ ฟาน (Fan. 1952 : 6 - 32)

2.4 หาค่าอำนาจจำแนก (t) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิค 25 % ของกลุ่มสูงต่ำแล้วใช้วิธีแจกแจง t-distribution จากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 132)

$$t = \frac{\bar{X}_{\text{สูง}} - \bar{X}_{\text{ต่ำ}}}{\sqrt{\frac{s_{\text{สูง}}^2}{n_{\text{สูง}}} + \frac{s_{\text{ต่ำ}}^2}{n_{\text{ต่ำ}}}}}$$

เมื่อ	t	แทน ค่าที่ใช้พิจารณาของการแจกแจงแบบที่
	$\bar{X}_{\text{สูง}}$	แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง
	$\bar{X}_{\text{ต่ำ}}$	แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ
	$s_{\text{สูง}}^2$	แทน ความแปรปรวนของคะแนนของกลุ่มสูง
	$s_{\text{ต่ำ}}^2$	แทน ความแปรปรวนของคะแนนของกลุ่มต่ำ
	n	แทน จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มซึ่งเท่ากัน

2.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร KR-20 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 123)

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

เมื่อ	r_{tt}	แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
	p	แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในแต่ละข้อ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$
	q	แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในแต่ละข้อ = $1-p$
	s_t^2	แทน ความแปรปรวนของคะแนนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

2.6 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 125)

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

เมื่อ n แทน จำนวนข้อ
 s_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ
 s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน ข้อ 1-2 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คำนวณโดยใช้
 t - test แบบ Independent Samples ในรูป Difference Score (Scott. 1967:264)

เมื่อ

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

ซึ่ง

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

และ

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

เมื่อ

- t แทน ค่าของการแจกแจงใน t - distribution
- MD_1 แทนค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง 1
- MD_2 แทนค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง 2
- D_1 แทนผลต่างระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง 1
- D_2 ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง 2
- S_D^2 แทนค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังการเรียนและก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2
- n_1 แทนจำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง 1
- n_2 แทนจำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง 2
- $S_{MD_1-MD_2}$ แทนค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการทดสอบก่อนการเรียนกับหลังการเรียนของกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
MD	แทน	ค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนก่อนกับหลังการทดลอง
$S_{MD_1-MD_2}$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2
k	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา t-distribution
df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of Freedom)
กลุ่มทดลอง 1	แทน	กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด
กลุ่มทดลอง 2	แทน	กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนมิติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานและสถิติทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (t) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 โดยใช้สถิติ $t - test$ แบบ Independent Sample
2. ค่าสถิติพื้นฐานและสถิติทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (t) ของคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 โดยใช้สถิติ $t - test$ แบบ Independent Sample

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 โดยใช้สถิติ

t – test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score

4. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับ

กลุ่มทดลอง 2 โดยใช้สถิติ t – test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score

1.เปรียบเทียบค่าสถิติพื้นฐานและสถิติทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (t) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 โดยใช้สถิติ t – test แบบ Independent Sample

ตาราง 3 เปรียบเทียบค่าสถิติพื้นฐานและสถิติทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (t) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2

กลุ่มตัวอย่าง	n	k	$\bar{X}$	S.D.	t
กลุ่มทดลอง 1	30	40	17.3667	5.0684	1.923
กลุ่มทดลอง 2	30	40	20.1000	5.9094	

จากตาราง 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง 1 คือนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด มีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 17.3667 และ 5.0684 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มทดลอง 2 คือกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์ มีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 20.1000 และ 5.9094 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลองของนักเรียนทั้งสองกลุ่มพบว่า กลุ่มทดลอง 1 คือนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด กับกลุ่มทดลอง 2 คือกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. เปรียบเทียบค่าสถิติพื้นฐานและสถิติทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (t) ของคะแนน
ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2
โดยใช้สถิติ t – test แบบ Independent Sample

ตาราง 4 ค่าสถิติพื้นฐานและสถิติทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (t) ของคะแนนความสามารถในการ
คิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2

กลุ่มตัวอย่าง	n	k	$\bar{X}$	S.D.	t
กลุ่มทดลอง 1	30	84	59.8333	7.5616	2.669**
กลุ่มทดลอง 2	30	84	64.9333	7.2347	

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 4 พบว่า คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการคิด
แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง 1 คือนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด
มีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 59.8333 และ 7.5616 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มทดลอง 2 คือ
กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์ มีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 64.9333 และ
7.2347 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ ก่อนการทดลองของนักเรียนทั้งสองกลุ่มพบว่า กลุ่มทดลอง 1 คือนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้
ชุดฝึกกระบวนการคิด กับกลุ่มทดลอง 2 คือกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์ มีความสามารถในการคิด
แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 โดยใช้สถิติ

t – test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score

ตาราง 5 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2

กลุ่มทดลอง	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			
กลุ่มทดลอง 1	17.3667	5.0684	27.3667	4.6779	10.03	1.148	1.306
กลุ่มทดลอง 2	20.1000	5.9094	28.6333	4.4759	8.53		

จากตาราง 5 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง 1 คือนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดก่อนทดลองมีค่าเท่ากับ 17.3667 และ หลังการทดลองมีค่าเท่ากับ 27.3667 ส่วนกลุ่มทดลอง 2 คือกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนมติ มีคะแนนเฉลี่ยก่อนทดลองเท่ากับ 20.1000 และ หลังการทดลองมีค่าเท่ากับ 28.6333 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนหลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 มีค่าเท่ากับ 10.03 และ 8.53 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองกับก่อนการทดลองของนักเรียนทั้งสองกลุ่มพบว่า กลุ่มทดลอง 1 คือนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด กับกลุ่มทดลอง 2 คือกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนมติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดและนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนมติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใกล้เคียงกัน

4. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับ
กลุ่มทดลอง 2 โดยใช้สถิติ t – test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score

ตาราง 6 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่ม
 ทดลอง 2

กลุ่มทดลอง	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			
กลุ่มทดลอง 1	59.8333	7.5616	71.7667	4.8756	11.43	1.89	0.21
กลุ่มทดลอง 2	64.9333	7.2347	75.9000	4.2698	11.03		

จากตาราง 6 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง 1 คือนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดก่อนทดลองมีค่าเท่ากับ 59.8333 และ หลังการทดลอง มีค่าเท่ากับ 71.7667 ส่วนกลุ่มทดลอง 2 คือกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์ มีคะแนนเฉลี่ยก่อนทดลองเท่ากับ 64.9333 และ หลังการทดลองมีค่าเท่ากับ 75.9000 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนหลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 มีค่าเท่ากับ 11.43 และ 11.03 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองกับก่อนการทดลองของนักเรียนทั้งสองกลุ่มพบว่า กลุ่มทดลอง 1 คือนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด กับกลุ่มทดลอง 2 คือกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดและนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ใกล้เคียงกัน

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนมิติ สรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนมิติ
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนมิติ

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนมิติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนมิติมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี เขตบางแค กรุงเทพมหานคร 8 ห้องเรียน จำนวนทั้งหมด 400 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี เขตบางแค กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 2 ห้องเรียนมีนักเรียนรวมทั้งหมด 60 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) โดยสุ่มมา 2 ห้องเรียนจากทั้งหมด 8 ห้องเรียน แล้วสุ่มอีกครั้งให้ได้กลุ่มละ 30 คน และสุ่มกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มทดลอง 1 สอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด

กลุ่มทดลอง 2 สอนโดยใช้ผังมโนมิติ

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าได้แก่ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ตามหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง "การขนส่งและการสื่อสาร" โดยมีหัวข้อดังนี้

1. วิวัฒนาการของการขนส่ง
2. เครื่องกลและเครื่องยนต์ที่ช่วยในการขนส่ง
3. ความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะ
4. วิวัฒนาการของการสื่อสาร

ระยะเวลาที่ใช้ในการค้นคว้า

ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 โดยใช้เวลาดทดลอง 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 20 คาบ

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร จำนวน 2 แผนคือ

- 1.1 แผนการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด
- 1.2 แผนการสอนโดยใช้ผังมโนมิติ

ชุดฝึกกระบวนการคิด ผู้วิจัยสร้างตามแนวคิดของไบเยอร์ (Beyer) ประกอบด้วย

- 1) สำรวจปัญหา 2) ระบุปัญหา 3) หาทางแก้ปัญหาที่หลากหลาย 4) เลือกทางเลือกที่ดีที่สุด 5) ดำเนินการ
- 6) ประเมินผล มีจำนวน 9 ชุดดังนี้

- ชุดที่ 1 วิวัฒนาการการขนส่ง (แรงเสียดทาน)
- ชุดที่ 2 วิวัฒนาการการขนส่ง (แรงลอยตัว แรงยกตัว)
- ชุดที่ 3 เครื่องกล (รอก)
- ชุดที่ 4 เครื่องกล (โมเมนต์และคาน)
- ชุดที่ 5 เครื่องกล (งานและพลังงาน)
- ชุดที่ 6 เครื่องยนต์ที่ช่วยในการขนส่ง
- ชุดที่ 7 ความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะ(ความเฉื่อย)
- ชุดที่ 8 ความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะ(จุดศูนย์ถ่วง)
- ชุดที่ 9 วิวัฒนาการของการสื่อสาร ประสิทธิภาพของชุดฝึกกระบวนการคิด $E_1/E_2 = 80/81$

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก นำแบบทดสอบไปใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างได้ค่าค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .22-.78 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .21-.54 มีค่าความเชื่อมั่น .76

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยกำหนดให้มี 9 สถานการณ์ สร้างคำตอบ 5 ตัวเลือก ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 4 ขั้นตอนดังนี้

- 1.1 ขั้นระบุปัญหา
- 1.2 ขั้นตั้งสมมติฐาน
- 1.3 ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง
- 1.4 ขั้นสรุปผลและนำไปใช้

นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คนเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2540 : 125) มีค่าความเชื่อมั่น .71

การดำเนินการทดลอง

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาจำนวน 2 ห้องเรียนจาก 8 ห้องเรียนและจับฉลากเป็นกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 กลุ่มละ 30 คน
2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
3. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้ง 2 กลุ่มในเนื้อหาเดียวกัน ใช้เวลาสอนเท่ากันกลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 50 นาทีดังนี้
 - 3.1 กลุ่มทดลอง 1 สอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด
 - 3.2 กลุ่มทดลอง 2 สอนโดยใช้ผังมโนมิติ
4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
5. นำผลคะแนน จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานและสถิติทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (t) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลอง ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนมิติ โดยใช้สถิติ t - test แบบ Independent Sample

2. ค่าสถิติพื้นฐานและสถิติทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (t) ของคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนคติ โดยใช้สถิติ t – test แบบ Independent Sample

3. ตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนคติ โดยใช้สถิติ t – test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score

4. ตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนคติ โดยใช้สถิติ t – test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนคติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ทางสถิติ
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนคติมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนคติ ผลการศึกษาพบว่า มีประเด็นที่น่าสนใจสมควรนำมาอภิปรายดังนี้

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนคติแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 จากผลการวิจัยดังกล่าวอภิปรายได้ดังนี้

ชุดฝึกกระบวนการคิดเป็นนวัตกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อเน้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด และลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองที่ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆได้แก่ขั้น การสำรวจปัญหา ระบุปัญหา หาทางแก้ปัญหาที่ หลากหลาย เลือกทางเลือกที่คิดว่าดีที่สุด ดำเนินการและประเมินผล โดยมีสถานการณ์เป็น ตัวกระตุ้น ยั่วยุ ทำท่ายให้นักเรียนคิดหาคำตอบ ในขณะที่ทำกิจกรรมกลุ่มนักเรียนจะสนุกสนานให้ความสนใจกับชุดฝึกกระบวนการคิดและร่วมกันทำกิจกรรมอย่างเต็มที่ ส่วนการสอนโดยใช้ผังมโนคติมีกิจกรรมการเรียนการสอนโดยกำหนดให้ผู้เรียนค้นคว้าหาคำตอบด้วย ตนเอง ซึ่งในกิจกรรมประกอบด้วย ครูกำหนดสถานการณ์ให้ศึกษาแล้วนักเรียนระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน เขียนผังความคิดเรื่องที่จะศึกษา ดำเนินการทดลอง ลงข้อสรุป นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมด้วยความสนุกสนาน แสดงออกทางความคิดอย่างเต็มที่ และมี

ความสุขในการเรียน ครูทำหน้าที่เป็นเพียงที่ปรึกษา และคอยให้คำแนะนำเท่านั้น กล่าวได้ว่าการสอนทั้ง 2 รูปแบบนี้สนับสนุนให้นักเรียนฝึกคิด ให้อิสระทางความคิด ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และแก้ปัญหาด้วยตนเอง ที่ละขั้นตอนอย่างมีระบบ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เข้าใจเนื้อหามากขึ้นและสอดคล้องกับความคิดของ สมจิต สวธน์ไพบูลย์ (2535 : 34) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการคิด และนำไปปฏิบัติที่ละขั้นตอน เป็นการจัดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประสบผลสำเร็จในการเรียนที่ผู้เรียนมีเสรีภาพในการปฏิบัติ ได้คิด ได้ออกแบบด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี และเกิดทักษะในการปฏิบัติการทดลองซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของ จอห์น ดิวอี้ (สมจิต สวธน์ไพบูลย์. 2535 : 34) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้จะเกิดต้องเป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการปฏิบัติ และสอดคล้องกับปรัชญาการศึกษาที่กล่าวว่า การเรียนรู้ที่จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเอง จะทำให้นักเรียนใช้ความคิดในทุกขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนและสอดคล้องกับ ไทเลอร์ (Tylor.1965 : 148 -150) ที่กล่าวไว้ว่า การที่ครูให้หลักการหรือข้อสรุปให้แก่แก่นักเรียนโดยตรง นักเรียนจะจดจำสิ่งที่ครูให้โดยปราศจากความเข้าใจในสิ่งนั้นๆอย่างแท้จริง การที่นักเรียนสรุปหรือสร้างหลักการด้วยตนเองจะช่วยให้แก่นักเรียนมองเห็นความจริงทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้งและรวดเร็ว และสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิระพรรณ ทะเขียว. (2543 : 82) ได้ศึกษาและพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทางความคิดและสามารถเข้าใจการเรียนรู้ได้ดี ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้ติดตามไปด้วยและสอดคล้องกับงานวิจัยของพิทักษ์ เจริญวานิช (2531 : 54) ได้ศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยใช้ ผังมโนมติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ.01 และสอดคล้องกับวัชร เลื่อนบรรจง (2539.10) ศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ และความคิดสร้างสรรค์ ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยใช้กิจกรรมกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

จากเหตุผลดังกล่าว สนับสนุนว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด และการสอนโดยใช้ผังมโนมติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

2. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนมติ พบว่าแตกต่างกันกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2 จากผลการวิจัยดังกล่าวอภิปรายได้ดังนี้

การสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดเป็นนวัตกรรม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยจัดลำดับขั้นตอนไว้อย่างมีระบบ ฝึกให้นักเรียนคิดสามารถเรียนรู้ และปฏิบัติด้วยตนเอง ครูคอยให้คำแนะนำเท่านั้น นักเรียนสนุกในการคิดแก้ปัญหาพร้อมกับเพื่อน ๆ ส่วนการสอนโดยใช้ผังมโนมติเป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นของมโนมติ และหลักการด้วยตนเอง กิจกรรมการเรียนการสอนเน้นพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียน ใช้สถานการณ์เพื่อเลือกมโนมติโดยใช้หลักการคิดรวบรวม การคิดจำแนก และการคิดเชื่อมโยงสัมพันธ์ในทุกขั้นตอนของการแก้ปัญหา

จากการสอนทั้ง 2 รูปแบบสนับสนุนให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิดโดยเริ่มจากการใช้สถานการณ์ กระตุ้นให้นักเรียนคิดโดยใช้หลักการคิดรวบรวมการคิดจำแนก และเชื่อมโยงในทุกขั้นตอนของการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เน้นความสามารถในการระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน พิสูจน์หรือทดลอง สรุปและนำไปใช้ โดยมีทุกขั้นตอนของการสอนที่นักเรียนจะต้องใช้ความคิด และมีเหตุผลอยู่ตลอดเวลาประกอบการคิดทุกขั้นตอนจะให้อิสระทางการคิด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความคิด ความเข้าใจ และความมีเหตุผลที่ใช้ประกอบในการตัดสินใจของแต่ละคน เมื่อนักเรียนได้รับการฝึกฝนทำ

กิจกรรมอย่างสม่ำเสมอจะทำให้มีประสบการณ์ในการคิด กล่าวคือจะตัดสินใจ ทำให้มีการพัฒนาด้านกระบวนการคิด ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดี ดังนั้นการเรียนการสอนทั้ง 2 รูปแบบพัฒนากระบวนการคิด ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดี ทัดเทียมกันสอดคล้องกับความคิดของกานเย่ และบริจ (หทัยรัช รังสุวรรณ.2539 : 78 ; อ้างอิงจาก Gagne and Briggs. 1974) ที่กล่าวว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เป็นทักษะทางปัญญาที่สามารถสอนกันได้ และมุ่งหวังให้นำความสามารถด้านนี้ไปถ่ายโยงใช้ในสถานการณ์อื่นได้ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาได้หลายแนวทาง ทั้งขึ้นอยู่กับทางเลือกวิธีสอน และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีหลักการและใช้เหตุผลอยู่เสมอ

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้น จึงเป็นเหตุผลในการสนับสนุนผลการวิจัยครั้งนี้ว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนตินั้นไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. โรงเรียนควรสนับสนุนให้ครูใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดหรือผังมโนติมาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน ตามความถนัดของผู้สอนแต่ละคน เพราะการสอนทั้ง 2 รูปแบบส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น
2. ครูผู้สอนที่จะสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด ควรสร้างชุดโดยใช้เนื้อหาที่มีความยากง่ายเหมาะสมกับวัยของนักเรียน
3. ครูผู้สอนที่จะใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดและผังมโนติ ควรอธิบายขั้นตอนในชุดฝึกกระบวนการคิดและผังมโนติให้นักเรียนเข้าใจก่อนที่จะนำชุดฝึกกระบวนการคิดและผังมโนติ ไปใช้
4. ควรนำชุดฝึกกระบวนการคิดและผังมโนตินี้ ไปทดลองใช้กับโรงเรียนสหศึกษาเพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนหญิงด้วย
5. การสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดและผังมโนติ ในแต่ละกิจกรรมต้องปรับเวลาให้เหมาะสมกับเนื้อหานั้นๆ
6. สถานการณ์ที่นำมาใช้ในชุดฝึกกระบวนการคิดและผังมโนติ ควรเป็นสถานการณ์ที่อธิบายได้ใจความชัดเจนไม่ยาวเกินไป

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

- 1.ควรมีการวิจัยเปรียบเทียบการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับผังมโนติในระดับชั้นอื่นหรือบทเรียนอื่น
- 2.ควรมีการศึกษาผลการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับตัวแปรอื่นๆ เช่น ความรับผิดชอบ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้ ฯลฯ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- ✓ กรมสามัญศึกษา. หน่วยศึกษานิเทศก์. (2529). ชุดการสอนการปลูกฝัง และสร้างเสริมค่านิยมพื้นฐานเรื่องการสอนรักชาติ. กรุงเทพฯ : ครูสภา.
- กระทรวงศึกษาธิการ กรมวิชาการ. (2542). คู่มือครูแนวทางจัดทำแผนการสอนพัฒนาศักยภาพโครงการทดลองพัฒนาศักยภาพของเด็กไทย. กรุงเทพฯ : กองวิจัยทางการศึกษา.
- ✗ กระทรวงศึกษาธิการ. (2536). หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ฉบับปรับปรุง 2533. กรุงเทพฯ : ครูสภา ลาดพร้าว.
- กันยา สุวรรณแสง. (2532). จิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ : อักษรพิทยา.
- ✗ คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. (2540). ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี.
- คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. (2525). ชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : ทบวงมหาวิทยาลัย.
- ✓ ชัยยงค์ พรหมวงศ์และคณะ. (2523). "การผลิตชุดการเรียนรู้การสอน," เทคโนโลยีและสื่อการศึกษา เล่มที่ 3 หน่วยที่ 11-15 . กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ✓ ชาญชัย ลิวตังสีมา และเชิดวิทย์ ฤทธิ์ประศาสน์. (2523). การพัฒนาบุคคล. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ชุดิมา วัฒนศิริ. (2535). การศึกษาความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับแนวการสอนของ สสวท. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอนมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ✓ ชุดิมา วัฒนศิริ. (ม.ป.ป.) การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ✓ ดันหยง อ๋มมาก. (2537). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกที่ให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยกระบวนการคิดแก้ปัญหาการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. (2535). การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะกรรมการการพัฒนการสอนและวัสดุอุปกรณ์.
- ทวีป บรรจงเปลี่ยน. (2540). การเปรียบเทียบความเข้าใจในโมเดลวิทยาศาสตร์เรื่องโลกสีเขียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลวิธีการสอนเพื่อเปลี่ยนโมเดลตามทฤษฎีของ POSNER และคณะกับการสอน ตามปกติ. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยขอนแก่น ถ่ายเอกสาร.
- ✗ ทิศนา แคมมณี และคณะ. (2540). ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด : ต้นแบบการเรียนรู้ทางด้านทฤษฎีและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี.

- นวลจิตต์ เขาวีรติพงศ์. (2537, ตุลาคม-ธันวาคม). "ความคิดรวบยอดกับการเรียนการสอน," พัฒนาหลักสูตร. 14 (119) : 6.
- (2537). "ความคิดรวบยอดกับการเรียนการสอน," วารสารพัฒนาหลักสูตร. 14 (119) : 6.
- ✓ นาริรัตน์ พักสมบุญ. (2541). การใช้ชุดส่งเสริมศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญา นิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ✓ นิตยา ปานทิพย์. (2527). การทดลองสอนอ่านภาษาไทยโดยการใช้ชุดการฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นรายกลุ่มของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้น 1 วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตบึงพระพิบูล มหาเมฆ. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ✓ นิตยา ฤทธิ์โยธ. (2520). "การทำและการใช้ชุดการฝึกหัดเสริมทักษะ," ใน เอกสารเผยแพร่ความรู้ทางการสอนภาษาไทย. กรุงเทพฯ : หน่วยงานนิเทศก์ กรมสามัญศึกษา.
- นุสรา เอี่ยมนวรรณ์. (2542). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ถ่ายเอกสาร.
- เบญจมาศ สันประเสริฐ. (2533). การศึกษาผลการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประกอบ วิโรจน์กฎ. (2537, มกราคม). "สอนอย่างไรให้คิดเป็นทำเป็น," ส่งเสริมประสิทธิภาพการสอน. 5(1) : 31-37.
- ✓ ประพันธ์ศิริ สุเสารัส. (2541). คิดเก่ง สมองไว. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพฯ: บริษัทโปรดักบุ๊ก.
- ประวิตร ชูศิลป์. (2524). หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : หน่วยงานนิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.
- ประเวศ วะสี. (2531, มิถุนายน - กันยายน). " การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อสติปัญญา," วารสารวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. 16(2) : 64
- (2544, 1 มิถุนายน). "แจ้งข้อหาอุ้มฆ่าพันแข่ง," มติชน : หน้า 27.
- ปราโมทย์ จันทรเรือง. (2536). การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเรียนการสอนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อทักษะการคิดของนักเรียนระดับประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ด. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- พรณี ช.เจนจิต. (2528). จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : อมรินทร์การพิมพ์.
- พรสวรรค์ คำบุญ. (2534). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำยากของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้และไม่ใช้ชุดการฝึก โรงเรียนร่อนคำ จังหวัดกาฬสินธุ์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนภาษาไทย). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ✱ พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

พัชรา จิตรเพชร. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู.
ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
ถ่ายเอกสาร.

พิทักษ์ เจริญวานิช. (2531). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหายใจระดับ
เซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการเรียนการสอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์กับการสอนปกติ.
วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
ถ่ายเอกสาร.

ไพเราะ ทิพย์ทัศน์. (2533). วิทยาศาสตร์ประทับใจ. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

พนมนัส สุดสิ้น. (2543). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถด้วยการคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์.
ปริญญาณิพนธ์. กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

มนัส บุญประกอบ. (2532-2535). "แผนภูมิโนทัศน์กับแผนภูมิอื่น ๆ," สสวท. 18-19 (69-76) : 22-25.

-----, (2533-2534, มกราคม-ธันวาคม). "แผนภูมิโนทัศน์-การนำไปใช้ในชั้นเรียน," สสวท. 18-19(69-76)
: 15-26.

-----, (2533ก). "แผนที่มโนทัศน์กับแผนภูมิอื่น," สสวท. 18(70) : 22-25.

-----, (2533ข). "แผนที่มโนทัศน์การนำไปใช้ในชั้นเรียน," สสวท. 18(71) : 15-25.

-----, (2533ค). "ยุทธศาสตร์ใหม่ทางการศึกษา : แผนภูมิโนทัศน์," สสวท. 18(69) : 26-29.

-----, (2534, มกราคม-ธันวาคม). "ยุทธศาสตร์ใหม่ทางการศึกษาแผนภูมิโนทัศน์," สสวท. 18(76) :
26-29.

มังกร ทองสุตดี. (2522). การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย.

รัชฎาพร ชูสกุล. (2538). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้
ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้การสอนโดยวิทยาศาสตร์เพื่อป้องกัน กับ
การสอนตามแผนการสอนของกรมวิชาการ. ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

รัตนะ บั้วรา. (2540). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุด การสอนด้วยตนเองกับการสอน
ตามคู่มือครู. ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

รุ่งริ้ว สุขดี. (2531). การศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปริญญาณิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อัดสำเนา.

- วนิดา อยู่ยีน. (2539). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประดิษฐ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ✓ วัชร เลี่ยนบรรจง. (2539). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร
- วารินทร์ รัชมีพรหม. (2532). การออกแบบสาร หลักการและทฤษฎี. ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2532ก). "การเรียนการสอนความคิดรวบยอดและหลักการ," การวิจัยทางการศึกษา. 19(3) : 18 - 20.
- (2532ข). "การเรียนการสอนความคิดรวบยอดและหลักการ," การวิจัยทางการศึกษา. 19(3) : 18 - 20.
- (2537ก). "กระบวนการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ," กรุงเทพฯ : สุริยาสาน.
- (2537ข). กระบวนการพัฒนาการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : สุริยาสาน.
- ✓ วีระ ไทยพานิชย์. (2528). โสตทัศนศึกษาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- โศจิกันต์ ศรีวิเชียร. (2540). การเปรียบเทียบค่านิยมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทักษะการจัดการทำและการสื่อความหมายข้อมูล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบโครงการที่มีการใช้ชุดการฝึกกิจกรรมปัญหาพิเศษทางชีววิทยาและคู่มือครู. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สถาบันฯ. (2533). หนังสือวิทยาศาสตร์ เล่ม 6 (ว306) กรุงเทพฯ : ครูสภา.
- (2535). คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ครูสภา สถาบันฯ.
- สมจิต สวธน์ไพบุลย์. (2526ก). การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- (2526ข). วิทยาศาสตร์สำหรับประถม. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- (2527). สมรรถภาพการสอนของครู : การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- (2535). ธรรมชาติวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- (2541?). การประชุมปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

- ✓ สมชัย อุ่นอนันต์. (2539) การศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมเทคโนโลยี ในท้องถิ่นที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สมาน ลอยฟ้า. (2542). "การจดบันทึกด้วยการใช้แผนที่มโนทัศน์," ใน บรรณารักษศาสตร์และสารนิเทศศาสตร์ มข. 17(2).
- สำราญ วังนุราช. (2542). การสร้างชุดฝึกอบรมด้วยตนเอง เรื่องการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิด. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ : คณะกรรมการวิจัยการศึกษา การศาสนาและวัฒนธรรม กระทรวงศึกษาธิการ. ถ่ายเอกสาร.
- ✓ สุจิต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรหม. (2523). วิธีสอนภาษาไทยระดับชั้นมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- (2536). วิธีสอนภาษาไทยระดับชั้นมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ✓ สุดา บุญไวยโรจน์. (2529). "การพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา," ใน เอกสารการฝึกอบรมการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการประถมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุนีย์ สอนตระกูล. (2535). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์สำหรับวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ค.ด. (วิชาหลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สุภาพร เลียงเรืองแสง. (2540) ผลของการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สุภาพรณ ด่านสกุล. (2539). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือการจัดกิจกรรม. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ✓ สุมาลี สิมิต. (2543). การพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยชุดการฝึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเซนต์ดอมินิก. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ✓ สุรีย์ สุชาติโนบล. (2541). การศึกษาผลการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและการปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้เล่ม 2. กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊คส์เซนเตอร์.
- หทัยรัช รั้งสุวรรณ. (2539). ผลของการสอนโดยใช้แผนที่มโนทัศน์ทางเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพด้านมโนคติ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ปรินญาณินพนธ์. กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

อรารักษ์ฉัตร อยู่สุข. (2535). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโพลีโมชั่น. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

อัจฉรา ชีวพันธ์ และคนอื่น ๆ. (2532). *หลักภาษาไทยชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. กรุงเทพฯ : บรรณกิจการพิมพ์.

Albrecht, Karl. (1980). *Brain Power Learn to Improve Your Thinking Skills*. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice – Hall, Inc.

Ault, Charles. R. (1985,October). Concept Mapping as a study Strategy in Earth Science. *Journal of College Science Teaching*. 15(5) : 38-44.

Ausubel, David P. (1968). *Educational Psychology*: New York. A Cognitive View : Holt Rinehart and Winston.

✓ Beyer, B.K. (1987). *Practical Strategies for the Teaching of Thinking*. Boston: Allyn and Bacon ; Inc.

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

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

Butt,David P. (1974). *The Teaching of Science A Self Directed Planning Guide*. New York: Harrper & Row. Publisher.

Cliburn, Joseph W.(1987,October). "Helping Students Understand physiologic Interaction : A Concept Mapping Activity," *The American Biology Teacher*.49(12) : 426 – 427.

Collins, O.W. (1990,March). "The impact of Computer – Assisted Instruction upon Student Achievement in Magnet School," *Dissertation Abstract International*. 50: 278-A.

Dececco, J.P. (1968). *The Psychology of Learning and Instruction Educational Psychology*. 402-416. New York: Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs.

Deese, James Earle and Stewart H. Hulse. (1959). *The Psychology of Learning*.3rd. New York: Mcgrac –Hill.

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

✓ Edward, J. Kormondy and Bernice, E (1984). *Essential Biology*. Addison – Wesley Publishing Company, Inc.

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

Farenkel,Jack R. (1980). "Helping students think and value : strategies for teaching," *THE Social Studies*. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice – Hall.

✓ Gabrielle, Ralph B. (1992,April). "A Study of the characteristics of Pre-service Teachers Identified on an Experimental Instrument as High or Low in Problem-Solving Ability," in *Dissertation Abstracts International*. 32: 5656-A.

- Gagne, Robert M. (1977). *The Condition of Learning*. 3rded. New York: Holt, Reinhart And Winston, Inc.
- Good, Carter V. (1959). *Dictionary of Education*. Edited by Good Carter V. New York: McGraw-Hill Company.
- Gowin, D. Bob, Novak, Joseph D., and Johansen, Gerard T. (1983,October). "The use of concept Mapping and Knowledge Vee mapping with junior High School Science Students," *Science Education*. 67(9) : 625-645.
- Gowin, D. Bob. and Novak, Joseph D., and (1984). *Learning how to Learn*. London: Cambridge University Press.
- Guilford, J.P. *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw – Hill Book Company, 1976.
- Joyce Bruce and Marsha Weil. (1986). *Models of Teaching*. 3rd ed. London Prentice – Hall International.
- Joyce Bruce and Marsha Weil. (1986). *Models of Teaching*. 3rd ed. London Prentice – Hall International.
- Lehman, D.J.C Cater and J.B. Kahle.(1985,October). " Concept Mapping, Vee Mapping and Achievement Results of a Field Study With Black High School Student," *Journal of Research in Science Teaching*. 22(17 V 663-673).
- Leslie W Trowbridge. and Sund, Robert B. (1973). *Teaching Science by inquiry in the Secondary School* Second. Colum bus : Charles E. Merrill Publishing Company.
- ✓ Lowrey , Eleanor Blodwyn Lane. (1978,Augst). "The Effects of Four Drill And Practice Time Unit on the Decoding Performance of Students with Specific Learning Disabilities," *Dissertation Abstracts International*. 39(9): 817-A.
- Mahan, Luther A. (1970,October) " Which Extreme Variant of the Problem – Solving Method of Teaching Showld be More Characteristic of the Many Teacher Variations of Problem- Solving teaching," *Science Education*.
- Moreira, Maaroc A. (1979, May). "Concept Map and Tools for Teaching," *Journal and College Science Teaching*. 11(9) : 283-286.
- Morgan, Clifferrd T. (1978). "Thinking and Problem Solving," *A Brief Introduction to Psychology*. 54 : 309-316.
- Nabor, OG. (1975,Decemder). "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.
- Piajet, J. (1962). *The Origins of Intelligence in Children*. New York: W.W. Norton.
- Romay, Hilliam D. (1968) *Inquiry Techniques for Teaching Science*. Englewood New Jersey : Prentice – Hall, Inc.,
- Scott, Willam A. & Wertheimer. (1967) *Introduction to Phychnological Research*. 4thed. New York : John Wilcy and Sons, Inc.

- Smith, Patty Templeton. (1994, January). "Instructional Method Effect on Student Attitude and Achievement," *Dissertation Abstract International*. 54(7): 2528-17.
- Stollburg, R.J. (1956,September). "Problem – Solving, The procedure Game in Science," *Science Teacher*. 23 : 225 – 223.
- Thomas,J.W. (1972). *Varieties of Cognitive Skills: Taxonomies and models of the intellect*. Philadelphia: Research for Better Schools, Inc.
- Tylor, Paul Alan. (1965,March). "Concept Learning Using Positive and Negative Instances in Learning the Classification Scheme of Bloom's Taxonomy," *Dissertation Abstracts*. 29(5) : 10877 A.
- Weir, John Joseph. (1974,April). " Problem Solving is Everybody's Problem," *Science Teacher* .(4) : 16-18.
- William,Jame Milford. (1981,October). " A Comparison Study of Tradition Teaching Procedures on Student Attitude Achievement and Critical Thinking Ability in Eleventh Grade United States History, " *Dissertation Abstract International*. 42(4) : 1605-A.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- **รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย**

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือเพื่อทำปริญญานิพนธ์

1. รองศาสตราจารย์ ดร. สมสร วังษ์อยู่น้อย

สำนักทดสอบทางการศึกษา และจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2. อาจารย์มนมนัส สุดสิ้น

หัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมสาธิตสถาบันราชภัฏสวนสุนันทา
จังหวัด กรุงเทพมหานคร

3. อาจารย์นารีรัตน์ พักสมบูรณ์

หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสุนารี จังหวัดนครราชสีมา

4. อาจารย์นันทา ลีนะเปสนันท์

หัวหน้างานวัดและประเมินผล โรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา จังหวัดชลบุรี

5. อาจารย์นงนาถ จินดาวัฒน์

หมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี จังหวัดกรุงเทพมหานคร

โดยมีการตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือเกี่ยวกับปริญญานิพนธ์ดังนี้

1. แผนการสอน และชุดฝึกกระบวนการคิด ผังมโนคติ

- อาจารย์นารีรัตน์ พักสมบูรณ์
- อาจารย์มนมนัส สุดสิ้น
- อาจารย์นงนาถ จินดาวัฒน์

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

- รศ.ดร. สมสร วังษ์อยู่น้อย
- อาจารย์นงนาถ จินดาวัฒน์
- อาจารย์นารีรัตน์ พักสมบูรณ์

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

- รศ.ดร. สมสร วังษ์อยู่น้อย
- อาจารย์นันทา ลีนะเปสนันท์
- อาจารย์นงนาถ จินดาวัฒน์
- อาจารย์นารีรัตน์ พักสมบูรณ์

ภาคผนวก ข

- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย อำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 7 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิสิตวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IC	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IC
	คนที่1	คนที่2	คนที่3			คนที่1	คนที่2	คนที่3	
1	1	0	1	0.67	31	1	1	1	1.00
2	1	1	1	1.00	32	1	1	1	1.00
3	1	1	1	1.00	33	1	1	1	1.00
4	1	0	1	0.67	34	1	1	1	1.00
5	1	1	1	1.00	35	1	1	1	1.00
6	1	1	1	1.00	36	1	0	1	0.67
7	0	1	1	0.67	37	1	1	1	1.00
8	1	1	1	1.00	38	1	1	1	1.00
9	1	1	1	1.00	39	1	1	1	1.00
10	1	0	1	0.67	40	1	1	1	1.00
11	1	1	1	1.00	41	1	0	1	0.67
12	1	1	1	1.00	42	1	1	1	1.00
13	1	1	1	1.00	43	1	1	1	1.00
14	1	1	1	1.00	44	1	1	1	1.00
15	1	1	1	1.00	45	1	0	1	0.67
16	1	1	1	1.00	46	1	1	1	1.00
17	1	1	0	0.67	47	1	1	1	1.00
18	1	1	1	1.00	48	1	1	1	1.00
19	1	1	1	1.00	49	1	0	1	0.67
20	1	1	1	1.00	50	1	1	1	1.00
21	1	1	1	1.00	51	1	1	1	1.00
22	1	1	1	1.00	52	1	1	1	1.00
23	1	1	1	1.00	53	1	1	1	1.00
24	1	1	1	1.00	54	1	1	1	1.00
25	1	1	0	0.67	55	0	1	1	0.67
26	1	1	1	1.00	56	0	1	1	0.67
27	1	1	1	1.00	57	1	1	1	1.00
28	1	1	1	1.00	58	1	1	1	1.00
29	1	1	1	1.00	59	1	1	1	1.00
30	1	1	1	1.00	60	0	1	1	0.67

ตาราง 8 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์

สถานการณ์ที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IC
	คนที่1	คนที่2	คนที่3	
1	1	1	1	1.00
2	1	1	1	1.00
3	1	0	1	0.67
4	1	1	1	1.00
5	1	1	1	1.00
6	1	1	1	1.00
7	0	1	1	0.67
8	1	1	1	1.00
9	1	1	1	1.00

ตาราง 9 การหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง “ การขนส่งและสื่อสาร ” ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อที่	ค่า p	ค่า r	ข้อที่	ค่า p	ค่า r
1	0.77	0.26	21	0.65	0.54
2	0.42	0.28	22	0.46	0.41
3	0.37	0.28	23	0.77	0.21
4	0.45	0.54	24	0.59	0.36
5	0.74	0.26	25	0.51	0.21
6	0.38	0.31	26	0.40	0.49
7	0.31	0.21	27	0.64	0.51
8	0.31	0.26	28	0.59	0.41
9	0.64	0.46	29	0.68	0.28
10	0.74	0.26	30	0.54	0.31
11	0.78	0.38	31	0.26	0.21
12	0.58	0.33	32	0.32	0.28
13	0.73	0.28	33	0.27	0.23
14	0.51	0.51	34	0.50	0.23
15	0.54	0.46	35	0.65	0.33
16	0.74	0.41	36	0.46	0.31
17	0.49	0.46	37	0.50	0.33
18	0.45	0.23	38	0.22	0.28
19	0.41	0.31	39	0.64	0.46
20	0.36	0.31	40	0.62	0.31

มีค่าความเชื่อมั่น 0.76

ตาราง10 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (t) ของคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สถานการณ์ที่	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (t)
1	1	2.00
	2	2.00
	3	2.12
	4	3.30
2	5	2.03
	6	2.15
	7	2.89
	8	3.96
3	9	2.50
	10	2.57
	11	4.54
	12	2.66
4	13	2.32
	14	1.81
	15	2.38
	16	2.64
5	17	4.64
	18	1.67
	19	3.65
	20	1.94
6	21	2.00
	22	2.91
	23	2.09
	24	1.67
7	25	2.29
	26	1.79
	27	2.61
	28	3.82

ทุกข้อมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 11 คะแนนจากการทดสอบกลุ่มย่อย (Try out) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 20 คน

คนที่	คะแนนชุดฝึกกระบวนการคิด									รวม 90 คะแนน	ทดสอบ หลังเรียน 40 คะแนน
	ชุด 1	ชุด 2	ชุด 3	ชุด 4	ชุด 5	ชุด 6	ชุด 7	ชุด 8	ชุด 9		
	10 คะแนน	10 คะแนน	10 คะแนน	10 คะแนน	10 คะแนน	10 คะแนน	10 คะแนน	10 คะแนน	10 คะแนน		
1	7	7	7	7	9	8	10	8	7	70	37
2	8	6	9	6	8	8	10	7	8	70	36
3	7	7	8	6	8	8	9	7	7	67	34
4	9	7	9	8	9	8	10	8	7	75	36
5	8	9	7	10	9	7	10	8	7	75	34
6	8	8	8	8	8	7	10	8	7	72	34
7	8	9	8	9	7	8	10	8	7	74	26
8	6	7	9	8	8	8	9	9	7	71	29
9	7	6	8	8	7	6	10	9	7	68	28
10	6	7	8	8	9	6	8	7	8	67	26
11	7	6	7	9	8	6	10	8	6	67	29
12	7	9	8	8	7	8	10	9	8	74	37
13	9	8	8	9	9	7	10	8	7	75	34
14	7	9	6	9	8	10	9	7	8	73	27
15	8	9	8	8	8	8	10	8	7	74	38
16	7	9	9	6	9	8	10	6	7	71	36
17	9	7	9	9	8	6	10	8	7	73	34
18	8	9	8	10	9	7	9	8	6	74	28
19	8	10	8	6	9	7	10	8	7	73	34
20	7	8	6	7	9	7	10	9	7	70	33

$$E_1 = 80$$

$$E_2 = 81$$

ภาคผนวก ค

- ตารางคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของ
กลุ่มทดลอง 1
- ตารางคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของ
กลุ่มทดลอง 2
- ตารางคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน
และหลังเรียนของกลุ่มทดลอง 1
- ตารางคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน
และหลังเรียนของกลุ่มทดลอง 1

ตาราง 12 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ของกลุ่มทดลอง 1 : สอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด

คนที่	ก่อนการสอน (X_1)	หลังการสอน (X_2)	ผลต่าง (D_1)	$D_1 - MD_1$	$(D_1 - MD_1)^2$
1	25	34	9	-1.03	1.06
2	23	32	9	-1.03	1.06
3	17	31	14	3.97	15.76
4	22	31	9	-1.03	1.06
5	14	26	12	1.97	3.88
6	25	35	10	-0.03	0.0009
7	20	28	8	-2.03	4.12
8	17	27	10	-0.03	0.0009
9	23	24	1	-9.03	81.54
10	20	31	11	0.97	0.94
11	20	28	8	-2.03	4.12
12	20	21	1	-9.03	81.54
13	17	19	2	-8.03	64.48
14	8	27	19	8.97	80.46
15	17	26	9	-1.03	1.06
16	18	32	14	3.97	15.76
17	12	21	9	-1.03	1.06
18	19	29	10	-0.03	0.0009
19	6	22	16	5.97	35.64
20	20	31	11	0.97	0.94
21	24	29	5	-5.03	25.30
22	17	34	17	6.97	48.58
23	13	26	13	2.97	8.82
24	12	18	6	-4.03	16.24
25	20	28	8	-2.03	4.12
26	20	32	12	1.97	3.88
27	20	24	4	-6.03	36.36
28	10	26	16	5.97	35.64
29	11	31	20	9.97	99.40
30	11	19	8	-2.03	4.12
Σ	521	822	301		676.94
	$\bar{X}_1 = 17.3667$	$\bar{X}_2 = 27.3667$	$MD_1 = 10.03$		

$$t = 1.306$$

ตาราง 13 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ของกลุ่มทดลอง 2 : สอนโดยใช้ผังมโนมิติ

คนที่	ก่อนการสอน (X_1)	หลังการสอน (X_2)	ผลต่าง (D_2)	$D_2 - MD_2$	$(D_2 - MD_2)^2$
1	30	33	3	-5.53	30.58
2	23	26	3	-5.53	30.58
3	17	26	9	0.47	0.22
4	27	36	9	0.47	0.22
5	15	23	8	-0.53	0.28
6	12	24	12	3.47	12.04
7	16	25	9	0.47	0.22
8	30	37	7	-1.53	2.34
9	26	38	12	3.47	12.04
10	23	33	10	1.47	2.16
11	17	29	12	3.47	12.04
12	24	26	2	-6.53	42.64
13	24	27	3	-5.53	30.58
14	21	29	8	-0.53	0.28
15	21	32	11	2.47	6.10
16	11	20	9	0.47	0.22
17	26	29	3	-5.53	30.58
18	10	28	18	9.47	89.68
19	18	32	14	5.47	29.92
20	15	26	11	2.47	6.10
21	21	30	9	0.47	0.22
22	21	29	8	-0.53	0.28
23	21	29	8	-0.53	0.28
24	21	27	6	-2.53	6.40
25	17	30	13	4.47	19.98
26	14	27	13	4.47	19.98
27	33	36	3	-5.53	30.58
28	14	26	12	3.47	12.04
29	22	24	2	-6.53	42.64
30	13	22	9	0.47	0.22
Σ	603	859	256		471.44
	$\bar{X}_1 = 20.1000$	$\bar{X}_2 = 28.6333$	$MD_2 = 8.53$		

$$t = 1.306$$

ตาราง 14 คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และการทดสอบหลังเรียน(Posttest) ของกลุ่มทดลอง 1 : สอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิด

คนที่	ก่อนการสอน (X_1)	หลังการสอน (X_2)	ผลต่าง (D_1)	$D_1 - MD_1$	$(D_1 - MD_1)^2$
1	60	75	15	3.57	12.74
2	63	80	17	5.57	31.02
3	68	69	1	-10.43	108.78
4	62	76	14	2.57	6.60
5	66	73	7	-4.43	19.62
6	65	72	7	-4.43	19.62
7	60	76	16	4.57	20.88
8	66	79	3	-8.43	71.06
9	63	64	1	-10.43	108.78
10	61	79	18	6.57	43.16
11	55	74	19	7.57	57.30
12	50	65	15	3.57	12.74
13	50	74	24	12.57	158.00
14	44	74	30	18.57	344.84
15	63	73	10	-1.43	2.04
16	63	65	2	-9.43	88.92
17	70	74	4	-7.43	55.20
18	51	69	18	6.57	43.16
19	61	70	9	-2.43	5.90
20	64	76	12	0.57	0.32
21	73	78	5	-6.43	41.34
22	65	78	13	1.57	2.46
23	69	71	2	-9.43	88.92
24	47	66	19	7.57	57.30
25	62	71	9	-2.43	5.90
26	53	73	20	8.57	73.44
27	49	62	13	1.57	2.46
28	64	70	6	-5.43	29.48
29	60	62	2	-9.43	88.92
30	62	74	12	0.57	0.32
Σ	1809	2211	343		1601.22
	$\bar{X}_1 = 59.833$	$\bar{X}_2 = 71.7667$	$MD_1 = 11.43$		

$$t = 0.21$$

ตาราง 15 คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ของกลุ่มทดลอง 2 : สอนโดยใช้ผังมโนมิติ

คนที่	ก่อนการสอน (X_1)	หลังการสอน (X_2)	ผลต่าง (D_2)	$D_2 - MD_2$	$(D_2 - MD_2)^2$
1	73	77	4	-7.03	49.42
2	64	83	19	7.97	63.52
3	62	75	13	1.97	3.88
4	62	79	17	5.97	35.64
5	64	69	5	-6.03	36.36
6	48	76	28	16.97	287.98
7	61	74	13	1.97	3.88
8	72	74	2	-9.03	81.54
9	80	82	2	-9.03	81.54
10	63	71	8	-3.03	9.18
11	75	77	2	-9.03	81.54
12	50	77	27	15.97	225.04
13	61	73	12	0.97	0.94
14	60	81	21	9.97	99.40
15	62	73	11	-0.03	0.00
16	60	68	8	-3.03	9.18
17	67	83	16	4.97	24.70
18	58	66	8	-3.03	9.18
19	64	71	7	-4.03	16.24
20	58	78	20	8.97	80.46
21	69	80	11	-0.03	0.00
22	66	79	13	1.97	3.88
23	74	80	6	-5.03	25.30
24	71	76	5	-6.03	36.36
25	61	75	14	2.97	8.82
26	63	79	16	4.97	24.70
27	71	74	3	8.03	64.48
28	75	76	1	-10.03	100.60
29	72	78	6	-5.03	25.3
30	62	75	13	1.97	3.88
	1980	2432	331		1492.94
	$\bar{X}_1 = 64.9333$	$\bar{X}_2 = 75.9000$	$MD_2 = 11.03$		

$$t = 0.21$$

ภาคผนวก ง

- ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมที่พึงประสงค์วิชาวิทยาศาสตร์ ว306
เรื่อง “การขนส่งและการสื่อสาร” ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตาราง 16 การวิเคราะห์จุดประสงค์และพฤติกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ว 306 เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร

จุดประสงค์	พฤติกรรมที่พึงประสงค์			
	รู้-จำ	เข้าใจ	นำไปใช้	ทักษะฯ
1. อธิบายวิวัฒนาการของการขนส่งทางบก ทางน้ำและทางอากาศในเชิงของการขยายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลให้มนุษย์มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น	-	2	1	5
2. อธิบายปัจจัยพื้นฐานบางประการและหลักการที่เกี่ยวข้องกับการขนส่ง คือ แรงเสียดทาน การลอยตัวและแรงยกตัวได้				
3. อธิบายหลักการทำงานของรอก คานและพื้นเอียง	1	2	2	4
4. อธิบายความหมาย นำหลักการของโมเมนต์และงานไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้				
5. อธิบายหลักการทำงานของเบื้องต้นของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและเครื่องยนต์ดีเซลได้	1	2	-	-
6. นำหลักเกี่ยวกับความเฉื่อยและจุดศูนย์ถ่วงไปใช้ในกิจกรรมต่างๆได้	2	3	3	1
7. อธิบายความหมายของความเข้มเสียงและระดับความเข้มของเสียงได้	2	1	-	1
8. อธิบายการเคลื่อนที่ของเสียงได้				
9. อธิบายหลักการทำงานของโทรเลข โทรพิมพ์ วิทยุ โทรทัศน์ และโทรศัพท์ได้	2	3	-	-
10. เลือกใช้อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งและสื่อสารได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัยตลอดจนมีจิตสำนึกและแสดงความรับผิดชอบต่อการรักษาอุปกรณ์ดังกล่าว	-	-	2	
11. ตระหนักถึงความสำคัญของการขนส่งและการสื่อสารในฐานะที่เป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาประเทศได้				
12. ตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวกับปัญหา คิดหาวิธีทดลองและดำเนินการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานนั้นได้				
รวม	8	13	8	11
ลำดับที่	3	1	3	2

ภาคผนวก จ

- ตัวอย่างแผนการสอน
- ตัวอย่างชุดฝึกกระบวนการคิด
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แผนการสอนโดยชุดฝึกกระบวนการคิด

ครั้งที่ 1 คาบที่ 1 – 2

วิชาวิทยาศาสตร์ ว306 บทที่ 17 การขนส่งและการสื่อสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่อง วิวัฒนาการของการขนส่ง (แรงเสียดทาน) เวลา 2 คาบ (100 นาที)

มโนคติทางวิทยาศาสตร์

การขนส่งเป็นการเคลื่อนย้ายบุคคลและวัตถุจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งด้วยยานพาหนะต่าง ๆ ซึ่งมีวิวัฒนาการทั้งด้านรูปร่าง ขนาด ความเร็ว และเชื้อเพลิงหรือพลังงานที่ยานพาหนะใช้ด้วยมี 3 ทางได้แก่การขนส่งทางบก ทางน้ำและทางอากาศ

การขนส่งทางบกเป็นการเคลื่อนย้ายวัตถุไปบนพื้นที่มีแรงเสียดทาน ซึ่งเป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุที่พยายามต้านการเคลื่อนที่ จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะผิวสัมผัส และแรงที่กดทับ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. อธิบายความหมายและวิวัฒนาการของการขนส่งทางบกได้
2. อธิบายปัจจัยและหลักการที่เกี่ยวข้องกับ แรงเสียดทานได้
3. บอกความสำคัญของการขนส่งทางบกที่นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
4. ระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบ ดำเนินการแก้ปัญหาและดำเนินการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับแรงเสียดทานได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ศึกษาคำชี้แจงในชุดฝึกกระบวนการคิดชุดที่ 1 เรื่องวิวัฒนาการการขนส่ง(แรงเสียดทาน)และดำเนินการตามขั้นตอนในชุดกระบวนการคิดดังต่อไปนี้

1. ขั้นสำรวจปัญหา ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่เป็นข้อความ ในชุดฝึกกระบวนการคิด แล้วเขียนปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้อยู่ในรูปของประโยคคำถามให้มากที่สุด
2. ขั้นระบุปัญหา ให้นักเรียนเลือกปัญหาจากที่กำหนดไว้ 1 ปัญหา โดยให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด และสามารถนำมาทดสอบได้ พร้อมบอกเหตุผลในการเลือก
3. ขั้นหาทางแก้ปัญหาที่หลากหลายมีดังนี้
 - 3.1 นักเรียนระบุถึงสาเหตุของปัญหาที่นักเรียนเลือก
 - 3.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเลือกสาเหตุของปัญหาที่น่าจะเป็นไปได้ แล้วนำมาเขียนสมมติฐาน โดยให้มีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรต้นและ ตัวแปรตาม
4. ขั้นเลือกทางเลือกที่คิดว่าดีที่สุด ด้วยการให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเลือกสมมติฐานที่น่าจะเป็นไปได้มากที่สุดโดยให้สอดคล้องกับสถานการณ์และปัญหาที่เลือกและสมมติฐานที่เลือกต้องสามารถทดสอบได้

5. ขั้นตอนการมีดังนี้

- 5.1 นักเรียนออกแบบการทดลอง โดยระบุวิธีการทดลองและรูปแบบการบันทึกผลการทดลองจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ครอบคลุมปัญหา สมมติฐานที่เลือกและสามารถทดสอบได้
 - 5.2 นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการที่ได้ออกแบบไว้
 - 5.3 นักเรียนบันทึกผลการทดลองที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองตามรูปแบบบันทึกที่ออกแบบไว้ลงในชุดฝึกกระบวนการคิด
 - 5.4 นักเรียนอภิปรายถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้และสรุปผลในการทดลองลงในชุดฝึกกระบวนการคิด
6. ขั้นประเมินผล ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังทำชุดฝึกกระบวนการคิด

สื่อการสอน

1. ชุดฝึกกระบวนการคิดชุดที่ 1 เรื่องวิวัฒนาการการขนส่ง(แรงเสียดทาน)
2. อุปกรณ์การทดลองที่กำหนดให้ในชุดฝึก

การวัดผลประเมินผล

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แผนการสอนโดยใช้ผังมโนมิติ

ครั้งที่ 1 คาบที่ 1-2

วิชาวิทยาศาสตร์ ว306 บทที่ 17 การขนส่งและการสื่อสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่อง วิวัฒนาการของการขนส่ง (แรงเสียดทาน) เวลา 2 คาบ (100 นาที)

มโนมิติทางวิทยาศาสตร์

การขนส่งเป็นการเคลื่อนย้ายบุคคลและวัตถุจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งด้วยยานพาหนะต่าง ๆ ซึ่งมีวิวัฒนาการทั้งด้านรูปร่าง ขนาด ความเร็ว และเชื้อเพลิงหรือพลังงานที่ยานพาหนะใช้ด้วยมี 3 ทางได้แก่การขนส่งทางบก ทางน้ำและทางอากาศ

การขนส่งทางบกเป็นการเคลื่อนย้ายวัตถุไปบนพื้นที่มีแรงเสียดทาน ซึ่งเป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุที่พยายามต้านการเคลื่อนที่ จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะผิวสัมผัส และแรงที่กดทับ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. อธิบายความหมายและวิวัฒนาการของการขนส่งทางบกได้
2. อธิบายปัจจัยและหลักการที่เกี่ยวข้องกับ แรงเสียดทานได้
3. บอกความสำคัญของการขนส่งทางบกที่นำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
4. ระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบ ดำเนินการแก้ปัญหาและดำเนินการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับแรงเสียดทานได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลองมีดังนี้
 - 1.1 นักเรียนศึกษาสถานการณ์เกี่ยวกับแรงเสียดทานแล้วร่วมกันอภิปรายปัญหาจากสถานการณ์เพื่อระบุปัญหา ตั้งสมมติฐานและเขียนผังความคิดเรื่องที่จะศึกษา

สถานการณ์ “ลูกหลอมมีอาชีพขับรถรับจ้างส่งสินค้าทั่วไป วันหนึ่งเขาได้รับว่าจ้างให้นำรถไปรับมะพร้าวจากสวนไปส่งในตลาดนครปฐม โชคร้ายของลูกหลอม ระหว่างทางที่ขับรถออกไปรถได้ตกหลุม เขาพยายามที่จะนำรถขึ้นมาให้ได้จึงเร่งเครื่องอย่างแรง แต่ปรากฏว่าล้อรถกลับจมลงไปในหลุมมากขึ้น”

 - 1.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลองจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้
2. ขั้นทำการทดลอง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองและบันทึกผลการทดลองตามที่ออกแบบไว้
3. ขั้นอภิปรายหลังทำการทดลองมีดังนี้
 - 3.1 นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองและเอกสารประกอบการสอนมาอภิปรายเพื่อระบุมโนมิติที่สำคัญ
 - 3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดลำดับมโนมิติ
 - 3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเชื่อมโยงมโนมิติต่าง ๆ เข้าด้วยกันด้วยคำเชื่อม
 - 3.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปรับปรุงแก้ไขผังมโนมิติที่สร้างขึ้นแล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียน

3.5 ครูและนักเรียนร่วมกันพิจารณาคัดเลือกมโนคติที่เหมาะสมที่สุดมาสรุปในบทเรียนและจดบันทึกลงในสมุด

3.6 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

3.7 ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด

สื่อการสอน

1. สถานการณ์ประกอบการสอนโดยกิจกรรมการสร้างผังมโนคติ
2. แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม
3. อุปกรณ์การทดลองเรื่อง แรงเสียดทาน

การวัดผลประเมินผล

1. สังเกตจากการทดลองและตอบคำถาม
2. ตรวจแบบฝึกหัด
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แผนการสอน

วิชา วิทยาศาสตร์ ว 306

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เรื่อง ผังมโนคติ

เวลา 2 คาบ (100 นาที)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของมโนคติได้
2. ระบุมโนคติที่สำคัญจากเรื่องที่กำหนดให้ได้
3. เขียนผังมโนคติจากเรื่องที่กำหนดให้ได้

เนื้อหา

มโนคติ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจของแต่ละบุคคล เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยนำการรับรู้ที่ได้ มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม แล้วใช้ลักษณะเฉพาะร่วมกันของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกัน เพื่อลงข้อสรุปหรือจำแนกเป็นกลุ่มเป็นพวกได้

ผังมโนคติ เป็น แผนภาพการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเพื่อแสดงความสัมพันธ์กันระหว่างกลุ่มมโนคติที่เชื่อมโยงเข้าด้วยกัน ด้วยเส้นของคำเชื่อมที่เหมาะสม จะเริ่มจากการเลือกคำที่เป็นมโนคติที่สำคัญ แล้วนำมาจัดลำดับจากมโนคติที่กว้างสู่มโนคติที่แคบ โดยมโนคติที่กว้างอยู่บนสุด มโนคติที่แคบอยู่ถัดลงมา จนถึงมโนคติที่เฉพาะเจาะจงมากที่สุด

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 5 คน
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจับบัตรคำรูปสี่เหลี่ยมซึ่งประกอบด้วยคำว่า ฟาร์มิ่ง การเดิน ประหมื่อ ร้องเพลง และบัตรคำรูปวงกลมซึ่ง ประกอบด้วยคำว่า หนังสือ ดินสอ รถยนต์ แก้วน้ำ กุหลาบ
3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำบัตรคำมโนคติมาติดบนกระดานโดยให้บัตรลักษณะเดียวกันอยู่ในกลุ่มเดียวกัน
4. ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่าคำที่แสดงไว้ในบัตรทั้งสองแบบแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร (บัตรคำรูปสี่เหลี่ยมเป็นเหตุการณ์ ส่วนบัตรคำรูปวงกลมเป็นวัตถุ)

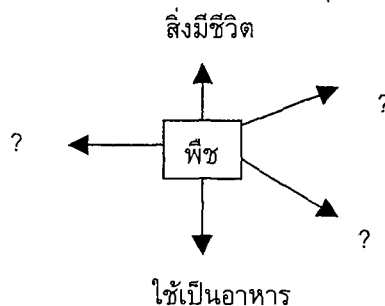
ขั้นทำกิจกรรม

กิจกรรมประกอบด้วย 3 ขั้นตอน

1. ผังความคิด
2. ขั้นสอน
3. ขั้นสร้างผังมโนคติ

กิจกรรมในแต่ละชั้น

1. **ฝึ๊งความคิด** ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจับบัตรคำกลุ่มละ 1 ใบแล้วให้ออกสิ่งที่เกี่ยวข้องกับคำที่จับได้มาทั้งหมด ครูเขียนตามบนกระดาน รูปแบบการเขียนไม่แน่นอน ยืดหยุ่นได้ เช่น นักเรียนจับได้คำว่า “พืช”



ครูให้นักเรียนดูรูปแบบฝึ๊งความคิดแบบต่างๆ

2. ขั้นสอน

2.1 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะของคำมโนคติให้นักเรียนทราบว่า ความคิดความเข้าใจหรือภาพที่เกิดขึ้นในจิตของนักเรียนต่อคำต่างๆคือมโนคติ

2.2 ครูอธิบายลักษณะของคำที่ไม่ใช่มโนคติได้แก่ คำเชื่อมเพื่อสร้างประโยคที่มีความหมาย เช่นคำว่า เป็น เช่น ซึ่ง ด้วย และคำที่มีลักษณะเป็นชื่อเฉพาะของบุคคล สถานที่หรือวิสามานยนาม ไม่ใช่คำมโนคติ

2.3 ครูแสดงบัตรประโยคสั้นๆบนกระดาน เช่น

- น้ำกลายเป็นไอ
- นกมีปีก
- หญ้ามีสีเขียว

ให้ออกคำที่เป็นมโนคติ และคำเชื่อม

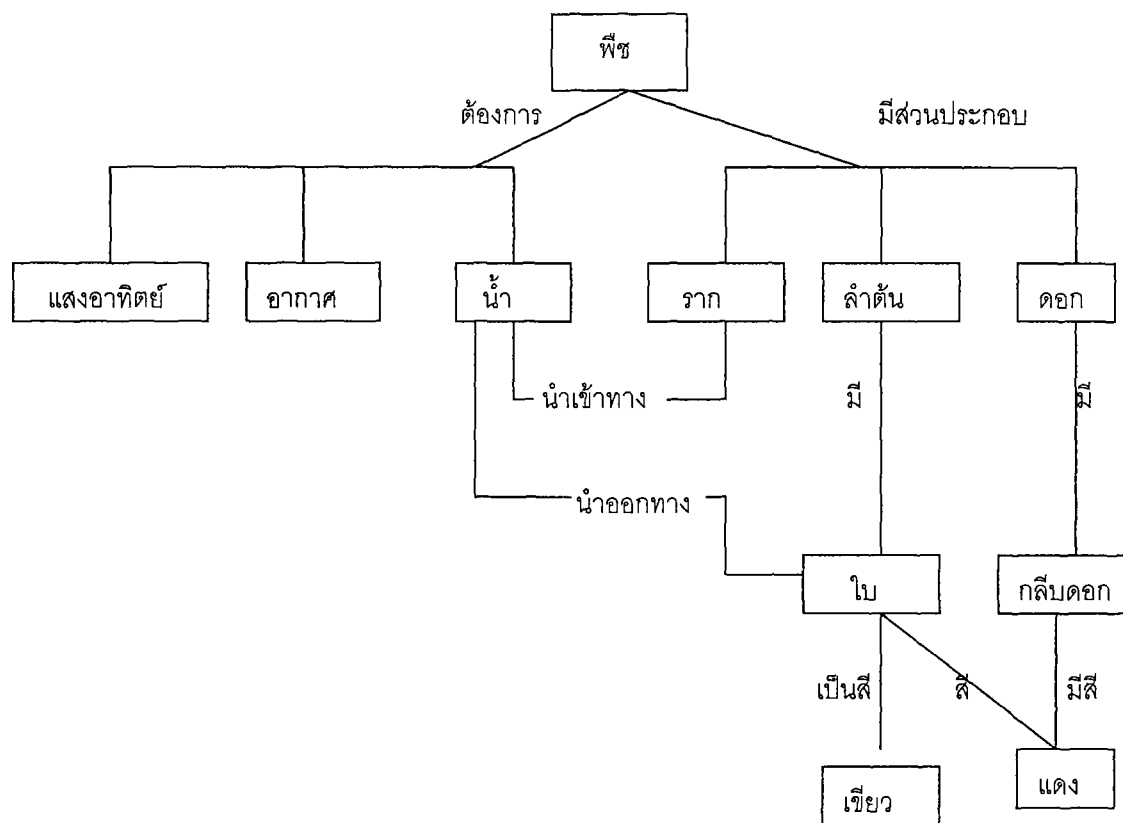
3. สร้างฝึ๊งมโนคติ

ให้นักเรียนสร้างฝึ๊งมโนคติดังนี้

3.1 ครูให้บัตรคำมโนติคำว่า พืช ลำต้น ราก ใบ กลีบ ดอก แสงอาทิตย์เขียว แดง น้ำ อากาศ ติดไว้บนกระดาน

3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายมโนคติที่มีความหมายครอบคลุมมากที่สุดไว้บนสุดและเรียงมโนคติอื่นๆลดหลั่นลงมาตามลำดับ ให้มีความสัมพันธ์กันบนกระดาน

3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันหาคำเชื่อมมโนคติเข้าด้วยกัน ด้วยเส้นและคำเชื่อมโดยคำนึงถึงมโนคติที่กว้างไปสู่ที่เฉพาะเจาะจง ดังภาพ ประกอบ 12



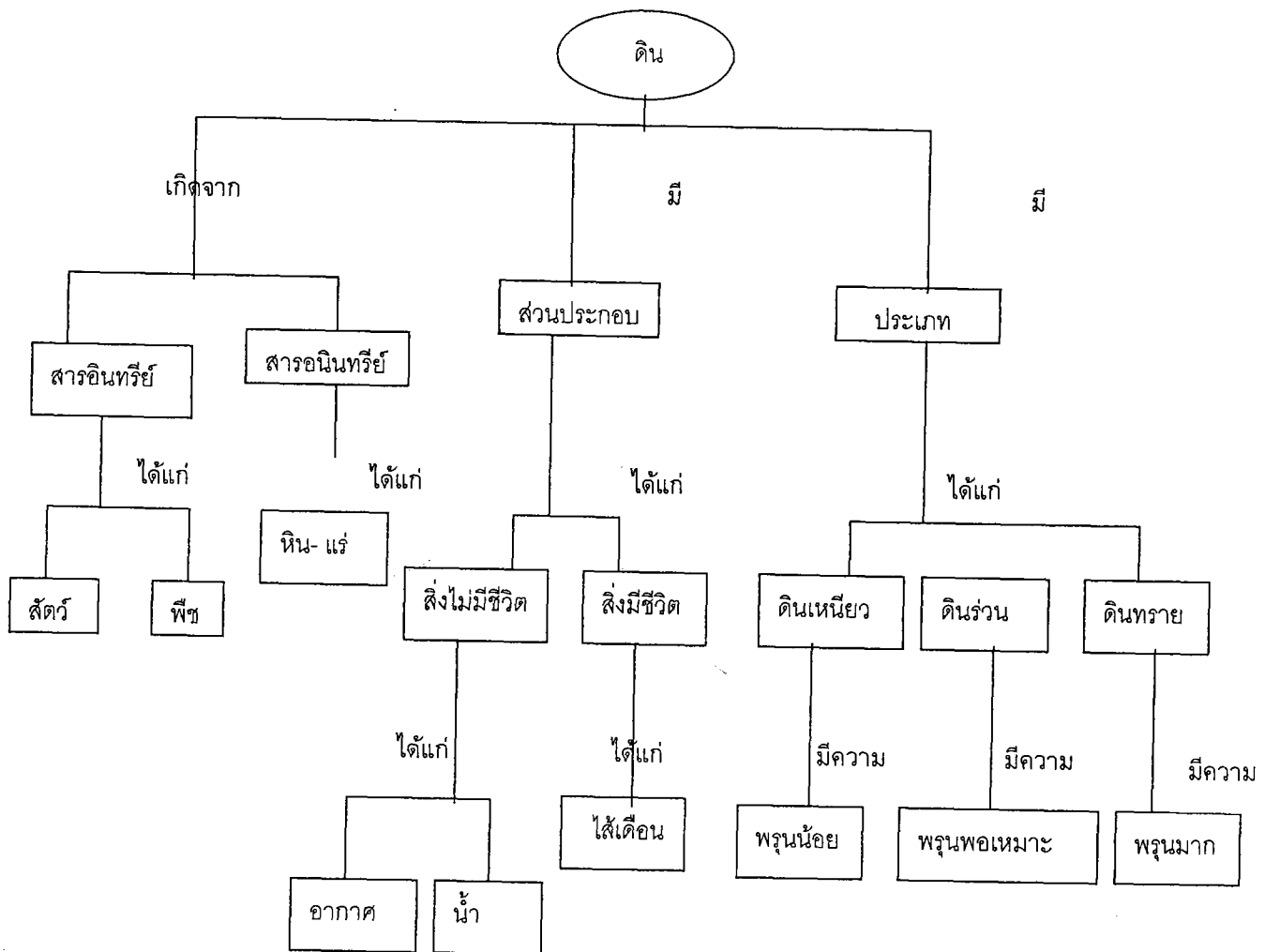
ภาพประกอบ 12 ผังมโนคติ เรื่อง พืช

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนมโนคติด้วยตนเองอีกครั้งดังมีขั้นตอนดังนี้

4.1 ครูให้บัตรคำมโนติคำว่า ดิน การเกิด ประเภท ส่วนประกอบ สิ่งมีชีวิต ไล่เดือน ดินทราย ดินเหนียว ไม่มีชีวิต ดินร่วน น้ำ แร่ธาตุ พืชมาก พืชน้อย อากาศ

4.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายมโนคติที่มีความหมายครอบคลุมมากที่สุดไว้บนสุดและเรียงมโนคติอื่น ๆ ลงมาตามลำดับ ให้มีความสัมพันธ์กันบนกระดาน

4.3 ครูและนักเรียนร่วมกันหาคำเชื่อมมโนคติเข้าด้วยกัน ด้วยเส้นและคำเชื่อมโดยคำนึงถึงมโนคติที่กว้างไปสู่ที่เฉพาะเจาะจง ดังภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 ผังมโนติเรื่องดิน

ขั้นตอนิกปรายหลังกิจกรรม

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายขั้นตอนการสร้างผังมโนติเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับความหมายและวิธีการสร้างผังมโนติ

สื่อการเรียนการสอน

1. บัตรคำมโนคติชุดที่ 1 บัตรคำรูปสี่เหลี่ยมซึ่งประกอบด้วยคำว่า ฟาร์อง การเดิน ปรมมือ ร้องเพลง และบัตรคำรูปวงกลมซึ่ง ประกอบด้วยคำว่า หนังสือ ดินสอ รถยนต์ แก้วน้ำ กุหลาบ
2. บัตรคำและข้อความที่เป็นประโยคสั้นๆได้แก่เป็น เช่น ซึ่ง ด้วย น้ำกลายเป็นไอ นกมีปีก หญ้า มี สีเขียว
3. บัตรคำมโนคติชุดที่ 2 ได้แก่ว่า พืช ลำต้น ราก ใบ กลีบ ดอก แสงอาทิตย์เขียว แดง น้ำ อากาศ
4. บัตรคำมโนคติชุดที่ 3 ได้แก่ว่า ดิน การเกิด ประเภท ส่วนประกอบ สิ่งมีชีวิต ไล่เดือน ดินทราย ดินเหนียว ไม่มีชีวิต ดินร่วน น้ำ แร่ธาตุ พรุนมาก พรุนน้อย อากาศ
5. กระดาษเขียนผังมโนคติที่สำคัญ
6. ผังมโนคติ เรื่อง พืช
7. ผังมโนคติ เรื่อง ดิน

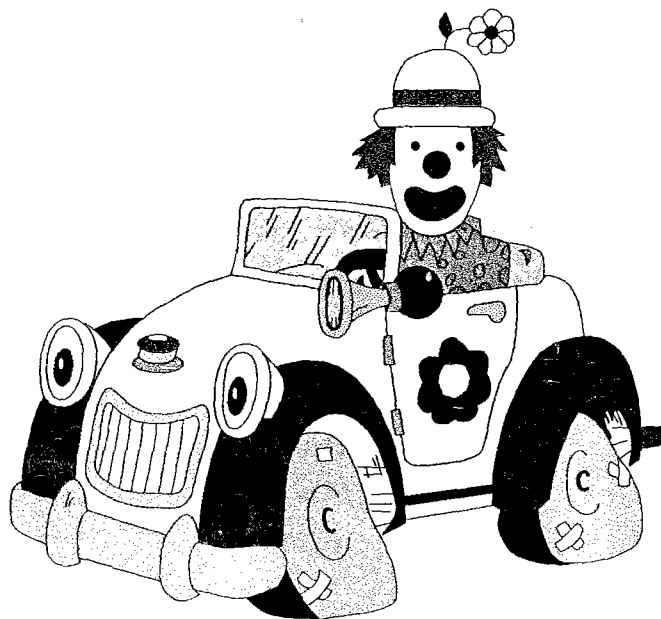
การประเมินผล

1. พฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรม
2. การนำเสนองานหน้าชั้นเรียนของนักเรียน

ชุดฝึกกระบวนการคิด

ชุดที่ 1

เรื่อง วิวัฒนาการการขนส่ง (แรงเสียดทาน)



ชื่อ.....นามสกุล.....

ชั้น.....กลุ่มที่.....

โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี เขตบางแค กรุงเทพมหานคร

คำชี้แจง

ชุดฝึกกระบวนการคิดชุดนี้ได้กำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนศึกษา ตั้งคำถามตามที่ นักเรียนสงสัย และหาวิธีการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนจะต้องศึกษาจุดประสงค์ของกิจกรรม เวลาที่ใช้ ปฏิบัติกิจกรรม และเนื้อหาของกิจกรรมให้เข้าใจเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมในชุดฝึกกระบวนการคิดดังนี้

1. ชุดฝึกกระบวนการคิดเรื่อง แรงเสียดทาน ชุดนี้ใช้เวลา 2 คาบ 100 นาที
2. นักเรียนจัดกลุ่ม ๆ ละ 5 คน
3. นักเรียนศึกษาจุดประสงค์ของกิจกรรม เนื้อหาประกอบในชุดฝึกกระบวนการคิด
4. นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้และลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนในชุดฝึกกระบวนการคิด ซึ่งประกอบด้วย กิจกรรม 6 ขั้นตอน ดังนี้
 - ขั้น 1 สำรวจปัญหา
 - ขั้น 2 ระบุปัญหา
 - ขั้น 3 หาทางแก้ปัญหามากมาย
 - ขั้น 4 เลือกทางแก้ปัญหาคิดว่าดีที่สุด
 - ขั้น 5 ขั้นตอนดำเนินการ
 - ขั้น 6 ประเมินผล
5. นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายชุดฝึกกระบวนการคิด
6. ขณะที่นักเรียนศึกษาชุดฝึกกระบวนการคิด ถ้ามีปัญหา หรือข้อสงสัย สามารถปรึกษาครูผู้สอนได้

ทุกคนอ่านให้เข้าใจด้วย..ค่ะ



จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อศึกษาเนื้อหาแล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายและวิวัฒนาการของการขนส่งได้
2. อธิบายปัจจัยและหลักการที่เกี่ยวข้องกับ แรงเสียดทานได้
3. บอกความสำคัญของการขนส่งทางบกที่นำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
4. ระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบ ดำเนินการแก้ปัญหาและดำเนินการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานได้

เนื้อหาประกอบการเรียน

การขนส่งเป็นกระบวนการเคลื่อนย้ายบุคคลและวัตถุจากแห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่งด้วยอุปกรณ์
การขนส่งแบ่งออกเป็น 3 ทาง คือ

1. การขนส่งทางบก ในสมัยก่อนใช้การเดินทางด้วยเท้า ใช้แรงงานจาก คน สัตว์ เมื่อเทคโนโลยีเจริญขึ้น มีการใช้เครื่องจักรไอน้ำ เครื่องยนต์ดีเซล เครื่องยนต์ก๊าซโซลีน จนปัจจุบันสามารถใช้รถไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพ
2. การขนส่งทางน้ำ ในสมัยโบราณใช้แพ เรือพายหรือแจว ต่อมาพัฒนามาเป็นเรือใบ เรือกลไฟ เรือยนต์ ในปัจจุบัน ใช้พลังงานนิวเคลียร์
3. การขนส่งทางอากาศ เริ่มตั้งแต่มีการใช้เครื่องบิน บอลลูน เรือเหาะ เครื่องบินไอพ่น จรวด และกระสวยอวกาศในที่สุด

การขนส่งทางบก หมายถึงการลำเลียง คน สัตว์ สิ่งของ จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง โดยใช้ยานพาหนะเคลื่อนที่บนบก ขณะที่วัตถุเคลื่อนที่ไปบนพื้นจะมีแรงเสียดทานเกิดขึ้นเสมอ (Friction)

แรงเสียดทาน หมายถึง แรงที่ต้านทานเคลื่อนที่ของวัตถุจะเกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุทั้งสอง และมีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทานจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ

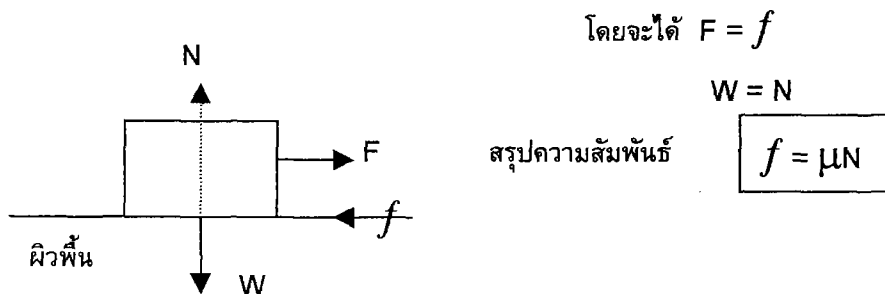
1. ลักษณะของผิวสัมผัส ถ้าผิวสัมผัสเรียบ ลื่น แรงเสียดทานจะมีค่าน้อย ผิวสัมผัสขรุขระ หยาบ แรงเสียดทานจะมีค่ามาก
2. แรงที่กดตั้งฉากกับผิวสัมผัส
3. ชนิดของวัตถุ

ชนิดของแรงเสียดทาน

แรงเสียดทานมี 2 ชนิด

1. แรงเสียดทานสถิต (static friction) เป็นแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นบนวัตถุขณะที่วัตถุอยู่นิ่ง ๆ หรือกำลังจะเคลื่อนที่
 - วัตถุอยู่นิ่ง ไม่มีแรงอื่นมากระทำ แรงเสียดทานมีค่าเป็นศูนย์ ($f = 0$)
 - วัตถุกำลังจะเคลื่อนที่ เมื่อมีแรงอื่นมากระทำต่อวัตถุ แรงเสียดทานจะมีค่าเท่าแรงกระทำ หรือเพิ่มขึ้นตามแรงกระทำ ($f = F$)
 - แรงเสียดทานจะมีค่ามากที่สุดเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่
2. แรงเสียดทานจลน์ (Dynamic friction) เป็นแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่

สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน (μ) คืออัตราส่วนระหว่างแรงที่ใช้ดึงให้วัตถุเคลื่อนที่กับ ปฏิกริยาของพื้นที่กระทำกับวัตถุในทิศทางตั้งฉากกับพื้น ดังรูป



โดยจะได้ $F = f$

$$W = N$$

สรุปความสัมพันธ์

$$f = \mu N$$

หรือ

$$\mu = \frac{f}{N}$$

เมื่อ F = แรงพยายามดึงให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

f = แรงเสียดทาน (นิวตัน)

W = น้ำหนักของวัตถุที่กดทับ (นิวตัน)

N = ปฏิกริยาของพื้นที่กระทำต่อวัตถุในทิศตั้งฉากกับพื้น (นิวตัน)

μ (มิว) = สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน (ไม่มีหน่วย)

หมายเหตุ กรณีที่วัตถุวางบนพื้นราบ N = น้ำหนักของวัตถุ หรือ $N = mg$

m = มวลของวัตถุ (kg) และ $g = 10 \text{ m/s}^2$

ตัวอย่างที่ 1 กล่องใบหนึ่งหนัก 5 kg วางอยู่บนพื้นราบเมื่อต้องการให้กล่องเคลื่อนที่ต้องออกแรงผลัก 20 N ตามแนวราบ จงหาสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน

วิธีทำ $N = mg$

$$N = 5 \times 10$$

$$N = 50 \text{ นิวตัน}$$

จากสูตร

$$\mu = \frac{f}{N}$$

$$= \frac{20}{50}$$

$$\mu = 0.4$$

ตัวอย่างที่ 2 วัตถุหนัก 200 นิวตัน อยู่บนพื้นที่มีสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน 0.25 จงคำนวณหาแรงเสียดทานที่ผิวสัมผัส

วิธีทำ จากสูตร $f = \mu N$

$$= 0.25 \times 200$$

ดังนั้นแรงเสียดทานที่ผิวสัมผัส 50 นิวตัน

ประโยชน์ของแรงเสียดทาน

1. ลดอุบัติเหตุที่เกิดจากการเคลื่อนที่
2. ทำให้ยานพาหนะเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ต้องการได้

ข้อเสียของแรงเสียดทาน

ทำให้ต้องออกแรงเพิ่มขึ้นเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานมากขึ้น เช่น การเคลื่อนที่บนพื้นทรายต้องใช้แรงมากกว่าบนพื้นราบ

สถานการณ์

“ลูกหลงมีอาชีพขับรถรับจ้างส่งสินค้าทั่วไป วันนี้เขาได้รับว่าจ้างให้นำรถไปรับมะพร้าวจากสวนให้ไปส่งในตลาดนครปฐม โชคร้ายของลูกหลง ระหว่างทางขณะขับรถออกไปรถได้ตกหล่ม เขาพยายามที่จะนำรถขึ้นมาให้ได้จึงเร่งเครื่องอย่างแรง แต่ปรากฏว่าล้อรถกลับจมลงไปในหล่มมากขึ้น”

1. ขั้นสำรวจปัญหา

ปัญหา หมายถึง ข้อสงสัยที่ต้องพัฒนาแก้ไข
โดยเขียนอยู่ในรูปของประโยคคำถาม



จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนมีข้อสงสัยใดบ้าง (เขียนให้อยู่ในรูปของประโยคคำถาม)

1.
2.
3.
4.

2. ขั้นระบุปัญหา

✿ นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตัดสินใจเลือกปัญหาเพียง 1 ปัญหา ให้ครอบคลุมสถานการณ์ที่กำหนดให้และสามารถทดสอบได้

ปัญหาที่เลือก คือ

.....

เหตุผลในการเลือกปัญหา คือ

.....

.....

3.ค้นหาทางแก้ปัญหาที่หลากหลาย

✿ ปัญหาที่เลือก

มีสาเหตุมาจากอะไร

1. สาเหตุ
ผล
2. สาเหตุ
ผล
3. สาเหตุ
ผล

✿ จากสาเหตุของปัญหาที่เลือก ให้นักเรียนมาอภิปรายและเขียนเป็นสมมติฐานให้มากที่สุดโดยเขียนอยู่ในรูปประโยค “ถ้า.....แล้ว.....”

สมมติฐาน คือ

1.
2.
3.
4.

สมมติฐาน หมายถึง คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า ซึ่งเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น ตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจถูกหรือผิด ก็ได้ต้องมีการทดลอง ทดสอบ ซึ่งผลที่ได้จะนำมาสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆตามมาหรือเป็นสิ่งที่ต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลมาจากตัวแปรต้น เมื่อสาเหตุเปลี่ยนไป สิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนไปด้วย

4. ชั้นเลือกทางที่คิดว่าดีที่สุด

- ✿ นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อเลือกสมมติฐานที่เป็นไปได้มากที่สุด และสามารถทดสอบได้

สมมติฐานที่เลือก.....

ตัวแปรต้น คือ.....

ตัวแปรตาม คือ.....

5. ขั้นตอนการ

- ✿ การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนทดลองก่อนลงมือปฏิบัติจริง เมื่อกำหนดวิธีทดลอง รูปแบบการบันทึกผลต้องครอบคลุมสมมติฐานตัวแปรต้น ตัวแปรตาม

อุปกรณ์การทดลอง

รถอูมิเนียม แผ่นไม้ ถูพลาสติก ตาข่ายสปริง เชือก ถูทรายก้อนหิน

- ✿ นักเรียนออกแบบการทดลองให้ครอบคลุมสถานการณ์ ปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งไว้โดยเขียนให้สามารถปฏิบัติได้

ขั้นตอนการทดลอง

1.

2.

3.

4.

5.

- ✿ นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนการทดลองที่ออกแบบไว้ให้ครบขั้นตอน แล้วนำเสนอข้อมูลให้เข้าใจง่ายที่สุด เช่น ตาราง กราฟ การบรรยาย

บันทึกผลการทดลอง.....

.....

.....

.....

.....

.....

จากผลการทดลอง นักเรียนสามารถสรุปผลได้ว่า.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. ชั้นประเมินผล

แบบทดสอบหลังทำกิจกรรมชุดฝึกกระบวนการคิด เรื่อง “ แรงเสียดทาน ”

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ทับตัวอักษรหน้าข้อที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ข้อใดเป็นปัญหาของสถานการณ์นี้

- ก. รถของลูกหลงติดหล่ม
- ข. ลูกหลงมีอาชีพขับรถรับจ้าง
- ค. ลูกหลงโชคร้ายมาก
- ง. เอารถขึ้นจากหล่มไม่ได้
- จ. ลูกหลงขับรถส่งมะพร้าว

2. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. ลูกหลงรับจ้างขนมะพร้าว
- ข. ล้อรถจมลงไปในหล่ม
- ค. พื้นถนนเป็นหลุมเป็นบ่อ
- ง. ล้อรถยนต์ไม่มีดอกยาง
- จ. บรรทุกมะพร้าวหนักมากเกินไป

3. จากปัญหาที่เกิดขึ้นนักเรียนจะมีวิธีแก้ปัญหาอย่างไร

- ก. เร่งเครื่องให้มากขึ้นกว่าเดิม
- ข. เอาก้อนหินใส่ในหล่มแล้วจึงเร่งเครื่อง
- ค. ขนมะพร้าวลงจากรถแล้วเร่งเครื่อง
- ง. เปลี่ยนยางรถยนต์ใหม่
- จ. เช็ดเครื่องรถก่อนใช้งาน

4. จากวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวนักเรียน

คิดว่าผลที่ได้จากการแก้ปัญหาคืออะไร

- ก. แรงเสียดทานระหว่างพื้นกับล้อมีน้อย
ล้อจึงขึ้นจากหล่มไม่ได้
- ข. เร่งเครื่องมาก ๆ รถจะมีกำลังมากขึ้น

- ค. ล้อรถมีดอกยางมากขึ้น เกาะถนนมากขึ้นขึ้นจากหล่มยากขึ้น

- ง. ทำให้รถมีน้ำหนักน้อยลงรถจะขึ้นง่าย

- จ. รถขนมะพร้าวจะไม่ติดหล่ม

5. เมื่อยานพาหนะเคลื่อนที่ไปบนผิวน้ำ บนถนนหรือในอากาศ ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด

- ก. เกิดแรงเสียดทานมีทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ

- ข. เกิดแรงเสียดทานมีทิศทางตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ

- ค. เกิดแรงเสียดทานมีทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ

- ง. เกิดแรงเสียดทานมีทิศทางขนานกับการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ

- จ. เกิดแรงเสียดทานมีทิศทางทำมุมแหลมกับการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ

6. ลองไปใช้รถเข็นอิฐเที่ยวแรกบรรทุกอิฐ 40 ก้อนเที่ยวที่สองบรรทุกอิฐ 60 ก้อนโดยใช้รถคันเดิมและผ่านเส้นทางเดิม ข้อใดสรุปได้ถูกต้องที่สุด

- ก. เที่ยวแรกเกิดแรงเสียดทานระหว่างล้อกับถนนมากกว่าเที่ยวที่สอง

- ข. เที่ยวที่สองเกิดแรงเสียดทานระหว่างล้อกับถนนมากกว่าเที่ยวแรก

ด. ทั้งสองเที่ยวเกิดแรงเสียดทานระหว่างล้อกับถนนเท่ากันเพราะใช้รถคันเดิมและผ่านเส้นทางเดิม

ง. ทั้งสองเที่ยวไม่เกิดแรงเสียดทานระหว่างล้อกับถนนเพราะรถเคลื่อนที่ไป

จ. ยังสรุปไม่ได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ

7. เพราะเหตุใดด้านหน้าของเรือจึงมีรูปร่างเรียวแหลม

ก. เพื่อความสวยงาม

ข. เพิ่มปริมาตรของเรือ

ค. ลดปริมาตรของเรือ

ง. เป็นเอกลักษณ์ของเรือ

จ. เพื่อลดพื้นที่สัมผัส

8. วัตถุก้อนหนึ่งหนัก 90 Kg วางอยู่บนพื้นที่มี

สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน 0.6 จะต้องออกแรงดึงเท่าไร วัตถุจึงจะเคลื่อนที่ได้พอดี

ก. 54

ข. 90

ค. 150

ง. 540

จ. 900

9. ในการดันกล่องซึ่งหนัก 100 Kg ไปตามพื้นราบ ถ้าออกแรง 392 N กล่องจะเริ่มเคลื่อนที่พอดี และเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่แล้ว ออกแรงเพียง 245 N จึงหาสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานจลน์ระหว่างผิวสัมผัสมีค่าเท่าไร

ก. 0.25

ข. 0.4

ค. 2.4

ง. 3.9

จ. 47

10. จากข้อ 9 สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตระหว่างผิวสัมผัสมีค่าเท่าไร

ก. 0.25

ข. 0.32

ค. 0.40

ง. 0.52

จ. 4.7

เฉลย...แบบทดสอบ เรื่อง
"แรงเสียดทาน"

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

ไชโย... เสร็จแล้ว

ทำชุดต่อไปกันเถอะ



1. ในตารางข้างล่างเป็นการบันทึกผลการทดลองใช้แรงลากวัตถุชนิดและน้ำหนักต่างๆไปบนพื้นผิวราบชนิดเดียวกันจนวัตถุเริ่มเคลื่อนที่พอดี

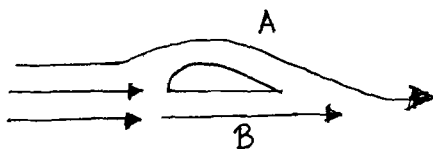
ชนิดของวัตถุ	ขนาดของน้ำหนัก(นิวตัน)	แรงที่ใช้ลาก(นิวตัน)
A	10	40
B	5	20
C	30	120
D	20	80
E	40	160

ข้อใดจัดเรียงลำดับขนาดของแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นบนผิววัตถุจากมากไปน้อยได้ถูกต้อง

- A, B, C, D, E
 - E, C, D, A, B
 - E, D, C, A, B
 - B, A, D, C, E
 - B, D, A, E, C
2. จุดประสงค์ที่สำคัญที่สุดที่ผู้ผลิตยานพาหนะทำบริเวณผิวของยานพาหนะให้เป็นมันหรือไม่ก็ทาสีคืออะไร
- ป้องกันสนิม
 - เพื่อให้เกิดความสวยงาม
 - เพื่อช่วยสะท้อนรังสีความร้อน
 - เพื่อลดแรงเสียดทานกับอากาศ
 - เพื่อเป็นเอกลักษณ์ของยานพาหนะ
3. เมื่อนำวัตถุก้อนหนึ่งหนัก 150 g หย่อนลงไปในถ้วยยูเรกาซึ่งมีน้ำเต็ม ปรากฏว่าน้ำล้นออกมา 45 cm³ อียากราบว่าถ้าชั่งวัตถุนั้นในน้ำจะหนักเท่าใด (ความหนาแน่นของน้ำ 1g/cm³)
- 45g
 - 105g
 - 150g
 - 195g
 - 675g
4. การที่จะทำให้วัตถุที่จมน้ำ สามารถลอยน้ำได้ต้องทำอะไร
- ลดปริมาตรของวัตถุ
 - เพิ่มปริมาตรของวัตถุ
 - ทำให้วัตถุมีมวลลดลง
 - ทำให้วัตถุมีมวลมากขึ้น
 - ทำให้วัตถุมีความหนาแน่นมากขึ้น

5. การออกแบบทดลองเพื่อทดสอบว่า "ขนาดของถ้วยมีเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกันสามารถบรรจุน้ำหนักสิ่งของได้เท่ากันหรือไม่" ทำการทดลองโดยนำถ้วยทั้ง 2 ขนาดไปลอยในอ่างน้ำ แล้วค่อย ๆ หย่อนลูกกลมเหล็กลงทีละลูก จากการทดลอง สิ่งที่ต้องจัดให้แตกต่างกันคืออะไร

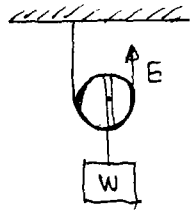
- ก. มวลของถ้วย
 - ข. ปริมาตรของน้ำที่ลอยถ้วย
 - ค. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถ้วย
 - ง. ขนาดของลูกกลมเหล็กที่ใส่ในถ้วย
 - จ. ระยะเวลาที่ปล่อยลูกกลมเหล็กลงในถ้วย
6. เพราะเหตุใดเรือที่สร้างด้วยเหล็กจึงลอยน้ำได้
- ก. น้ำช่วยให้เรือเหล็กเกิดแรงลอยตัว
 - ข. น้ำหนักของเรือเหล็กน้อยกว่าน้ำหนักของน้ำ
 - ค. ความหนาแน่นเรือเหล็กน้อยกว่าความหนาแน่นของน้ำ
 - ง. ปริมาตรของเรือเหล็กมากจนมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ
 - จ. เรือเหล็กมีปริมาตรมากกว่าจนความหนาแน่นมากกว่าน้ำ
7. ข้อใดไม่ใช่ผลของการสังเกต
- ก. น้ำใส่นาวัยเล่นจิ้ง
 - ข. ใบไม้ลอยปริ่มอยู่ในน้ำ
 - ค. รอกเตี้ยมีเชือกคล้องด้านบน
 - ง. หมาเฝ้าลอยน้ำมามีกลิ่นเหม็น
 - จ. สมศรีบอกว่าไม้จมนอยู่ในน้ำ 20 cm^3
8. จากรูปค่ากล่าวในข้อใดถูกต้อง



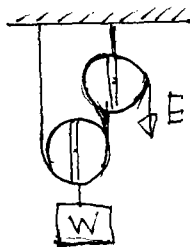
- ก. ความดันอากาศบริเวณ A มากกว่าบริเวณ B
- ข. แรงยกบริเวณ A ต้องมีค่ามากกว่าบริเวณ B
- ค. ความเร็วอากาศบริเวณ B มากกว่าบริเวณ A
- ง. ความหนาแน่นของอากาศบริเวณ B มากกว่าบริเวณ A
- จ. ความเร็วของอากาศบริเวณ A และ B มีค่าเท่ากันเสมอ

9. การจัดรอกแบบใดจึงจะผ่อนแรงมากที่สุด

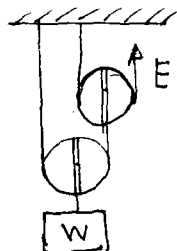
ก.



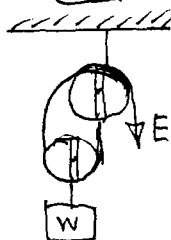
ข.



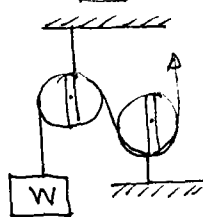
ค.



ง.



จ.



10. ในการยกของขึ้นที่สูง เลือกใช้รอกเดี่ยวตายตัวด้วยเหตุผลใด

ก. ประหยัดเวลา

ข. ออกแรงน้อย

ค. ประหยัดแรงงาน

ง. ประหยัดค่าใช้จ่าย

จ. สะดวกในการทำงาน

11. โมเมนต์หมายถึงอะไร

- ก. แรง x ระยะทาง
- ข. แรง x ระยะทางต่อเวลา
- ค. แรง x ระยะทางจากกลางคานถึงจุดหมุน
- ง. แรง x ระยะทางจากจุดหมายถึงแนวแรงนั้น
- จ. แรง x ระยะทางตั้งฉากจากจุดหมุนถึงแนวแรงนั้น

12. ถ้าต้องการออกแรงงัดก้อนหินด้วยชะแลงและให้ออกแรงน้อยที่สุดควรใช้วิธีใด

- ก. เลื่อนขอนหนุนให้อยู่ใกล้ก้อนหินมากที่สุด
- ข. เลื่อนขอนหนุนให้ห่างก้อนหินออกไปมาก
- ค. ใช้ขอนหนุน 2 จุด คือใกล้ก้อนหินและใกล้ชะแลง
- ง. เลื่อนขอนหนุนให้อยู่ที่ครึ่งหนึ่งของความยาวชะแลง
- จ. เลื่อนขอนหนุนให้อยู่ที่ครึ่งหนึ่งของระยะจากจุดกลางของชะแลงถึงก้อนหิน

13. อุปกรณ์ใดไม่ช่วยผ่อนแรง

- ก. คีมคีบถ่าน
- ข. คีมตัดลวด
- ค. กรรไกรตัดผ้า
- ง. ที่เปิดกระป๋อง
- จ. ที่ตัดกระดาษ

14. ถ้าต้องการทดลองหาความสามารถในการ ผ่อนแรงของพื้นระนาบเอียงว่าลักษณะใดจะผ่อนแรงได้มากกว่ากันจะออกแบบการทดลองตาม ข้อใด

- ก. ใช้วัสดุต่างชนิดกันลากไปบนพื้นระนาบเอียงที่มีความยาวเท่ากัน
- ข. ใช้พื้นระนาบเอียงขนาดความยาวเท่ากันจากวัตถุขนาดเท่ากัน
- ค. ใช้วัสดุต่างชนิดกันลากไปบนพื้นระนาบเอียงที่มีความยาวต่างกัน
- ง. ใช้พื้นระนาบเอียงขนาดความยาวต่างกันแต่มีความชันเท่ากันจากวัตถุขนาดเท่ากัน
- จ. ใช้พื้นระนาบเอียงขนาดความยาวเท่ากัน แต่มีความชันไม่เท่ากัน จากวัตถุขนาดเท่ากัน

15. สายใจ และสายสมร เข็นกล่องมวล 20kg เท่ากันไปเก็บไว้บนที่สูง 4m โดยสายใจออกแรง 10kg และสายสมรออกแรง 5kg จากข้อมูล สมมติฐานข้อใดถูกต้อง

- ก. สายสมรมีกำลังน้อยกว่าสายใจ
- ข. สายใจใช้พื้นเอียงสั้นกว่าสายสมร
- ค. สายใจใช้พื้นเอียงยาวเท่าสายสมร
- ง. สายใจใช้พื้นเอียงยาวกว่าสายสมร
- จ. สายสมรมีคนช่วยเข็นจึงออกแรงน้อย

16. สมชายยกของหนัก 30 นิวตัน จากพื้นห้องขึ้นไปวางไว้บนโต๊ะสูง 0.8 m งานเนื่องจากแรงที่ชายยกมีค่าเท่าใด
- 8
 - 24
 - 29.2
 - 30
 - 30.8
17. ในการทดลองเรื่องพื้นเอียง ถ้าต้องการทราบว่าความยาวของพื้นเอียงมีผลต่อการทำงานหรือไม่ นักเรียนจะต้องจัดสิ่งใดให้เหมือนกัน
- แรงดึงและน้ำหนักของวัตถุ
 - ชนิดของพื้นเอียงและน้ำหนักของวัตถุ
 - น้ำหนักของวัตถุ ความสูงของพื้นเอียง
 - ความยาวของพื้นเอียงและลักษณะของพื้นเอียง
 - ความสูง ชนิดของพื้นเอียงและน้ำหนักของวัตถุ
18. ในกลจักรก๊าซโซลีนหัวเทียนทำหน้าที่ตามข้อใด
- เป็นขั้วไฟฟ้า
 - ให้แสงสว่าง
 - พ่นฝอยน้ำมัน
 - เป็นหม้อแปลงขึ้น
 - ควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์
19. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะของเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน
- ให้เขม่ามาก
 - มีน้ำหนักเบาขนาดเล็ก
 - มีจำนวนรอบในการหมุนสูง
 - ใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง
 - เครื่องเดินเรียบ เสียงไม่ดัง
20. เครื่องยนต์ก๊าซโซลีนกับเครื่องยนต์ดีเซลมีหลักการแตกต่างกันที่สำคัญที่สุดในข้อใด
- ทนทานต่างกัน
 - ใช้น้ำมันต่างชนิดกัน
 - การหมุนของล้อต้นกำลัง
 - การดูแลรักษาเครื่องยนต์ยาก ง่ายต่างกัน
 - เครื่องยนต์ก๊าซโซลีนใช้ระบบไฟฟ้า แต่เครื่องยนต์ดีเซลใช้ระบบอัดอากาศ

21. ความเฉื่อยของวัตถุ หมายถึงข้อใด
- วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่ำ
 - การทำให้วัตถุที่เคลื่อนที่หยุดอย่างช้าๆ
 - การที่วัตถุพยายามรักษาสภาพเดิมไว้
 - การทำให้วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่หยุดอย่างกะทันหัน
 - การที่วัตถุซึ่งกำลังหยุดนิ่งเกิดการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว
22. กรณีใดที่วัตถุมีความเฉื่อยมากที่สุด
- วัตถุมีมวลมาก เริ่มเคลื่อนที่
 - วัตถุมีมวลน้อย เริ่มเคลื่อนที่
 - วัตถุมีมวลน้อย ความเร็วต่ำหยุดกะทันหัน
 - วัตถุมีมวลมาก ความเร็วต่ำหยุดกะทันหัน
 - วัตถุมีมวลมาก ความเร็วสูง หยุดกะทันหัน
23. เด็กชายดำกระโดดลงจากรถเมล์ที่ยังจอดไม่นิ่งและวิ่งตามรถเมล์ไปด้วยความเร็วใกล้เคียงกับความเร็วของรถเมล์ แสดงว่าเด็กชายดำคำนึงถึงหลักการใด
- ความผิด
 - ความเร็ว
 - ความเฉื่อย
 - จุดศูนย์ถ่วง
 - แรงเสียดทาน
24. วิธีการใดที่นำมาใช้เกี่ยวกับการบรรทุกของบนรถ เพื่อป้องกันอุบัติเหตุอันเนื่องมาจากความเฉื่อยของวัตถุ
- ใช้วัตถุหนักตั้งทับบนสิ่งของที่บรรทุก
 - บรรทุกสิ่งของไว้อย่างหลวมๆบนรถ
 - ใช้โซ่หรือเชือกมัดสิ่งของที่บรรทุกให้แน่น
 - ใช้เชือกมัดสิ่งของที่บรรทุกไว้อย่างหลวมๆ
 - บรรทุกสิ่งของซ้อนทับกันให้แน่นไม่ให้เขยื้อน
25. จุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ หมายถึงข้อใด
- จุดกึ่งกลางของวัตถุ
 - จุดที่เส้นมัธยฐานตัดกัน
 - จุดที่น้ำหนักรวมเป็นศูนย์
 - จุดที่เส้นทะแยงมุมตัดกัน
 - จุดศูนย์รวมของน้ำหนักวัตถุทั้งก้อน
26. จุดศูนย์ถ่วง และความสูงของวัตถุมีความสัมพันธ์กันในข้อใด
- วัตถุสูงขึ้น จุดศูนย์ถ่วงสูงขึ้น
 - วัตถุสูงขึ้น จุดศูนย์ถ่วงต่ำลงมา
 - วัตถุต่ำลง จุดศูนย์ถ่วงจะสูงขึ้น
 - วัตถุจะสูงหรือต่ำจุดศูนย์ถ่วงจะอยู่ที่เดิม
 - วัตถุจะสูงหรือต่ำจุดศูนย์ถ่วงจะอยู่ที่ฐานเท่านั้น

27. จากข้อ 26 วัตถุล้มเนื่องจากอะไร

- ก. มวลของวัตถุมาก
- ข. วัตถุเกิดแรงเฉื่อย
- ค. แนวจุดศูนย์ถ่วงตกภายในฐาน
- ง. แนวจุดศูนย์ถ่วงตกนอกฐาน
- จ. แรงโน้มถ่วงของโลกกระทำต่อวัตถุ

28. ถ้าต้องการออกแบบรถแข่งให้มีการทรงตัวที่ดีในขณะเลี้ยวโค้ง สามารถทำได้โดยวิธีใด

- ก. ทำให้รูปร่างเพรียวลม
- ข. เพิ่มน้ำหนักของรถให้มากขึ้น
- ค. ทำรูปทรงให้เตี้ยกว่าธรรมดา
- ง. ลดความกว้างของล้อให้เล็กลง
- จ. ทำให้รถมีความเร็วเพิ่มขึ้น

29. ดูกตาล้มลุก จะไม่ล้มง่าย ๆ แม้ว่าจะจับเอนให้ขนานกับพื้นเป็นเพราะเหตุใด

- ก. จุดศูนย์ถ่วงอยู่สูงมาก
- ข. จุดศูนย์ถ่วงอยู่กลางตัวดูกตาล้มลุก
- ค. จุดศูนย์ถ่วงอยู่ต่ำมาก จนเกือบติดฐาน
- ง. จุดศูนย์ถ่วงเคลื่อนตามลักษณะการ เอนตัว
- จ. จุดศูนย์ถ่วงอยู่นอกดูกตา ดังนั้นทำอย่างไรก็ไม่ล้ม

30. ข้อใดกล่าวถึงคลื่นเสียงผิดไปจากความ เป็นจริง

- ก. คลื่นเสียงเกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุ
- ข. คลื่นเสียงต้องอาศัยตัวกลางในการ เคลื่อนที่
- ค. คลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่านเหล็กได้ดีกว่าอากาศ
- ง. คลื่นเสียงสามารถเคลื่อนที่ผ่านสุญญากาศได้
- จ. คลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่านน้ำได้ดีกว่าเคลื่อนที่ผ่านอากาศ

31. ค่าเปรียบเทียบความเข้มของเสียงใดๆ เป็นกึ่งค่าของความเข้มเสียงที่น้อยที่สุดที่มนุษย์ปกติสามารถได้ยินเรียกว่าอะไร

- ก. เสียงก้อง
- ข. เสียงเจียบ
- ค. แอมพลิจูด
- ง. ความเข้มข้นของเสียง
- จ. ระดับความเข้มของเสียง

32. ความดังของเสียงขึ้นอยู่กับสิ่งใด

- ก. ความถี่คลื่น
- ข. ความเร็วคลื่น
- ค. ความยาวคลื่น
- ง. แอมพลิจูดของคลื่น
- จ. ความถี่ และความยาวคลื่นของคลื่น

33. คลื่นเสียงที่มีความเร็วคลื่น 300 m/s ความยาวคลื่น 1.5 m จะมีความถี่คลื่นเป็นเท่าใด

- ก. 165 Hz
- ข. 200 Hz
- ค. 495 Hz
- ง. 660 Hz
- จ. 825 Hz

34. ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด เกี่ยวกับเครื่องรับ-ส่งโทรเลข

- ก. เครื่องรับคือ สวิตช์ไฟฟ้า
- ข. เครื่องส่งคือ แม่เหล็กไฟฟ้า
- ค. เครื่องรับ – ส่งโทรเลข ส่งสัญญาณเรียกได้
- ง. เครื่องส่งโทรเลขสามารถเกาะเบ้าจิ้งหะต่างๆ และแปลงสัญญาณออกมาได้
- จ. เครื่องรับ – ส่งโทรเลขทำงานได้ต้องอาศัยไฟฟ้าสวิตช์ไฟ และกระแสไฟฟ้า

35. อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานเสียงเป็นพลังงานไฟฟ้าคืออะไร

- ก. ลำโพง
- ข. มอเตอร์
- ค. ไมโครโฟน
- ง. แอมป์เตอร์
- จ. เครื่องขยายเสียง

36. ลำโพงเสียงมีการเปลี่ยนรูปพลังงานอย่างไร

- ก. ไฟฟ้า → กล → เสียง
- ข. เสียง → กล → ไฟฟ้า
- ค. ไฟฟ้า → แสง → เสียง
- ง. เสียง → ไฟฟ้า → แสง
- จ. กล → ไฟฟ้า → เสียง

37. หูของโทรศัพท์ทำหน้าที่อย่างไร

- ก. เปลี่ยนแรงเคลื่อนไฟฟ้า
- ข. เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นเสียง
- ค. เปลี่ยนพลังเสียงเป็นพลังไฟฟ้า
- ง. เปลี่ยนความถี่คลื่นเสียงเป็นแม่เหล็ก
- จ. เปลี่ยนแอมพลิจูดของคลื่นเสียง

38. คลื่นจากเครื่องส่งเข้าเครื่องรับวิทยุกับคลื่นจากเครื่องรับวิทยุเข้าหูผู้ฟังมีลักษณะตามข้อใด

- ก. คลื่นต่างชนิดกันและมีความถี่ต่างกัน
- ข. เป็นคลื่นชนิดเดียวกัน มีความถี่เท่ากัน
- ค. เป็นคลื่นชนิดเดียวกัน แต่ต่างความถี่กัน
- ง. คลื่นต่างชนิดกัน และมีความถี่เหมือนกัน
- จ. คลื่นชนิดเดียวกัน แต่มีความยาวคลื่นไม่เท่ากัน

39.ข้อใดเป็นการใช้เครื่องมือสื่อสารอย่างไม่เหมาะสม

- ก. วิจัย ใช้โทรศัพท์ติดต่อธุรกิจ
- ข. บัดใช้โทรศัพท์คุยกับเพื่อน 3 ชม
- ค. สมชาย ใช้โทรศัพท์ติดต่อกับธนาคาร
- ง. คำ ใช้อินเทอร์เน็ต หาข้อมูลทำรายงาน
- จ. ด.ญ.มะนาว ใช้โทรเลขแจ้งบิดาว่าป่วยหนัก

40. การเลือกวิธีการขนส่ง และการสื่อสารที่ดีควรพิจารณาตามข้อใด

- ก. เลือกวิธีที่เร็วที่สุด
- ข. เลือกวิธีที่ประหยัดที่สุด
- ค. เลือกตามความเหมาะสมของงาน
- ง. เลือกตามความนิยมในขณะนั้น
- จ. เลือกตามวิธีที่จัดหาได้ สะดวกที่สุด



แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 7 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยคำถามย่อย 4 ข้อ ในแต่ละข้อมี 5 ตัวเลือก รวมคำถามย่อยทั้งหมด 28 ข้อ ใช้เวลาทำ 40 นาที
2. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น ห้อง เลขที่ และโรงเรียนลงในกระดาษคำตอบ
3. ให้นักเรียนอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้อง เพียงคำตอบเดียว ทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบดังตัวอย่างในข้อ (0)
ข้อ (0) ก ข ค ง จ

	X			
--	---	--	--	--

4. ถ้าต้องการเปลี่ยนแปลงคำตอบ ให้ใช้ ทับคำตอบเดิมแล้วทำเครื่องหมาย X ลงบนคำตอบที่ต้องการดังตัวอย่างในข้อ (0)
ข้อ (0) ก ข ค ง จ

	~~X~~		X	
--	--------------	--	---	--

5. ห้ามนักเรียนทำเครื่องหมายใดๆลงในแบบทดสอบนี้
6. เมื่อหมดเวลาให้นักเรียนคืนแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบแก่ครูผู้คุมสอบ



สถานการณ์ที่ 1

สมศรี มีอาชีพทำไร่ข้าวโพด เธอมีไร่ข้าวโพดอยู่ 20 ไร่ ในปีแรกที่ปลูกต้นข้าวโพดเจริญงอกงามดี และให้ผลผลิตสูง ในปีที่สองปลูกข้าวโพดพันธุ์เดิมต้นข้าวโพดมีลักษณะลำต้นและฝักขนาดเล็กลงให้ผลผลิตต่ำกว่าปีแรก ต่อมาในปีที่สามปรากฏว่าข้าวโพดพันธุ์เดิมที่ใช้ปลูก ลำต้นแคระแกรน ฝักเล็กไม่ค่อยมีเมล็ด ทั้งที่มีการให้น้ำอย่างสมบูรณ์และไม่มีแมลงมารบกวน

1. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดของสถานการณ์นี้
 - ก. ต้นข้าวโพดแคระแกรน
 - ข. ฝักข้าวโพดไม่ติดเมล็ด
 - ค. การปลูกข้าวโพดได้ผลผลิตต่ำ
 - ง. ใช้พันธุ์ข้าวโพดซ้ำเดิม
 - จ. อื่นๆ (โปรดระบุ)...
2. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร
 - ก. ดินเสื่อมคุณภาพ
 - ข. พันธุ์ข้าวโพดเสื่อมคุณภาพ
 - ค. ไม่มีแมลงมาผสมเกสร
 - ง. ข้าวโพดพันธุ์นี้ไม่ชอบน้ำ
 - จ. อื่นๆ (โปรดระบุ)...
3. จากปัญหาที่เกิดขึ้น นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร
 - ก. ปลูกข้าวโพดพันธุ์เดิม 2 แปลง แปลงหนึ่งให้น้ำอุดมสมบูรณ์ อีกแปลงหนึ่งไม่ให้น้ำ
 - ข. ปลูกข้าวโพดพันธุ์ใหม่ทั้ง 2 แปลง ในที่ดินเดิม
 - ค. ปลูกข้าวโพดพันธุ์เดิม 2 แปลง แปลงหนึ่งใส่ปุ๋ย อีกแปลงไม่ใส่ปุ๋ย
 - ง. ปลูกข้าวโพดพันธุ์เดิม 2 แปลง แปลงหนึ่งฉีดพ่นด้วยยาฆ่าแมลง อีกแปลงหนึ่งไม่ฉีดอะไรเลย
 - จ. อื่นๆ (โปรดระบุ)...
4. จากวิธีแก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียน คิดว่าผลที่ได้จากการแก้ปัญหาน่าจะเป็นอย่างไร
 - ก. ข้าวโพดพันธุ์นี้ต้องการปริมาณน้ำน้อย
 - ข. ข้าวโพดพันธุ์นี้ไม่เหมาะที่จะนำมาปลูกในไร่ของสมศรี
 - ค. การใส่ปุ๋ยช่วยให้ข้าวโพดได้ผลผลิตมากขึ้น
 - ง. แมลงช่วยผสมเกสรทำให้ผลผลิตของข้าวโพดมากขึ้น
 - จ. อื่นๆ (โปรดระบุ)...

สถานการณ์ที่ 2

วัลลภาซื้ออ่างเลี้ยงปลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตรมาหนึ่งอ่าง เธอใส่น้ำลงไปในอ่างแล้วปล่อยลูกปลาจำนวน 20 ตัวลงไป สองวันต่อมาลูกปลาที่ปล่อยลงไปตายและลอยขึ้นมา เธอจึงวัดค่า pH ของน้ำ ปรากฏว่าค่า pH ของน้ำที่วัดได้มีค่าประมาณ 3 – 4

5. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดของสถานการณ์นี้
 - ก. ขนาดของอ่างไม่เหมาะสมกับจำนวนลูกปลาที่ปล่อยลงไป
 - ข. ลูกปลาจมน้ำตาย
 - ค. น้ำที่ใสในอ่างปลามีค่า pH 3 - 4
 - ง. ลูกปลาที่ปล่อยในอ่างตาย
 - จ. อื่นๆ (โปรดระบุ)...
6. สาเหตุของปัญหา ในสถานการณ์นี้คืออะไร
 - ก. จำนวนลูกปลาที่ปล่อยมากเกินไป
 - ข. น้ำที่ใส่ลงไปมีสภาพเป็นกรด
 - ค. อ่างปลาสูงเกินไป
 - ง. น้ำมีสารที่เป็นพิษต่อลูกปลา
 - จ. อื่นๆ (โปรดระบุ)...
7. จากปัญหาที่เกิดขึ้น นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร
 - ก. นำลูกปลามาเลี้ยงในอ่างชนิดเดียวกัน ขนาดเท่ากัน จำนวนปลาเท่ากัน อ่างใบหนึ่งใส่ปูนขาว ปริมาณที่เหมาะสม อีกใบหนึ่งไม่ใส่ปูนขาว
 - ข. นำลูกปลามาเลี้ยงในอ่างชนิดเดียวกัน ขนาดเท่ากัน แต่จำนวนปลาแตกต่างกัน
 - ค. นำลูกปลามาเลี้ยงในอ่างปลาขนาดเท่ากัน ความสูงต่างกัน จำนวนปลาเท่ากัน ปริมาณน้ำต่างกัน
 - ง. นำลูกปลามาเลี้ยงในภาชนะชนิดเดียวกัน ขนาดเท่ากัน แต่ใช้น้ำต่างชนิดกัน
 - จ. อื่นๆ (โปรดระบุ)...
8. จากวิธีแก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จากการแก้ปัญหาน่าจะเป็นอย่างไร
 - ก. น้ำที่มีสภาพกรดมากเกินไปทำให้ลูกปลาทาย
 - ข. ความลึกของน้ำทำให้ลูกปลาจมน้ำตาย
 - ค. น้ำมีสภาพเป็นกรดมากเกินไปทำให้ลูกปลาทาย
 - ง. จำนวนลูกปลามากเกินไปทำให้ปลาทาย
 - จ. อื่นๆ (โปรดระบุ)...

สถานการณ์ที่ 3

นางสาวสวยสด เป็นคนอ้วนเตี้ย ต้องการที่จะไปงานเลี้ยงสังสรรค์ที่โรงแรมชั้นหนึ่งในกรุงเทพฯ ในวันอาทิตย์หน้า เธอจึงไปปรึกษาร้านตัดเสื้อผ้าว่า ควรสวมเสื้อและเครื่องประดับ อย่างไร ที่จะช่วยพรางตาไม่ให้เห็นว่าอ้วนจนน่าเกลียดมากนัก

9. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดของสถานการณ์นี้

- ก. นางสาว สวยสด เป็นคนไม่สวย
- ข. แต่งตัวอย่างไรจึงจะเหมาะสมและดูดี
- ค. การเลือกเครื่องแต่งกายและเครื่องประดับ
- ง. นางสาว สวยสด เป็นคนหุ่นไม่ดี
- จ. อื่นๆ (โปรดระบุ).....

10. สาเหตุของปัญหา ในสถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. ทานอาหารมากทำให้อ้วน
- ข. มีโรคประจำตัว
- ค. ต้องการไปงานเลี้ยงสังสรรค์
- ง. รูปร่างอ้วน เตี้ย
- จ. อื่นๆ (โปรดระบุ)...

11. จากปัญหาที่เกิดขึ้น นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร

- ก. ปรึกษาแพทย์
- ข. เลือกใส่ชุดพรางตา
- ค. ใส่เสื้อลายตามยาว พอดีตัว สีเข้ม
- ง. กินอาหารหลัก 5 หมู่ ในปริมาณพอเหมาะ
- จ. อื่นๆ (โปรดระบุ)...

12. จากวิธีแก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จากการแก้ปัญหาน่าจะเป็นอย่างไร

- ก. รูปร่างของสวยสดได้สัดส่วนขึ้น
- ข. คนอ้วนควรใส่เสื้อลายตามขวาง สีอ่อน
- ค. เลือกใส่เสื้อผ้าดอกเล็ก สีเข้ม
- ง. คนอ้วนควรใส่เสื้อลายตามยาวและมีสีเข้ม
- จ. อื่นๆ (โปรดระบุ)...

สถานการณ์ที่ 4

วันอาทิตย์หนึ่งนางได้จัดห้องนอนใหม่ โดยนำต้นไม้กระถางมาไว้ในห้องนอน เพื่อให้เกิดความสวยงาม และมีความสุขเวลานอน เมื่อเธอตื่นขึ้นมาในตอนเช้าวันรุ่งขึ้นพบว่าร่างกาย อ่อนเพลียและปวดศีรษะ ทั้งๆที่เมื่อวานตอนบ่ายเธอนั่งเล่นอยู่ใต้ต้นไม้หลังบ้านยังสดชื่นอยู่

13. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดของสถานการณ์นี้

- ก. ให้ห้องมีออกซิเจนอยู่หนาแน่น
- ข. ร่างกายอ่อนเพลียและปวดศีรษะ
- ค. การนำต้นไม้มาไว้ในห้องนอน
- ง. การจัดห้องใหม่ของนางหนึ่ง
- จ. อื่นๆ (โปรดระบุ)...

14. สาเหตุของปัญหา ในสถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. อากาศในห้อง มีออกซิเจนเพียงพอต่อการหายใจ
- ข. เวลากลางคืนต้นไม้คายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- ค. ต้นไม้ที่นำมาจัดในห้องเป็นต้นไม้ใหญ่ทำให้มีก๊าซออกซิเจนมากเกินไป
- ง. ในห้องมีก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่สมดุลกัน
- จ. อื่นๆ (โปรดระบุ)...

15. จากปัญหาที่เกิดขึ้น นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร

- ก. เลือกต้นไม้เล็กๆเช่น ไม้เลื้อย มาจัดแทนต้นไม้
- ข. นำต้นไม้ออกไปจากห้อง
- ค. ควรเปิดดวงไฟเล็กๆใต้ต้นไม้สังเคราะห์แสง เพื่อให้ได้ออกซิเจน
- ง. เลือกต้นไม้ไว้ข้างต้น เพื่อให้มีก๊าซออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ ในปริมาณที่สมดุล
- จ. อื่นๆ (โปรดระบุ)...

16. จากวิธีแก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จากการแก้ปัญหาน่าจะเป็นอย่างไร

- ก. ก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณที่สมดุล
- ข. ห้องสวยงามและสดชื่นเพราะต้นไม้เล็กๆ ไม่ทำให้ในห้องมีก๊าซหนาแน่นเกินไป
- ค. หายจากอาการอ่อนเพลีย และปวดศีรษะ เพราะต้นไม้ไม่ค่อยมีก๊าซพิษ
- ง. มีปริมาณก๊าซออกซิเจนเพียงพอในการหายใจ
- จ. อื่นๆ (โปรดระบุ)...

สถานการณ์ที่ 5

ที่สวนมะม่วงของนายดำ เขาพบว่ามีแมลงปีกแข็งมาเกาะกินใบมะม่วงเป็นจำนวนมาก นายดำจึงใช้สารเคมีฆ่าแมลงปีกแข็งพบว่าได้ผลดี แต่ต่อมาเมื่อใช้หลายครั้ง ถึงแม้จะเพิ่มปริมาณในการใช้สารเคมี ก็ไม่สามารถกำจัดแมลงปีกแข็งได้

17.ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดของสถานการณ์นี้

- ก. การระบาดของแมลงปีกแข็ง
- ข. การเพิ่มปริมาณการใช้สารเคมี
- ค. แมลงปีกแข็งมีปริมาณมากขึ้น
- ง. สารเคมีกำจัดแมลงปีกแข็งไม่ได้
- จ. อื่นๆ (โปรดระบุ)...

18.สาเหตุของปัญหา ในสถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. ใช้สารเคมีบ่อยเกินไป
- ข. แมลงปีกแข็งดื้อยา
- ค. ใช้สารเคมีชนิดเดียวฆ่าแมลงปีกแข็ง
- ง. แมลงมารบกวนมากขึ้น
- จ. อื่นๆ (โปรดระบุ)...

19.จากปัญหาที่เกิดขึ้น นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร

- ก. ปลุกพืชหมุนเวียน
- ข. ใช้สารเคมีหลายๆชนิดสลับกัน
- ค. เปลี่ยนชนิดของสารเคมี
- ง. ระยะเวลาในการใช้สารเคมีให้ฉีดพ่นถี่มากขึ้น
- จ. อื่นๆ (โปรดระบุ)...

20.จากวิธีแก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียน คิดว่าผลที่ได้จากการแก้ปัญหาน่าจะเป็นอย่างไร

- ก. สารเคมีมีประสิทธิภาพดีขึ้น
- ข. แมลงปีกแข็งมารบกวนน้อยลง
- ค. สวนมะม่วงของนายดำให้ผลผลิตมากขึ้น
- ง. ลดค่าใช้จ่ายในการซื้อสารเคมี
- จ. อื่นๆ (โปรดระบุ)...

สถานการณ์ที่ 6

วิชัยมีบ้านอยู่จังหวัดบุรีรัมย์ มีอาชีพทำนาและเลี้ยงสัตว์ เมื่อถึงฤดูแล้งจะไม่ค่อยมีน้ำใช้เพราะไม่มีแหล่งน้ำตามธรรมชาติ เขาจึงชวนเพื่อนๆ ในหมู่บ้านมาช่วยกันขุดบ่อ เพื่อให้มีน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้ง พวกของวิชัยจึงช่วยกันขุดบ่อ ซึ่งเป็นดินทรายลึกมาก เมื่อถึงฤดูฝน ฝนตกลงมาทำให้มีน้ำขังเต็มบ่อ แต่หลังจากนั้นภายใน 1 สัปดาห์ เท่านั้น น้ำในสระก็ค่อยๆ ลดลง และในที่สุดก็แห้งขอด

21. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดของสถานการณ์นี้

- ก. น้ำในบ่อไม่เหมาะในการดื่ม
- ข. อากาศบริเวณนี้ร้อนกว่าที่อื่น
- ค. น้ำหายไปไหนหมด
- ง. วิชัย และเพื่อนบ้านนำน้ำไปทำนาและเลี้ยงสัตว์มาก
- จ. อื่นๆ (โปรดระบุ)...

22. สาเหตุของปัญหา ในสถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. วิชัยกับเพื่อนบ้าน ไม่มีการวางแผนในการใช้น้ำ
- ข. ดินบริเวณที่วิชัยอยู่เป็นดินปนทรายไม่อุ้มน้ำ
- ค. วิชัยและเพื่อนนำสิ่งสกปรกไปชักร้างในบ่อ
- ง. แสงแดดส่องมากทำให้น้ำระเหยไป
- จ. อื่นๆ (โปรดระบุ)...

23. จากปัญหาที่เกิดขึ้น นักเรียน จะมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร

- ก. ช่วยกันปลูกต้นไม้ไว้รอบๆ บ่อ เพื่อดูดซับน้ำ
- ข. ขุดบ่อน้ำให้ลึกกว่าเดิม
- ค. ช่วยกันเทปูนซีเมนต์ก้นบ่อ เพื่อไม่ให้น้ำซึม
- ง. ให้ช่วยกันใช้น้ำอย่างประหยัด
- จ. อื่นๆ (โปรดระบุ)...

24. จากวิธีแก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จากการแก้ปัญหานี้จะเป็นอย่างไร

- ก. น้ำในบ่อไม่ระเหยไปหมด
- ข. วิชัย และเพื่อนบ้านมีน้ำใช้ทำนา และเลี้ยงสัตว์เพียงพอ
- ค. วิชัย และเพื่อนบ้านสามารถใช้น้ำในบ่อดื่มได้โดยไม่ต้องต้ม
- ง. บ่อสามารถเก็บน้ำไว้ใช้ได้ตลอดฤดูแล้ง
- จ. อื่นๆ (โปรดระบุ)...

สถานการณ์ที่ 7

การจราจรที่หน้าโรงเรียนช่วงเช้าและช่วงเย็น ที่มีการรับส่งนักเรียนติดขัดเป็นประจำ ทางโรงเรียนจึงได้ขอความช่วยเหลือจากตำรวจจราจรท้องถิ่น ให้มาช่วยอำนวยความสะดวก จำนวน 4 คน เมื่อเวลาผ่านไป 1 เดือน พบว่าตำรวจทั้ง 4 คนป่วยต้องรักษาตัวในโรงพยาบาลอยู่เป็นประจำ

25. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดของสถานการณ์นี้

- ก. นักเรียนมาโรงเรียนสายเป็นประจำ
- ข. การจราจรติดขัด
- ค. ตำรวจป่วยบ่อย
- ง. กรมตำรวจจัดตำรวจดูแลความเรียบร้อย
- จ. อื่นๆ (โปรดระบุ)...

26. สาเหตุของปัญหา ในสถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. มีรถยนต์มากเกินไป
- ข. มีสารพิษปนเปื้อนในอากาศ
- ค. ตำรวจจราจรได้รับสารที่เป็นอันตรายต่อระบบหายใจ
- ง. รถเคลื่อนที่ไม่สะดวก
- จ. อื่นๆ (โปรดระบุ)...

27. จากปัญหาที่เกิดขึ้น นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร

- ก. ลดจำนวนรถยนต์ให้น้อยลง
- ข. ใส่เครื่องกรองอากาศป้องกันควันพิษ
- ค. ช่วยกันลดมลภาวะเป็นสารพิษในอากาศ
- ง. ผลัดเปลี่ยนหมุนเวียนตำรวจจราจรเป็นประจำ
- จ. อื่นๆ (โปรดระบุ)...

28. จากวิธีแก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จากการแก้ปัญหาน่าจะเป็นอย่างไร

- ก. ตำรวจจราจรไม่ทำงานหนักเกินไป
- ข. จราจรไม่ติดขัด
- ค. สุขภาพของตำรวจจราจรดีขึ้น
- ง. มลภาวะที่เป็นพิษในอากาศจะลดลง
- จ. อื่นๆ (โปรดระบุ)...

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางอุดมลักษณ์ นกฟุ้งพุ่ม
วันเดือนปีเกิด	19 มีนาคม พ.ศ. 2504
สถานที่เกิด	อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	12 / 23 หมู่ 4 ซอยอัสสัมชัญ 14 แขวงบางไผ่ เขตบางแค กรุงเทพมหานคร (10160) โทรศัพท์ 02-4210306
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี เขตบางแค กรุงเทพฯ (10160) โทรศัพท์ 02-8079555-63
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2522	มัธยมศึกษาปีที่ 1-6 จากโรงเรียนจันทร์ประดิษฐารามวิทยาคม กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2524	ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง(เอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากวิทยาลัยครูสวนดุสิต
พ.ศ. 2526	กศ.บ. จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
พ.ศ. 2545	กศ.ม (เอกการมัธยม) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ