

ผลของการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 ภายภาพชีวภาพด้านมโนคติ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
 ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ปริญญานิพนธ์

ของ

หทัยรัช รังสววรรณ

5 เม.ย. 2543

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
 ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

ธันวาคม 2539

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

65065

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปัญหานี้นั้นแล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

..... ประธาน

(ผศ.ดร.ชุตินา วัณณะศรี)

..... กรรมการ

(รศ.พวงรัตน์ ทวีรัตน์)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน

(ผศ.ดร.ชุตินา วัณณะศรี)

..... กรรมการ

(รศ.พวงรัตน์ ทวีรัตน์)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผศ.สมจิต สวชนไพบลย์)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผศ.สวัสดี ปานนาวี)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปัญหานี้นั้น เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ดร.ศิริยุภา พูลสุวรรณ)

วันที่ 15 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2539

ประกาศคุณูปการ

ปัญญานิพนธ์ฉบับสำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา
วัฒนะศิริ รองศาสตราจารย์พวงรัตน์ ทวีรัตน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวธนไพบลีย์
และผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ปานเนา ที่ได้ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือเป็นกำลังใจอย่างดียิ่ง
ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งในความกรุณาและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์อรวงลักษณ์ อัฐสุข อาจารย์อุษากর্ণ บุญเรือง อาจารย์อัญชลี
เลาเหลิศจัย และเพื่อน ๆ วิทยาศาสตร์ศึกษาที่ให้ความช่วยเหลือ แนะนำ ตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือ
ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ หัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์
และขอขอบคุณโรงเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนกศิลป์ โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช ที่ให้ความร่วมมือ
ในการทดลองงานวิจัยสำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ เพื่อนนิสิตปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่าน และครอบครัว
รังสุวรรณที่ได้แนะนำ ช่วยเหลือ เป็นกำลังใจในการทำปัญญานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ จากปัญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณแด่
บิดา มารดา ครู-อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ทศวรรษ รังสุวรรณ

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง.....	1
	จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	5
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	5
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
	เอกสารเกี่ยวกับมโนคติและมโนคติทางวิทยาศาสตร์.....	11
	เอกสารเกี่ยวกับการเรียนการสอนมโนคติและหลักการ.....	18
	เอกสารเกี่ยวกับการสอนโดยใช้แผนที่มีมโนคติ.....	23
	เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	42
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	51
	สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า.....	55
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	56
	ประชากร.....	56
	กลุ่มตัวอย่าง.....	56
	เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	56
	ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	54

แบบแผนการทดลอง.....	57
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	58
ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ.....	58
วิธีดำเนินการทดลอง.....	63
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	63
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	64
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	67
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	67
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	68
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	72
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	72
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า.....	72
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	73
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า.....	74
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า.....	74
ข้อเสนอแนะ.....	78
บรรณานุกรม.....	80
ภาคผนวก.....	95
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	176

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 เปรียบเทียบการสอนโดยใช้แผนที่มีโน้ตกับการสอนตามคู่มือครู.....	10
2 แบบแผนการทดลอง.....	57
3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนก ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม.....	68
4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม.....	69
5 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎี ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม.....	70
6 การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม.....	71
7 คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนกทดสอบก่อนเรียน กับทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุม.....	97
8 คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนกทดสอบก่อนเรียน กับทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลอง.....	99
9 คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ทดสอบก่อนเรียน กับทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุม.....	101
10 คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ทดสอบก่อนเรียน กับทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลอง.....	103
11 คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีทดสอบก่อนเรียน กับทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุม.....	105
12 คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีทดสอบก่อนเรียน กับทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลอง.....	107

13	คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทดสอบก่อนเรียน กับทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุม.....	109
14	คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทดสอบก่อนเรียน กับทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลอง.....	111
15	ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศทางวิทยาศาสตร์.....	113
16	ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ วัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	118

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงตัวอย่างแผนที่มนต์อย่างง่าย.....	25
2 แสดงตัวอย่างแผนที่มนต์ที่จัดลำดับแตกต่างกันจากมนต์ชุดเดียวกัน.....	26
3 แสดงตัวอย่างแผนที่มนต์ชนิดกระจายออก.....	27
4 แสดงตัวอย่างแผนที่มนต์ชนิดปลายเปิด.....	28
5 แสดงตัวอย่างแผนที่มนต์ชนิดเชื่อมโยง.....	29
6 แสดงตัวอย่างแผนที่มนต์ปลายปิด.....	30
7 แสดงการเรียนรู้แบบท่องจำ และการเรียนรู้ที่มีความหมาย.....	36
8 แสดงการเรียนรู้ที่มีความหมาย.....	37
9 แสดงสะพานเชื่อมความรู้.....	37
10 แสดงโครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	41

ภูมิหลัง

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานของการเกิดเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และปัจจุบันนี้วิทยาศาสตร์ได้กลายเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งในการดำรงชีวิตของสังคมมนุษย์ ที่มีสิ่งแวดล้อมด้านวิทยาศาสตร์ ผลิตภัณฑ์อันเป็นสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์แสดงถึงความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์อย่างรวดเร็วและกว้างขวางยิ่งขึ้น การศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นับเป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญยิ่งในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ ส่งเสริมให้ประเทศชาติพึ่งพาตนเองได้ (อรุณี สถานพงษ์. 2535 : 10-13) และเมื่อโลกปัจจุบันเป็นโลกของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเราทุกคนต้องเกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่ว่าทางใดก็ทางหนึ่ง (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือช่วยให้ มนุษย์สะดวกสบายมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น แต่ขณะเดียวกันผลจากความเจริญก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีก็อาจทำให้เกิดผลเสียหลายได้มากมายถ้ามนุษย์ใช้ไม่เป็นหรือไม่รู้เท่าทัน บุคคลที่จะ อยู่รอดในสังคมได้อย่างมีความสุขจะต้องเป็นผู้มีประสิทธิภาพของความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ ต้องรู้ จักคิด รู้จักทำและสามารถแก้ปัญหาได้ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และการใช้เทคโนโลยีที่กลมกลืน กับวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อมจะมีส่วนช่วยชี้นำต่อการเปลี่ยนแปลงของไทยให้ทันกับความต้องการ ของโลก คนไทยต้องเตรียมพร้อมที่จะเผชิญอนาคตด้วยความรู้ แสดงออกถึงความคิดใหม่ ๆ รับผิดชอบต่อการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์และใช้ประโยชน์จากวิทยาศาสตร์อย่างชาญฉลาดเพื่อชีวิต และสังคมที่มีคุณภาพในโลกอนาคต (สิปปนนท์ เกตุทัต. 2533 : 33)

ดังนั้นจึงเป็นความจำเป็นที่จะต้องให้การศึกษาแก่ประชาชนทุกคนเพื่อให้มีความรู้ทาง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเฉพาะการศึกษาในระบบโรงเรียนจัดว่ามีความสำคัญยิ่งดังวัตถุประสงค์ นโยบายและมาตรการของแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 7 พ.ศ. 2535-2539 ได้เน้นความสำคัญของการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งเน้นกระบวนการคิดหรือกระบวนการ แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การค้นคว้าหาข้อเท็จจริงและการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน (สำนักงานนาสิกรัฐมนตรี. 2535 : 4)

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย การเรียนวิทยาศาสตร์เป็นวิชาบังคับตามโครงสร้างของหลักสูตร ผู้ที่ต้องการเรียนเน้นหนักทางวิทยาศาสตร์ให้เลือกเรียนฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และอาจเลือกเรียนวิทยาศาสตร์ประยุกต์จากหมวดวิชาสัมพันธ์ หลักสูตรประกาศนียบัตร พุทธศักราช 2524 ส่วนผู้ที่ไม่ต้องการเรียนเน้นหนักทางวิทยาศาสตร์เลือกเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เนื้อหาวิชาเป็นเรื่องเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวัน มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจปัญหาและอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่มีต่อสังคมที่กำลังพัฒนา ตลอดจนสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2538 : 1) นั่นคือเพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะเห็นได้ว่าความสามารถในการแก้ปัญหามีความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตมาก การที่บุคคลจะอุดหนุนในสังคมปัจจุบันได้นั้นจะต้องเป็นผู้ที่มีความคิด รู้จักคิด รู้จักปัญหา รู้จักวิธีการแก้ปัญหา แต่การที่จะเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาได้นั้น จะต้องมีโน้มนำเป็นพื้นฐาน ทั้งนี้เพราะความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่ 2 ประเภทขึ้นไป และใช้หลักการนั้นประสมประสานกันจนเป็นความสามารถในการคิดแก้ปัญหา (Gagne. 1970 : 63) การเรียนรู้ประเภทหลักการนี้ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทโน้มนำซึ่งเป็นที่ยอมรับกันว่าโน้มนำมีความสำคัญต่อการเรียนการสอน และการดำรงชีวิตของมนุษย์ ในชีวิตประจำวันของทุกคนจะต้องพบกับปัญหา ความต้องการตามวิถีทางของการดำรงชีวิต การแก้ปัญหาการตัดสินใจ หรือการแสวงหาความรู้ใด ๆ ล้วนแต่ต้องอาศัยโน้มนำเป็นรากฐานทั้งสิ้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเรียนรู้โน้มนำเพราะนอกจากเป็นพื้นฐานของการคิดวินิจฉัยต่าง ๆ แล้วความรู้และเทคโนโลยีในปัจจุบันได้ก้าวหน้าไปอย่างไม่หยุดยั้ง หลักสูตรการเรียนการสอนไม่สามารถบรรจุทุกเรื่องของความรู้ได้ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงมุ่งไปที่โน้มนำ ทั้งนี้เพราะการที่ผู้เรียนมีโน้มนำในเรื่องที่เรียนมาแล้วก็ย่อมลดสิ่งที่จะต้องจดจำรายละเอียดลงได้อย่างมากและแสดงว่ามีความเข้าใจในเรื่องนั้นอย่างแจ่มชัด มีความเข้าใจเป็นระบบและเข้าใจโครงสร้างของเรื่องนั้นอย่างดี ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการสอนโน้มนำมีประโยชน์ต่อความเข้าใจ และการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้มากแต่กว่าประสิทธิภาพจะเป็นอย่างไรขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้สอนและผู้เรียนที่ถ่ายทอดและรับการถ่ายทอด

สำหรับการจัดการศึกษาของไทยนั้นได้ตั้งจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาการคิดของเด็กให้เกิดโน้มนำที่ถูกต้องในแต่ละเรื่องอันเป็นพื้นฐานของการคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ที่ให้ความสำคัญ

ในการสอนให้บรรลุโนมตีระดับหลักการแต่ในทางปฏิบัติยังไม่เป็นที่น่าพอใจเพราะไม่ได้สอนให้นักเรียนบรรลุโนมตีระดับพื้นฐานซึ่งจะต้องสอนก่อนที่จะสอนให้บรรลุโนมตีระดับหลักการ (สุริชา เกียรติกังวาน. 2531 : 2) ผลก็คือนักเรียนไม่สามารถบรรลุโนมตีระดับหลักการได้ด้วยตนเอง ครูจึงสอนได้วิธีเดียวคือสอนให้จดจำรายละเอียดของเนื้อหา ส่วนผู้เรียนไม่ชอบถาม ไม่กระตือรือร้น ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถใช้ความคิด ไม่มีการพัฒนาความคิดเท่าที่ควร ประกอบกับเนื้อหาในแบบเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีมากเกินไปทำให้ผู้สอนเน้นในการสอนเนื้อหา (จิตต์ไส ผดุงรัตน์. 2538 : 1-6) ดังนั้นการสอนให้ผู้เรียนมีความรู้ขั้นการคิดเป็นมโนมตีมีความจำเป็นมาก ซึ่งคนไทยเกือบไม่ได้เรียนเลย (ประเวศ วะสี. 2531 : 64-66) จากสภาพดังกล่าวส่งผลให้มีการสำรวจพบว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าครึ่ง คือร้อยละ 46 ซึ่งทุกเขตการศึกษาได้คะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ อยู่ในช่วงร้อยละ 44.49 เท่านั้น (กระทรวงศึกษาธิการ. 2531 : 39) สอดคล้องกับการประเมินผลการเรียนตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรปี 2533 ในเขตการศึกษา 6 พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยร้อยละต่ำกว่าครึ่ง (สำนักงานการศึกษาเขต เขตการศึกษา 6. 2535 : 60) ข้อมูลที่ได้เสนอมาเป็นการยืนยันการสอนวิทยาศาสตร์ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้สอนยังคงใช้วิธีสอนแบบเดิมโดยยึดตัวเองเป็นศูนย์กลางใช้การบรรยายเป็นส่วนใหญ่และมักเป็นผู้สรุปผลการทดลอง เพื่อให้ตรงกับผลการทดลองและมโนมตีที่กำหนดไว้ในคู่มือครู ประกอบกับแนวปฏิบัติในคู่มือครูในส่วนที่เกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอนที่ครูในชั้นเป็นเพียงหลักการทั่ว ๆ ไป ซึ่งในทางปฏิบัติแล้วครูต้องพัฒนารูปแบบการสอนเอง เพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาและระดับความสามารถของผู้เรียน จึงเป็นสิ่งไม่สะดวกเลยหันมาใช้วิธีสอนเดิมที่ตนถนัด (สมเจตน์ ไวยากรณ. 2530 : 65) โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพซึ่งมีเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นนามธรรม จึงต้องจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับความเฉพาะของวิชาเพื่อสร้างคนให้คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ซึ่งไม่ยากเลยถ้าครูเลิกใช้ระบบเก่า ยอมรับเอาสิ่งใหม่ ๆ ทันสมัย ใจกว้าง ให้โอกาส (วิไลวรรณ ศรีศรีชนะมา. 2536 : 1)

Ausubel ผู้นำเสนอทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful Learning) กล่าวว่าโดยสรุปไว้ว่า การเรียนรู้ที่มีความหมาย เป็นการเรียนรู้โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนใหม่กับกรอบโครงสร้างความรู้เดิมของผู้เรียน จนเกิดความรู้ใหม่อย่างเข้าใจ ซึ่งต่อมา Novak และ Gowin ได้เสนอแนวคิดโดยยึดแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายเป็นพื้นฐาน ซึ่งกล่าว

โดยสรุปได้ว่า/การเรียนการสอนควรจะทำให้ผู้เรียนยังเกิดความเข้าใจว่า เพราะเหตุใดและทำอย่างไร ความรู้ใหม่จึงจะมีความสัมพันธ์กับสิ่งที่เคยเรียนรู้อยู่แล้วพร้อมกับทำให้ยังเกิดความเชื่อมั่นที่จะสามารถใช้ความรู้ใหม่นี้ในสภาพแวดล้อมใหม่ได้ด้วย และเครื่องมือสำคัญอย่างหนึ่งที่จะใช้สำหรับการเรียนรู้อย่างมีความหมายในชั้นเรียน คือ แผนที่โนมคติ (Concept Mapping) (มณีศ บุญประกอบ. 2532 : 105)/โดยศึกษารายวิชาในหลักสูตรแล้ววิเคราะห์ห่อออกมาเป็นโนมคติหลัก (Main concept or Key concept) ในแต่ละมโนคติหลักนำมาวิเคราะห์ให้เป็นโนมคติย่อย (Sub concept) และในแต่ละมโนคติย่อยนำมาเขียนแผนที่โนมคติ ซึ่งแผนที่โนมคติจะเป็นปัจจัยที่สนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ที่มีความหมายสำหรับการสร้างมโนคติแก่ผู้เรียน (Concept Mapping for meaningful learning) (วิจิตร ราชใหญ่. 2533 : 24)/ผู้สร้างแผนที่โนมติจะได้ถ่ายทอดความคิด ความเข้าใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่งออกมาในลักษณะที่เป็นรูปนามธรรมโดยทั่ว ๆ ไป แสดงให้ผู้อื่นได้เห็นภาพรวมของแนวความคิดในเรื่องหนึ่ง ๆ ของผู้สร้าง องค์ประกอบที่สำคัญของแผนที่โนมติ คือ มโนคติ (Concept) และคำหรือข้อความที่ใช้เชื่อมโยงระหว่างมโนคติต่าง ๆ โดยให้อิสระแก่ผู้สร้างในการถ่ายทอดความคิด ความเข้าใจ แผนที่โนมติของเนื้อหาเดียวกันซึ่งสร้างโดยคน 2 คน ไม่จำเป็นต้องเหมือนกันทุกอย่างไม่ว่าจะเป็นคำเชื่อม จำนวนมโนคติ และลำดับชั้นของมโนคติ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักคิดเป็นหรือเรียนรู้วิธีการคิดอย่างมีระบบ และสามารถนำวิธีการดังกล่าวไปใช้ให้เกิดประโยชน์แก่ตนเองนอกเหนือไปจากการเรียนในโรงเรียน (อัญชลี คนานนท์. 2536 : 45-50)/นั่นคือ ครูเป็นผู้จัดบรรยากาศให้เกิดการเรียนรู้ กระตุ้นให้รู้วิธีการเรียนรู้เพราะการเรียนรู้นั้นมีได้เกิดเฉพาะในโรงเรียน แต่ข้อมูลข่าวสารผ่านสื่อมวลชน วิชาความรู้ ทฤษฎีและสภาพที่รับรู้ปรากฏขึ้นทั่วโลก (สิปปนนท์ เกตุทัต. 2538 : 34)

จากสภาพดังกล่าวผู้วิจัยมีความเห็นว่าควรได้มีการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ภายใต้อาณาเขตให้ประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เพื่อมุ่งให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ซึ่งผู้วิจัยเห็นด้วยกับการสอนที่เน้นเฉพาะหลักการพื้นฐานที่เป็นแก่นแท้ สร้างโอกาสให้เด็กคิดเอง ทำเอง จึงจะเป็นการสอนคนให้คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น (ประกอบ วิโรจนกฤษ. 2537 : 34) จึงเลือกจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้แผนที่โนมติ ให้ผู้เรียนระดมโนมติและนำมาสรุปสัมพันธ์เป็นหลักการได้ด้วยตนเอง เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดอย่างมีระบบควบคู่ไปกับการเรียนรู้วิชาการ นั้นจะส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือไม่/ ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษา

โดยเปรียบเทียบกับการสอนตามคู่มือครู โดยกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
โปรแกรมศิลป์ โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อเป็น
แนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนกของนักเรียน
ที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่นิเทศ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ ของนักเรียน
ที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่นิเทศ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎี ของนักเรียนที่ได้รับการ
สอนโดยใช้แผนที่นิเทศ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการ
สอนโดยใช้แผนที่นิเทศ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จะทำให้ทราบถึงผลการสอนโดยใช้แผนที่นิเทศที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ด้านนิเทศทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งได้รูปแบบ
การจัดกิจกรรมแนวใหม่เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูใช้ในการจัดการเรียนการสอน

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรแกรมศิลป์
โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 1
ปีการศึกษา 2539 จำนวน 5 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 250 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรแกรมศิลป์

โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 1
ปีการศึกษา 2539 มีจำนวน 60 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Sample Random
Sampling) โดยสุ่มมา 2 ห้องเรียน แล้วสุ่มเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน
กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติ
กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 โดยสอนกลุ่มละ 24 คาบ
คาบละ 50 นาที

4. เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ เรื่องสารสังเคราะห์ จากหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์
ภาพของสภาพ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5. ตัวแปรที่ศึกษา

5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอน แบ่งเป็น 2 แบบ

5.1.1 การสอนโดยใช้แผนที่มโนคติ

5.1.2 การสอนตามคู่มือครู

5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมี 3 ด้าน คือ

✓ - ด้านการจำแนก

✓ - ด้านความสัมพันธ์

- ด้านทฤษฎี

5.2.2 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. มโนคติ หมายถึง ความคิดความเข้าใจของบุคคลที่สรุปรวมเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง
หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยอาศัยประสบการณ์เดิม และคุณสมบัติของสิ่งนั้นมาประมวล
เข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความของสิ่งนั้น

2. มโนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับข้อเท็จจริงและหลักการ หรือข้อสรุปซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผลเกี่ยวกับวัตถุ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

3. แผนทึ่มโนคติ หมายถึง แผนภาพที่ประกอบด้วยกลุ่มมโนคติเชื่อมโยงเข้าด้วยกัน โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ระบบมโนคติที่สำคัญ

3.2 จัดลำดับมโนคติจากมโนคติที่มีความหมายกว้างมากที่สุด จนถึงมโนคติที่

ความหมายเฉพาะเจาะจง

3.3 เชื่อมโยงมโนคติต่าง ๆ เข้าด้วยกันโดยใช้คำเชื่อม

3.4 ทบทวนแผนทึ่มโนคติที่สร้างขึ้น

4. การสอนโดยใช้แผนทึ่มโนคติ หมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนนำมโนคติที่ได้จากการทำกิจกรรมมาจัดลำดับ จากมโนคติที่มีความหมายกว้างไปสู่มโนคติที่มีความหมายเฉพาะเจาะจงโดยให้มโนคติที่มีความกว้างอยู่ด้านบน มโนคติที่มีความหมายรองลงมาอยู่ถัดลงไป จนถึงมโนคติที่มีความหมายเฉพาะเจาะจงอยู่ด้านล่างสุด แล้วเชื่อมโยงมโนคติต่าง ๆ เข้าด้วยกันเป็นแผนทึ่มโนคติ (Ausubel, 1963) ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมดังนี้

4.1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

4.2 ชี้นำเสริมมโนคติพื้นฐาน

4.3 ชี้นำสอน ครูสอนให้นักเรียนเกิดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยมีลำดับดังนี้

4.3.1 นักเรียนศึกษาเนื้อหาหรือทำการทดลอง

4.3.2 ครูอธิบายความหมายและยกตัวอย่างมโนคติ

4.3.3 นักเรียนระบุมโนคติที่สำคัญของกิจกรรม

4.3.4 นักเรียนจัดลำดับมโนคติ

4.3.5 นักเรียนเชื่อมโยงมโนคติต่าง ๆ เข้าด้วยกันโดยใช้คำเชื่อม

4.4 ชี้นำสรุปด้วยแผนทึ่มโนคติ โดยคัดเลือกแผนทึ่มโนคติที่นักเรียนสร้างมาอภิปรายร่วมกัน

5. การสอนตามคู่มือครู หมายถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทางในหนังสือคู่มือครูของ สสวท. ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมดังนี้

5.1 ชี้นำอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

5.1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหา

5.1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการทำกิจกรรม และข้อควรระวัง

5.2 ขั้นทำกิจกรรม

นักเรียนทำกิจกรรม

5.3 ขั้นอภิปรายหลังการทำกิจกรรม

5.3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

5.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้

ในชีวิตประจำวัน

6. ผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในเนื้อหาเรื่องสารสังเคราะห์จากแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ วิชาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งจำแนกเป็น 3 ด้าน (Romey. 1968 : 115-117 ; Citing Pella. 1966 : 31-34) ดังนี้

6.1 ด้านการจำแนก (Classificational Concept) เป็นมโนคติที่บ่งถึงคำจำกัดความหรือชี้แจงคุณสมบัติของสิ่งของ ปรากฏการณ์หรือบ่งถึงคุณสมบัติร่วมของสิ่งของนั้น ๆ มโนคติประเภทนี้เป็นมโนคติที่นำไปใช้บรรยายวัตถุหรือปรากฏการณ์

6.2 ด้านความสัมพันธ์ (Corelational Concept) เป็นมโนคติที่บ่งถึงความสัมพันธ์ของเหตุการณ์หรือสิ่งของทั้งในเชิงเปรียบเทียบ และในเชิงที่มีเหตุผลต่อกัน มโนคติในประเภทนี้เป็นมโนคติที่นำไปใช้ในการทำนายหรือพยากรณ์วัตถุหรือปรากฏการณ์

6.3 ด้านทฤษฎี (Theoretical Concept) เป็นมโนคติที่นักวิทยาศาสตร์กำหนดขึ้นหรือจินตนาการเพื่อหารูปแบบที่จะนำมาใช้ในการอธิบายคุณลักษณะของสิ่งบางสิ่งที่ไม่อาจสังเกตได้โดยตรง แต่มีหลักฐานบางประการมาสนับสนุนว่าเป็นไปได้ มโนคติประเภทนี้เป็นมโนคติที่นำไปใช้ในการอธิบายวัตถุหรือปรากฏการณ์

ผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทั้ง 3 ประเภทนี้วัดได้จากคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสารสังเคราะห์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและหาคุณภาพแล้ว

7. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการอ่านข้อความที่เป็นสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วสามารถบอกวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ได้ถูกต้องใน 4 ขั้น (Weir. 1974 : 16-18) ดังนี้

7.1 ขั้นระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาที่สำคัญที่สุดภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

7.2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากข้อเท็จจริงตามสถานการณ์

7.3 ขั้นกำหนดวิธีการเพื่อกำกับปัญหา หมายถึง ความสามารถในการวางแผนเพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหาหรือข้อเท็จจริงหรือข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่ระบุไว้

7.4 ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายได้ว่าผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการเพื่อกำกับปัญหานั้นสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่ และผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

ตาราง 1 เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้วยการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติกับการสอนตามคู่มือครู

การสอนโดยใช้แผนที่มโนคติ	การสอนตามคู่มือครู
1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 2. ขั้นเสริมมโนคติพื้นฐาน 3. ขั้นสอน 3.1 นักเรียนศึกษาเนื้อหาหรือทำการทดลอง 3.2 ครูอธิบายความหมายและยกตัวอย่างมโนคติ 3.3 นักเรียนระบุมโนคติที่สำคัญของกิจกรรม 3.4 นักเรียนจัดลำดับมโนคติ 3.5 นักเรียนเชื่อมโยงมโนคติต่าง ๆ เข้าด้วยกันโดยใช้คำเชื่อม 4. ขั้นสรุปด้วยแผนที่มโนคติ โดยคัดเลือกแผนที่มโนคติที่นักเรียนสร้างมาอภิปรายร่วมกัน	1. ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม 1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหา 1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการทำกิจกรรม และข้อควรระวัง 2. ขั้นทำกิจกรรม นักเรียนทำกิจกรรม 3. ขั้นอภิปรายหลังการทำกิจกรรม 3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทำกิจกรรมเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่ 3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยดังนี้

1. เอกสารเกี่ยวกับมโนคติและมโนคติทางวิทยาศาสตร์
2. เอกสารเกี่ยวกับการเรียนการสอนมโนคติ และหลักการ
3. เอกสารเกี่ยวกับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติ
4. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
5. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารเกี่ยวกับมโนคติและมโนคติทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของมโนคติ

มโนคติมีความหมายตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า Concept ซึ่งคำนี้ ยังมีผู้ใช้อื่นในความหมายเดียวกันอีกหลายคำ เช่น มโนทัศน์ ความคิดรวบยอด มโนภาพ มโนคติ มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของมโนคติไว้หลายท่านดังต่อไปนี้

✓ วิชัย วงษ์ใหญ่ (2532 : 18) ได้ให้คำจำกัดความของมโนคติไว้ว่า "มโนคติ หมายถึง ภาพที่เกิดขึ้นในใจของบุคคลเกี่ยวกับกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณสมบัติ คุณลักษณะร่วมกันกลุ่มของสิ่งเร้า อาจจะเป็นชนิด ประเภท วัตถุ ธรรมชาติ เหตุการณ์ หรือบุคคลก็ได้"

✓ อร่าม วัจนะ (2536 : 17) ให้ความหมายของมโนคติไว้ว่า มโนคติ หมายถึง ความเข้าใจทั้งหมดที่มีต่อสิ่งของหรือสถานการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น เมื่อพูดถึงโรงเรียน ก็จะนึกได้ถึงสถานที่แห่งหนึ่งที่มีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างไปจากสถานที่อื่น ๆ เป็นเพราะว่ามีมโนคติของโรงเรียนแล้วในความทรงจำ มโนคตินี้จะอยู่ในรูปของนามธรรมเกิดจากผลสรุปการรับรู้ลักษณะของสิ่งนั้น

✓ นวลจิต เช้ากักรักพงศ์ (2537 : 22) ให้ความหมายมโนคติไว้ว่า มโนคติ หมายถึง การสรุปคุณลักษณะหรือสมบัติร่วมที่สำคัญของวัตถุสิ่งของ เหตุการณ์ สิ่งแวดล้อมหรือความคิดอันเป็นผลมาจากประสบการณ์ที่มีต่อสิ่งเหล่านั้น ซึ่งแสดงออกมาโดยภาษา หรือถ้อยคำ ที่เป็นนามธรรม

กู๊ด (Good. 1959 : 124) ได้ให้ความหมายของมโนคติไว้ 3 ลักษณะ คือ

1. ความคิดหรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบ หรือลักษณะร่วมที่สามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มเป็นพวกได้
2. สัญลักษณ์เชิงความคิดทั่วไป หรือเชิงนามธรรมเกี่ยวกับสถานการณ์ กิจกรรมหรือวัตถุ
3. ความรู้ลึกซึ้ง ความคิด เห็น ความคิด หรือภาพความคิด

แมคโดนัลด์ (McDonald. 1959 : 134-135) กล่าวว่า มโนคติ คือ การจำแนกประเภท กลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกัน ซึ่งจะต้องนำประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งนั้น ๆ มาแยกแยะและสรุปรวบยอด

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า มโนคติ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจของบุคคลที่สรุปรวมเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยอาศัยประสบการณ์เดิม และคุณลักษณะร่วมของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความของสิ่งนั้น

ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวชนไพบุลย์ (2526 : 3) กล่าวว่า มโนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดหลักของคนเรานี้มีต่อวัตถุ เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ กล่าวคือ เมื่อเราคำเนิการแสวงหาความรู้เกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ จะก่อให้เกิดการรับรู้ สามารถแยกแยะความเหมือน ความแตกต่าง สรุปรวมลักษณะที่สำคัญ ๆ มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งนั้น ๆ สร้างเป็นความคิดหลักในรูปที่แสดงถึงความเข้าใจ ทำให้สามารถนำไปใช้ในการบรรยาย อธิบาย หรือพยากรณ์วัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏที่เกี่ยวข้องได้

วาทิตต์ ผ่องศรี (2538 : 12) สรุปไว้ว่า มโนคติทางวิทยาศาสตร์เป็นความเข้าใจในการสรุปรวมลักษณะที่สำคัญของวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยนำเอาการรับรู้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์ของแต่ละบุคคล

โรเม (Romey. 1968 : 122) ให้ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการสรุปอย่างกว้าง ๆ เกี่ยวกับลักษณะบางอย่างทางกายภาพและชีวภาพ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของข้อเท็จจริง และประสบการณ์

ซัน และโทรบริดจ์ (Sun and Trowbridge. 1973 : 17) ให้ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการสร้างมโนภาพจากสิ่งที่ได้กระทำหรือรับรู้และสรุปรวมออกมา

✓ จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่ามโนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจ โดยสรุปรวมในข้อเท็จจริงและหลักการหรือข้อสรุปซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล เกี่ยวกับวัตถุ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

ทฤษฎีและแนวความคิดของมโนคติ

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

1. ระยะการใช้วิธีหยาบรู้ (Sensory Motor Stage) 0-2 ปี เป็นระยะตอบสนอง อัตโนมัติ ทำไปโดยไม่ได้เกี่ยวกับมโนคติในสมอง

2. ระยะเริ่มต้นกระบวนการคิด (Pre Operation Stage) 2-7 ปี เป็นระยะการรับรู้แล้วจดจำได้แต่เป็นแบบง่าย ๆ

3. ระยะกระบวนการคิดในเรื่องรูปธรรม (Concrete Operation Stage) 7-12 ปี เป็นระยะความสามารถทางสมอง คือ สามารถคิดเป็น แต่จะเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้อกับสิ่งที่ป็นรูปธรรมเป็นส่วนใหญ่

4. ระยะกระบวนการคิดที่เป็นแบบแผน (Formal Operation Stage) 12-15 ปี เป็นกระบวนการคิดที่เป็นนามธรรมมากขึ้น

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2527 : 298-300) ได้รวบรวมทฤษฎีมโนคติ ของกาเอ่ (Gagne) ซึ่งได้แบ่งประเภทของการเรียนรู้ ตามลำดับขั้นของการเรียนรู้ทางสมองตามธรรมชาติของมนุษย์ไว้ดังนี้

1. การเรียนรู้จากสัญญาณ (Signal Learning) คือการใช้สัญญาณการเรียนรู้เป็นเงื่อนไขของการเรียนรู้

2. การเรียนรู้จากความสัมพันธ์ของสิ่งเร้ากับการตอบสนอง (Stimulus Response Learning) คือการเรียนรู้ที่เกิดจากการตอบสนองอย่างถูกต้องต่อการกระตุ้นแต่ละอย่าง

3. การเรียนรู้จากการปฏิบัติวิชาตอบสนองต่อเนื่องแบบลูกโซ่ (Motor Chaining) คือการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันเป็นลูกโซ่กับสิ่งเร้า และเกิดปฏิกิริยาตอบสนอง คือสามารถทำอะไรเป็นลำดับขั้นต่อเนื่องได้

4. การเรียนรู้จากความสัมพันธ์ทางภาษา (Verbal Association) เป็นการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้าและปฏิกิริยาตอบสนองซึ่งเกิดได้ด้วยถ้อยคำ

5. การเรียนรู้โดยสามารถจำแนกแยกแยะสิ่งต่าง ๆ (Multiple Diserimination) คือการเรียนรู้ที่มีความเข้าใจอย่างกว้างขวางลึกซึ้ง สามารถแยกแยะประเภทของสิ่งต่าง ๆ ได้

6. การเรียนรู้โน้มนั (Concept Learning) คือการเรียนรู้เกี่ยวกับลักษณะ หรือ คุณสมบัติร่วมของข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยดูความเหมือนกัน และจัดพวกเข้ากันได้ และเรียนรู้ลักษณะของพวกที่จัดไว้นั้น

7. การเรียนรู้หลักการ (Principle Learning) คือการเรียนรู้ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอด ตั้งแต่สองความคิดรวบยอดขึ้นไป เป็นลักษณะของกฎเกณฑ์ต่าง ๆ

8. การเรียนรู้ในการแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นการใช้หลักการหรือกฎเกณฑ์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น

จากลำดับขั้นของการเรียนรู้ จะมองเห็นความสัมพันธ์กันทุกขั้นโดยก่อนที่จะถึงขั้นการเรียนรู้โน้มนันั้น จะต้องผ่านขั้นต่าง ๆ ที่เป็นพื้นฐานมาก่อนในขั้นต้น ๆ อาจผ่านกระบวนการคิดในสมองไม่มากนัก แต่จะเพิ่มขึ้นมากเรื่อย ๆ ในขั้นที่สูงขึ้น

ประเภทของมโนคติทางวิทยาศาสตร์

ปรีชา วงศ์ศิริ (2525 : 247-248) ได้จัดแบ่งมโนคติทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนคติที่เกี่ยวกับการแบ่งประเภท มโนคติประเภทนี้เป็นการกำหนดสมบัติร่วมของสิ่งต่าง ๆ ไว้เป็นพวก ๆ เพื่อใช้ในการบรรยายถึงสิ่งนั้น ๆ ให้เข้าใจตรงกัน เช่น น้ำทะเล เป็นน้ำกระด้าง สสารคือ สิ่งที่มีมวลและต้องการที่อยู่

2. มโนคติที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ มโนคติประเภทนี้เป็นการกำหนดความสัมพันธ์ของมโนคติย่อยที่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งช่วยให้สามารถพยากรณ์ หรือคาดคะเนล่วงหน้าในเหตุการณ์นั้น เช่น แรงคืออำนาจที่ผลักหรือดึงวัตถุให้เกิดการเคลื่อนที่ สสารอาจเปลี่ยนสถานะได้โดยการเพิ่มหรือลดพลังงาน

3. มโนคติทางทฤษฎี มโนคติประเภทนี้เป็นการกำหนดสิ่งที่มองไม่เห็น แต่รู้ว่ามันมีอยู่จริง เพราะมีหลักฐานสนับสนุนว่าเป็นจริง มโนคติประเภทนี้นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นโดยอาศัยจินตนาการ หรือนิยามภาพขึ้นในสมอง เพื่อกำหนดลักษณะของสิ่งนั้นขึ้น เช่น แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อะตอมคืออนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุซึ่งประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน

✓ คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ได้แบ่งประเภทของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ประเภท ดังต่อไปนี้ (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2526 : 52 ; อ้างอิงมาจาก ทบวงมหาวิทยาลัย. 2524 : 6-7)

1. มโนคติที่เกี่ยวข้อกับข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่จะนำมาสรุป เช่น สสาร คือ สิ่งที่มีมวล และต้องการที่อยู่
2. มโนคติที่เกิดขึ้นจากการสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงของสิ่งทั้งหลาย เช่น กระแสไฟฟ้าขึ้นกับความต้านทานในวงจร อุณหภูมิมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี
3. มโนคติที่เกิดจากการนำเอาข้อมูลหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ มาสรุปเข้าด้วยกัน เป็นกระบวนการต่อเนื่องตั้งแต่ความรู้เบื้องต้นไปจนกระทั่งถึงความรู้ระดับสูง ในการที่จะเข้าใจมโนคติเหล่านี้ได้จะต้องมีมโนคติเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นมาแล้ว เช่น สัตว์ที่มีการปรับตัวที่ดีที่สุดเท่านั้นที่จะสามารถดำรงพันธุ์ต่อไปได้

เพลลา ได้แบ่งประเภทของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

(Romey. 1968 : 115-117 ; citing Pella. 1966 : 31-34)

1. มโนคติเกี่ยวกับการจำแนก (Classificational Concept) เป็นมโนคติเกี่ยวกับการจำแนกแยกแยะหรือจัดประเภทข้อเท็จจริง เช่น แผลงเป็นสัตว์ที่มี 6 ขา ลำตัวเป็น 3 ท่อน
2. มโนคติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational Concept) เป็นมโนคติที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกัน เช่น แรงเป็นอำนาจที่ผลักหรือดึงวัตถุให้เคลื่อนที่
3. มโนคติเกี่ยวกับทฤษฎี (Theoretical Concept) เป็นมโนคติเกี่ยวกับทางทฤษฎี ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้คิดขึ้น หรือกำหนดให้มีขึ้น (Created Idea) เพื่อใช้เป็นเหตุผลอ้างอิงในการอธิบายเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ เช่น อะตอมคือ อนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุ ประกอบไปด้วย โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน

ความสำคัญของมโนคติ

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2526 : 59-60) กล่าวว่า มโนคติมีความสำคัญสำหรับการเรียนการสอน และการดำรงชีพของมนุษย์มาก ในชีวิตประจำวันของทุกคนจะต้องพบกับปัญหาที่เกิดขึ้น ความต้องการตามวิถีทางของการดำรงชีวิต การแก้ปัญหา การตัดสินใจ หรือการแสวงหาความรู้ใด ๆ ล้วนแต่ต้องอาศัยมโนคติเป็นรากฐานแทบทั้งสิ้น เพราะมโนคติเป็นแก่นของความรู้ หรือที่

เรียกว่า "ความคิดหลัก" เมื่อสะสมเพิ่มพูนขึ้นเรื่อย ๆ จากประสบการณ์ต่างๆ ก็จะช่วยให้มีความคิดแตกฉานยิ่งขึ้น อาจกล่าวได้ว่าผู้ที่ประสบการณ์มามากย่อมแก้ปัญหาได้ดีกว่า หรือมีประสิทธิภาพเหนือกว่าผู้ที่ประสบการณ์น้อย ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงจำเป็นต้องให้เด็กได้เรียนรู้นิยามนิมิต เพราะนอกจากจะเป็นพื้นฐานของความคิดวินิจฉัยต่าง ๆ แล้ว ความรู้และเทคโนโลยีในปัจจุบันได้ก้าวหน้าไปอย่างไม่หยุดยั้ง หลักสูตรการเรียนการสอนไม่สามารถจะบรรจุทุกเรื่องของวิทยาการความรู้ขึ้น ๆ ไว้ได้หมด การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องมุ่งไปที่นิมิตเพื่อช่วยให้เด็กเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างกว้างขวางรวดเร็วถึงแก่นของความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับ วารินทร์ รัชมีพรหม (2532 : 81) ที่กล่าวว่านิมิตเป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนรู้เรื่องราวต่าง ๆ ในโลกของเรา เพราะถ้าปราศจากการจับกลุ่มของเหตุการณ์หรือความคิดต่าง ๆ แล้ว เราจะต้องเรียนรู้แต่ละเหตุการณ์ หรือแต่ละความคิด ซึ่งจะมีมากมายเหลือเกิน เกินความสามารถในการจำของมนุษย์ได้

ไพเราะ ทิพย์ทัศน์ (2533 : 148-149) กล่าวถึงความสำคัญของนิมิตว่านิมิตมีประโยชน์ต่อความเข้าใจ และการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้มาก และเป็นพื้นฐานที่จำเป็น

นวลจิต เขากีรติพงศ์ (2537 : 21) กล่าวว่า การเรียนรู้นิยามนิมิต จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ในเรื่องนั้นถึงระดับสูงสุดได้ และนอกจากนั้นยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้สิ่งที่เกี่ยวข้องได้รวดเร็วขึ้น เพราะเกิดการจัดระบบเบ็ดเสร็จของข้อมูลได้เรียบร้อยแล้วในสมอง เมื่อปะทะกับสิ่งเร้า ก็จะสามารถจำแนก จัดหมวดหมู่ และเชื่อมโยงกับนิยามนิมิตเดิมที่มีอยู่ได้ง่าย

ดีส์ (Deese. 1959 : 415) กล่าวว่า นิยามนิมิตเป็นรากฐานสำคัญของการเรียน มนุษย์จะคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด สัมพันธ์กับนิยามนิมิตเป็นสำคัญ

ออสซูเบล (Ausubel. 1968 : 505) ได้กล่าวไว้ว่า ในชีวิตประจำวันของทุกคนจะต้องพบกับปัญหาที่ต้องคิดอย่างหนัก และไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้คนอยู่ในโลกของนิยามนิมิตมากกว่าวัตถุ เหตุการณ์ สถานการณ์ เพราะว่าพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ของมนุษย์ไม่ว่าจะเป็นด้านคิด การสื่อความหมายระหว่างกัน การแก้ปัญหา การตัดสินใจ ล้วนแต่ต้องผ่านเรื่องราวกรองที่เป็นนิยามนิมิตทั้งสิ้น

ฮัดกินส์ (Hudgins. 1977 : 109) กล่าวถึงประโยชน์ของนิยามนิมิตไว้ว่านิยามนิมิตเป็นความคิดที่คนสร้างขึ้นเพื่อจัดระบบประสบการณ์และความรู้ ลดความซับซ้อนของสิ่งต่าง ๆ ในโลก

✓ กระบวนการในการสร้างมโนคติ

✓ การสร้างมโนคติ (concept formation) ดวงเดือน นันทมนาวิน (2522) ได้ให้แนวคิดไว้ คือ ความสามารถของบุคคลในการแยกแยะจัดหมวดหมู่ของวัตถุ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ เข้าเป็นกลุ่มเดียวกันได้ โดยอาศัยลักษณะร่วมหรือลักษณะที่เหมือนกันของสิ่งเร้านั้นเป็นเกณฑ์ในการจัดรวมอยู่ในประเภทเดียวกัน และแบ่งแยกสิ่งเร้าที่ไม่มีลักษณะร่วมนั้นออกไว้ในประเภทอื่นจึงเห็นได้ว่าการสร้างมโนคติต้องใช้กระบวนการสองชนิด คือ "กระบวนการเพ้นจำแนก" (discrimination) และ "กระบวนการแผ่ครอบคลุม" (generalization) ความสามารถในการสร้างมโนคติยังไม่ปรากฏ ถ้าเด็กยังอยู่ในขั้นการเคลื่อนไหวสัมผัสตามทฤษฎีที่พัฒนาการทางความคิดและสติปัญญาของเพียเจต์ กระบวนการเพ้นจำแนกและกระบวนการแผ่ครอบคลุมจะเริ่มปรากฏขึ้นเมื่อเด็กเข้าสู่ขั้นก่อนปฏิบัติการ คืออายุประมาณ 7 ปี แต่เด็กยังสามารถสร้างความคิดรวบยอดได้คลุมเครือ และมีการจัดประเภทอย่างผิดพลาด เพราะการคิดเกี่ยวกับลักษณะร่วมของสิ่งเร้ายังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร เมื่อเด็กเข้าสู่ขั้นปฏิบัติการเชิงรูปธรรม เด็กจะสามารถสร้างมโนคติทางวัตถุได้ถูกต้องก่อน และเมื่อถึงขั้นสูงสุด คือขั้นปฏิบัติการแบบระบบ เด็กจึงจะสามารถสร้างมโนคติ เกี่ยวกับสัญลักษณ์ได้ ซึ่งก็เป็นช่วงอายุราว 14 ปี เป็นต้นไปจึงอาจคาดคะเนได้ว่าเด็กไทยจะเริ่มสร้างมโนคติขึ้นต้นได้เมื่อเริ่มเข้าศึกษาในชั้นประถมศึกษาตอนต้น

สุมาลี จันทร์ชลอ (2533 : 52-54) ได้สรุปกระบวนการในการสร้างมโนคติจากแนวคิดในการให้ความหมาย ทฤษฎีและกระบวนการทางสมองในการสร้างมโนคติของนักการศึกษาหลายท่านโดยสรุปได้ว่า กระบวนการในการสร้างมโนคติจะเกิดขึ้นในตัวผู้เรียนได้นั้น ผู้เรียนต้องมีความสามารถในการสังเกตรับรู้กลุ่มตัวอย่างของสิ่งเร้าจากประสาทสัมผัสทางใดทางหนึ่งหรือหลายทาง (Perception) กระบวนการอีกประการหนึ่ง คือ การจัดจำแนกลักษณะของสิ่งเร้า (Discrimination) หรือมองเห็นลักษณะเด่นของสิ่งเร้า กระบวนการต่อไป คือ การจัดระบบประเภทหมวดหมู่ (Classification) กระบวนการนี้ต้องอาศัยลักษณะร่วมของแต่ละประเภทเป็นการดึงลักษณะร่วมที่เกี่ยวข้องออกมา กระบวนการสุดท้าย คือ การสรุปครอบคลุม (Generalization) กระบวนการนี้อาศัยความสามารถในการถ่ายโยง (Process of Transfer) และความสามารถในการจินตนาการ

จากแนวคิดของนักศึกษาดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า มโนคติเป็นพื้นฐานของกระบวนการเรียนรู้ และกระบวนการคิดในระดับสูงของบุคคล อันส่งผลต่อการพัฒนาความรู้ ความสามารถของนักเรียน

ครูผู้สอนจึงควรแสวงหาและจัดกระบวนการเรียนการสอนที่สามารถพัฒนาความสามารถในการสร้าง
 มโนคติของนักเรียน

เอกสารเกี่ยวกับการเรียนการสอนมโนคติและหลักการ

มโนคติเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ อยู่ในระบบโครงสร้างของความรู้ ความสำคัญของมโนคติ
 ในแต่ละมโนคตินั้น บางครั้งจะมีความสัมพันธ์กันอันเป็นแนวทางสรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์ ทฤษฎี
 หรือนำไปใช้แก้ปัญหาและสร้างสรรค์ต่อไป กระบวนการที่จะเกิดหลักการได้จะต้องมีมโนคติอย่างน้อย
 ตั้งแต่สองมโนคติขึ้นไปมาสรุปสัมพันธ์เป็นเหตุเป็นผลกัน

แนวความคิดเกี่ยวกับการสอนมโนคติ

บรูเนอร์ (Bruner. 1969) กล่าวว่าไว้ว่า วิชาใด ๆ ก็ตามสามารถสอนให้เด็กเรียนรู้
 ได้ เข้าใจได้อย่างได้ผลจริงจึงในบางลักษณะไม่ว่าผู้เรียนจะเป็นใคร ในระดับวุฒิภาวะใด แต่ขึ้น
 อยู่กับการใช้วิธีการสอนที่เหมาะสมกับวัย วุฒิภาวะและกลุ่มเป้าหมาย บรูเนอร์ เป็นผู้นำในการคิดว่า
 กระบวนการสอนที่จะให้ผู้เรียนเรียนได้ผลดีในระยะสั้น คือ การเรียนการสอน "แก่น" หรือ "สาระ"
 ของวิชานั้น ๆ โดยพยายามศึกษาโครงสร้าง แนวคิดหลักการสำคัญ ๆ ของแต่ละวิชาและทำความเข้าใจ
 เรื่องที่สำคัญ ๆ ในวิชาหรือสาระที่สำคัญให้ได้ และสาระสำคัญหรือแก่นของวิชาคนหนึ่ง ๆ
 นั้นอาจจะสอนให้ผู้เรียนได้ทุกระดับวัยโดยให้ความลึกซึ้งแตกต่างกัน ตามความสามารถของผู้เรียน
 แต่ละวัยจะรับได้ตามระดับความตื้นลึกของมโนคตินั้น ๆ วิธีการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนเกิดมโนคติ
 จะเน้นกระบวนการ (process) วิธีการสืบเสาะหาความรู้มากกว่าการมุ่งเน้น ที่ เนื้อหาสาระ
 (contents) วิธีการเรียนการสอนดังกล่าวนี้มีแนวความคิดพื้นฐาน 2 ประการ คือ

1. วิทยาการต่าง ๆ เพิ่มขึ้นมากขึ้นทุกวัน โดยเฉพาะความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และ
 เทคโนโลยี จะเพิ่มประมาณปีละ 7 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น กระบวนการจัดการศึกษาจะมีวิธีการ
 เรียนการสอนอย่างไรกับผู้เรียน ซึ่งมีขีดจำกัด ด้านประสบการณ์และด้านเวลา

2. เนื่องจากความรู้ต่าง ๆ เพิ่มขึ้นและเปลี่ยนแปลงโดยรวดเร็ว โอกาสที่ครูและนักเรียน
 จะล้าสมัยเป็นไปได้มาก ถ้ายังใช้วิธีการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นเนื้อหาเพราะเวลามีจำกัดและเนื้อหา
 สาระมีมากจะทำให้เรียนรู้ไม่หมด ดังนั้นจะต้องปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนให้เหมาะสม
 กับธรรมชาติของความรู้และธรรมชาติของผู้เรียน

✓ การสอนมโนคติทางวิทยาศาสตร์

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย.

2524 : 9) ได้กล่าวถึงการสอนให้เกิดมโนคติไว้ว่า

1. ควรเลือกใช้อุปกรณ์การสอนที่เหมาะสมกับบทเรียนและนักเรียน
2. ควรใช้ประสบการณ์ตรงให้มากที่สุดเท่าที่โอกาสอำนวย แต่การนำประสบการณ์ตรงมาใช้สอน เช่น รูปภาพ หุ่นจำลอง ก็ทำให้นักเรียนเกิดความสัมพันธ์ทางความคิดด้วยตนเอง และเกิดมโนคติด้วยตนเองได้
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม และส่งเสริมให้รู้จักคิดหาเหตุผลรู้จักสังเกต และรู้จักจำแนกลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ออกมาให้เห็นอย่างชัดเจน สิ่งเหล่านี้จะทำให้เขามีความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นอันจะนำไปสู่การสร้างมโนคติต่อไป
4. ควรเลือกวิธีสอนที่เหมาะสมกับบทเรียนและนักเรียน เลือกการจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับนักเรียน และเหมาะสมกับลักษณะของมโนคติ

✓ สมจิต สวชนไพบูลย์ (2526 : 62) กล่าวว่า การสอนมโนคติทางวิทยาศาสตร์ก็คือ การจัดกิจกรรมของผู้สอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งส่วนที่เป็นตัวความรู้ประเภทมโนคติ และส่วนที่เป็นกระบวนการวิทยาศาสตร์นับว่าเป็นการเสริมสร้างนิสัยในการแสวงหาความรู้ และฝึกฝนให้นักเรียนคิดเห็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็นนัยเอง และได้เสนอแนะแนวทางในการสอนมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ครูสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องให้อยู่ในลักษณะที่น่าสงสัย ทำทาสี ชั่วๆให้นักเรียนแสวงหาความรู้
2. ครูสร้างคำถาม เพื่อนำทางนักเรียนไปสู่การแก้ปัญหา เช่น การแก้ปัญหาโดยใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ คำถามประเภทให้นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์คาดคะเนคำตอบตามแนวทางของสมมติฐาน แล้วดำเนินการทดสอบหรือพิสูจน์ สมมติฐานและสรุปผล
3. ครูพยายามให้นักเรียนสรุป เป็นมโนคติตามความเข้าใจของตนเองโดยอยู่ภายใต้การดูแลของครู
4. ครูควรจัดสถานการณ์ให้นักเรียนฝึกน้อมมโนคติที่ได้เรียนรู้ไปแก้ปัญหาใหม่เพื่อเสริมสร้างเกี่ยวกับการเรียนรู้มโนคตินั้น ๆ อย่างกว้างขวางและลึกซึ้งขึ้น

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2532 : 19-20) ได้ให้แนวความคิดเกี่ยวกับการสอนมนมคติไว้ว่า วิธี
การเรียนการสอน ให้ผู้เรียนเกิดมนมคติจะเน้นกระบวนการ (Process) วิธีที่การสืบเสาะหา
 ความรู้มากกว่าการมุ่งเน้นที่ เนื้อหาสาระ (Contents) สำหรับตัวผู้สอนซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่จะจัด
 กระบวนการเรียนการสอนมนมคติได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรคำนึงถึงองค์ประกอบ 4 ประการคือ

1. ก่อนจะสอนผู้สอนจะต้องศึกษาเพื่อให้เข้าใจธรรมชาติของวิชาและโครงสร้างของ
 วิชานั้น ๆ ให้กับผู้เรียน เพื่อให้เข้าใจง่ายเกี่ยวกับสาระที่นำไปสู่มนมคติที่แท้จริง ผู้เรียนจะได้เข้า
 ใจถึงแก่นแท้ของวิชาได้ง่าย ไม่เสียเวลาการเรียนรู้และสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียน

2. ผู้สอนจะต้องรู้จักและเข้าใจผู้เรียนอย่างดีเกี่ยวกับธรรมชาติของผู้เรียนในด้านการ
 เจริญเติบโต ความพร้อม ความสนใจ ความต้องการ รวมทั้งประสบการณ์เดิมของผู้เรียนและผู้สอน
 จะต้องจัดบรรยากาศทางจิตวิทยาที่เอื้ออำนวยต่อสภาพการเรียนรู้การสอนที่เหมาะสมกับวุฒิภาวะของ
 ผู้เรียนด้วย

3. การจัดประสบการณ์การเรียนรู้พยายามส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้เหตุผลและกล้าแสดงใน
 สิ่งที่เขาคิด การแก้ปัญหา การส่งเสริมความริเริ่มสร้างสรรค์ รวมทั้งการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิด
 การคิดภายในใจหรือการลุ่มคิด (Intuitive Thinking) ปัจจัยเหล่านี้จะช่วยเสริมกระบวนการ
 คิดเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การหาเหตุผล การสร้างสมมติฐาน การเก็บข้อมูล และการพิสูจน์ว่า
 เป็นจริงหรือไม่

4. ผู้สอนจะต้องสามารถสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความรักความชอบที่จะเรียนรู้
 ส่วนการสร้างแรงจูงใจภายนอกนั้นจะออกแบบกิจกรรมอย่างไรจึงจะทำให้ผู้เรียนสนุกและสนใจ
 กับการเรียน อันเป็นการสร้างแรงจูงใจภายในสำหรับผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญยิ่งเพราะจะมีอิทธิพลและ
 ส่งผลต่อการเรียนรู้เป็นอย่างไร

นวลจิต เขากีตติพงศ์ (2537 : 24-27) ได้กล่าวถึงการสอนมนมคติ ไว้ว่า

1. ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้นมคติได้ดีเมื่อมีโอกาสได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเอง
2. การนำเสนอสิ่งเร้าที่ชัดเจน การชี้แนะให้เห็นความแตกต่างของสิ่งเร้าอย่างชัดเจน
 และการชี้แนะให้เกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มนมคติได้เร็วขึ้น
3. การส่งเสริมความสามารถทางการใช้ภาษาอย่างถูกต้องจะช่วยให้ผู้เรียนแสดงออกถึง
 การเรียนรู้นมคติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้โมเดลได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความคงทนต่อการเรียนรู้สูงเมื่อได้มีโอกาสการเรียนรู้โมเดลนั้นไปใช้ประโยชน์

ไทเลอร์ (Tyler. 1965 : 148-150) ได้กล่าวถึงการสอนให้เกิดโมเดลว่า การเรียนรู้จะต้องเกิดจากการกระทำของนักเรียนเอง การที่ครูให้หลักการและข้อสรุปแก่นักเรียนโดยตรง นักเรียนจะจดจำสิ่งที่ครูให้โดยปราศจากความเข้าใจในสิ่งนั้น ๆ อย่างแท้จริงซึ่งเป็นอันตรายต่อเด็กมาก เขาเชื่อว่าวิธีการแก้ไขเหตุการณ์ดังกล่าว ก็คือพยายามให้นักเรียนสร้างหลักการ (Principle) ด้วยคำพูดของเขาเอง ในทำนองเดียวกันการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง จะช่วยให้นักเรียนมองเห็นความจริงทางวิทยาศาสตร์ได้ลึกซึ้งและรวดเร็ว

นอกจากนี้ ดีเซคโค (Dececco. 1968 : 402-416) ได้เสนอแนะวิธีสอนเพื่อสร้างโมเดลไว้ 9 ขั้นตอน ตามลำดับดังนี้

1. กำหนดพฤติกรรมที่คาดหวังของนักเรียนว่า เขาจะต้องแสดงพฤติกรรมอะไรบ้าง หลังจากที่ได้เรียนรู้โมเดลนั้นไปแล้ว

2. ลดจำนวนคุณลักษณะที่ซับซ้อนลง แล้วเน้นคุณลักษณะที่สำคัญให้ชัดเจนขึ้น

3. ใช้ภาษาที่นักเรียนเข้าใจเพื่อเป็นสื่อกลางของโมเดล

4. เสนอดตัวอย่างของโมเดลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องให้ผู้เรียน

5. เสนอดตัวอย่างที่ละอันในเวลาต่อเนื่องกัน หรือพร้อม ๆ กัน

6. เสนอดตัวอย่างที่เกี่ยวข้องอันใหม่ และให้นักเรียนบอกว่าโมเดลของสิ่งนั้น ๆ หรือไม่ ถ้านักเรียนบอกได้แสดงว่าเข้าใจ

7. การตรวจสอบการเรียนรู้ของนักเรียน โดยเสนอดตัวอย่างที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องให้นักเรียนเลือกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องเท่านั้น

8. ให้นักเรียนให้คำจำกัดความของโมเดลนั้น ถ้านักเรียนมีความเข้าใจก็จะสามารถให้คำจำกัดความได้

9. จัดสถานการณ์ใหม่ให้นักเรียนตอบสนองและให้แรงเสริม

กระบวนการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดแนวคิด และหลักการ วิชัย วงษ์ใหญ่ (2532 : 21-32) เสนอไว้ว่า

1. ข้อมูลหรือข้อเท็จจริง (data or fact) จะเป็นปัจจัยพื้นฐานที่จะบ่งชี้ให้ผู้เรียนได้เกิด จ्ञานณก ตรวจสอบ และนำมาประกอบการพิจารณากระบวนการคิดว่าสาระที่แท้จริงของข้อมูล เพื่อจะนำไปสู่การสังเคราะห์เป็นลักษณะร่วมต่อไป
2. มโนคติ (concept) คือ กระบวนการเพิ่จจำนวนของผู้เรียนที่สังเคราะห์มาจากข้อมูลในข้อที่ 1 เช่น ลักษณะร่วม คุณสมบัติ ประเภท ความจริง แสดงความจริงที่สอดคล้องกันรวมทั้งการแสดงความเป็นเหตุเป็นผลกัน เป็นต้น
3. ความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติต่าง ๆ หรือแนวคิด (generalization) คือ กระบวนการที่ผู้เรียนสามารถนำมโนคติต่าง ๆ มาวิเคราะห์ และสังเคราะห์ว่ามีมโนคติใดบ้างมีความสัมพันธ์เป็นเหตุเป็นผลกัน ซึ่งจะเป็แนวทางสรุปเป็นหลักการหรือความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้น
4. หลักการ (principles) คือ กระบวนการที่ผู้เรียนนำแนวคิดที่สรุปได้เป็นหลักการในข้อที่ 3 นำไปใช้แก้ปัญหา สร้างสรรค์ หรือนำหลักการที่ได้มาตั้งเป็นสมมติฐาน เพื่อจะแสวงหาความรู้ใหม่ต่อไป เพื่อจะทำให้กระบวนการสอนนี้แจ่มชัดขึ้นอีก ขอยกตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมสำหรับขั้นตอนการสอนแนวคิดหรือหลักการดังนี้

✓ จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการเรียนการสอนมโนคติและหลักการ พบว่า กระบวนการการเรียนการสอนที่จะให้ผู้เรียนเกิดมโนคติ และหลักการ ผู้สอนจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและกระทำมากที่สุด ส่วนบทบาทของผู้สอนจะเป็นเพียงผู้สร้างโอกาสทางการเรียน (Facilitator) ให้กับผู้เรียนเท่านั้น และพบว่า กระบวนการสอนมโนคติเป็นการฝึกกระบวนการคิดให้กับผู้เรียน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญจะต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นตามเจตนารมณ์ของหลักสูตรและเป้าหมายการศึกษา

✓ ปัจจัยที่สร้างให้ผู้เรียนมีคุณสมบัติด้านการคิดเป็นนั้ณ เงื่อนไขสำคัญอยู่ที่ตัวผู้สอนจะต้องมีกรอบความคิดพื้นฐานเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนมโนคติ ซึ่งจะนำไปสู่การวางแผนการสอน การออกแบบกิจกรรม การจัดกระบวนการเรียนการสอนและการประเมินผลสอดคล้องกับธรรมชาติ วิสัย และวุฒิภาวะของผู้เรียน ถ้าผู้เรียนได้รับการพัฒนาอย่างถูกต้องเขาจะเป็นผู้มีคุณสมบัติพื้นฐานของกระบวนการคิด การสืบค้นและการแสวงหาวิธีการเรียนต่อไป ผู้วิจัยจึงสนใจนำการสอนโดยใช้แผนที่มีมโนติมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เอกสารการสอนโดยใช้นิยามนิมิต

ความหมายของนิยามนิมิต

มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของนิยามนิมิตไว้ดังนี้

มนัส บุญประกอบ (2533 : 26) ได้สรุปความหมายของนิยามนิมิตไว้ว่านิยามนิมิต มีลักษณะเป็นแผนภูมิอย่างหนึ่ง ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างนิมิตด้วยเส้นและคำเชื่อมโยงที่เหมาะสม ทำให้สามารถอ่านความสัมพันธ์จากแผนภูมินั้นเป็นประโยคหรือข้อความที่มีความหมายได้

อัญชลี คณานนท์ (2536 : 51) ได้สรุปไว้ว่า การสร้างหรือการวาดนิยามนิมิต คือ การถ่ายทอดความคิดความเข้าใจของผู้สร้างในเรื่องหนึ่งออกมาในรูปของความสัมพันธ์ของนิมิต ซึ่งมีลำดับชั้น

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2532 : 24) ได้สรุปไว้ว่านิยามนิมิตเป็นปัจจัยที่สนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ที่มีความหมายสำหรับการสร้างนิมิตแก่ผู้เรียน

สุกัญญา ทองสนธิ (2537 : 23) ได้สรุปความหมายของนิยามนิมิตไว้ว่าเป็น แผนภาพที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างนิมิตต่าง ๆ อย่างมีลำดับชั้น แสดงให้เห็นถึงการคิดอย่างมีระบบ

โนวาค และโกวิน (Novak and Gowin. 1984) กล่าวถึงนิยามนิมิตว่า "นิยามนิมิตเป็นสิ่งที่ใช้แทนความสัมพันธ์อย่างมีความหมายระหว่างนิมิตในรูปของประพจน์ (Proposition)"

มอไรรา (Moreira. 1979) ให้ความหมายของนิยามนิมิตว่า "นิยามนิมิต หมายถึง แผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างนิมิตอย่างมีลำดับชั้น เพื่อจะแสดงให้เห็นการจัดนิมิตของวิชาใดวิชาหนึ่ง หรือส่วนใดส่วนหนึ่งของวิชานั้น ซึ่งอาจจะมีทิศทางเดียวหรือสองทิศทาง หรือมากกว่า"

คลิเบิร์น (Cliburn. 1987) กล่าวว่า "นิยามนิมิตเป็นเครื่องมือที่ใช้เสนอกรอบความคิดและความสัมพันธ์ของนิมิตที่เกี่ยวข้องกันอย่างมีระบบ"

การสร้างนิยามนิมิต (Concept Mapping)

การสร้างนิยามนิมิตนั้น อัลท์ (Ault. 1985 : 41) กล่าวว่า ไม่มีทิศทางในการสร้างที่แน่นอนตายตัวแต่สามารถสร้างได้หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีนั้นควรจะเริ่มด้วยการแนะนำแนวคิด

เกี่ยวกับโน้มนำ โดยกระทำในรูปของกิจกรรมเกี่ยวกับการเรียนรู้หรือแนะนำโดยตรง นอกจากนั้น ในการสอนให้นักเรียนสร้างแผนที่โน้มนำจะต้องคำนึงถึงระดับชั้นของนักเรียน ความยากง่าย ของเนื้อหา ตลอดจนสถานการณ์ที่ใช้ในห้องเรียนด้วย (นิทัศน์ เจริญวานิช. 2531 : 30)

อย่างไรก็ตาม โนวาค (Novak. 1984) และ อัลท์ (Ault. 1985 : 41) ได้แนะนำ ขั้นตอนในการสร้างแผนที่โน้มนำ โดยแบ่งเป็น 5 ขั้น ดังนี้

1. เลือก
2. จัดลำดับ
3. จัดกลุ่ม
4. จัดระบบ
5. เชื่อมโยงความสัมพันธ์

ขั้นที่ 1 เลือก

การเลือกเรื่องที่จะสร้างแผนที่โน้มนำอาจนำมาจากตำรา สมุดจดคำบรรยายคำอธิบาย ก่อนการปฏิบัติการ เริ่มจากการอ่านข้อความนั้นอย่างน้อย 1 ครั้ง แล้วระบุโน้มนำที่สำคัญโดยขีด เส้นใต้คำหรือประโยคที่สำคัญ ซึ่งอาจจะเป็นวัตถุหรือเหตุการณ์แล้วลอกมโน้มนำเหล่านั้นลงใน แผ่นกระดาษเล็ก ๆ เพื่อสะดวกในการจัดความสัมพันธ์

ขั้นที่ 2 จัดลำดับ

นำมโน้มนำที่สำคัญซึ่งได้เขียนลงในแผ่นกระดาษเล็ก ๆ แล้วมาจัดลำดับจากมโน้มนำที่มีความกว้างไปสู่มโน้มนำที่มีความเฉพาะเจาะจง

ขั้นที่ 3 จัดกลุ่ม

นำมโน้มนำมาจัดกลุ่มเข้าด้วยกันโดยมีเกณฑ์ 2 ข้อ คือ

1. จัดกลุ่มมโน้มนำที่อยู่ในระดับเดียวกัน
2. จัดกลุ่มมโน้มนำที่มีความเกี่ยวข้องกันอย่างใกล้ชิด

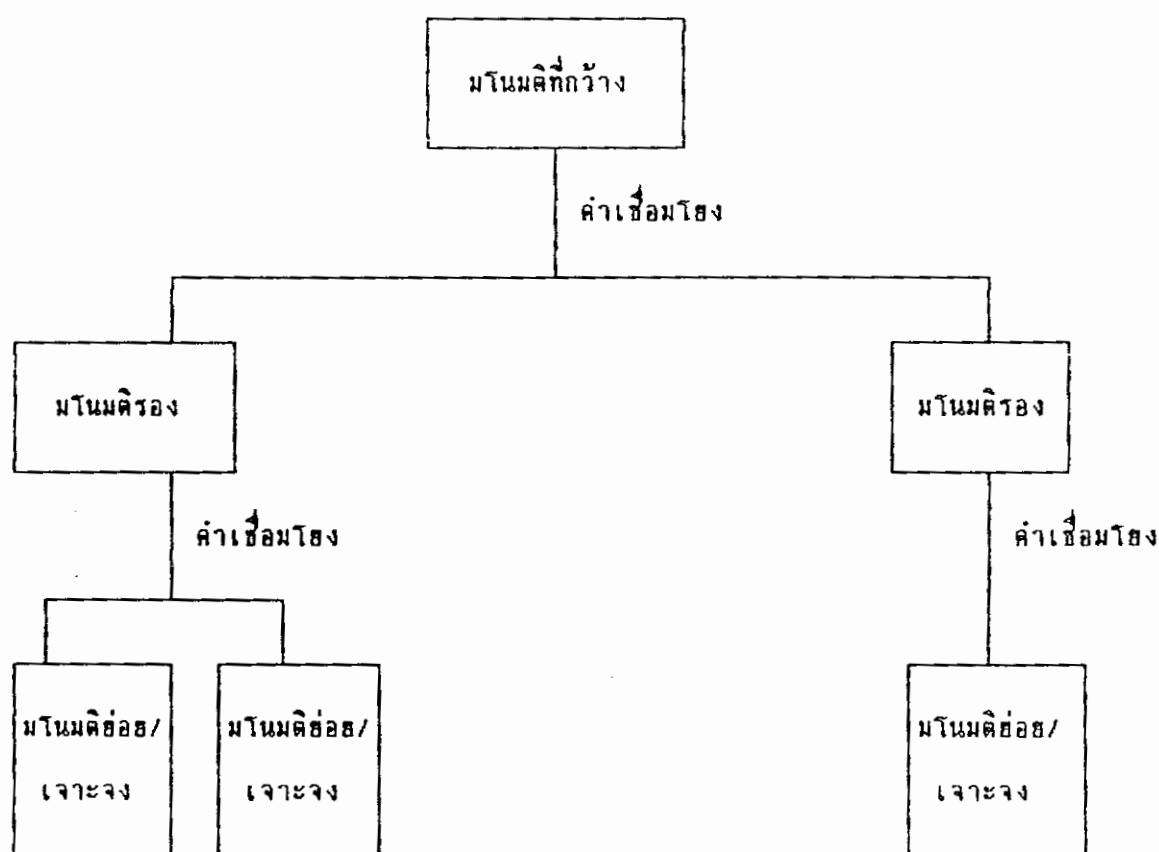
ขั้นที่ 4 จัดระบบ

เมื่อจัดกลุ่มมโน้มนำแล้ว นำมโน้มนำที่มีอยู่ในกลุ่มเดียวกันมาจัดระบบตามลำดับความ เกี่ยวข้อง ซึ่งขั้นตอนนี้ยังสามารถเปลี่ยนแปลงได้หรืออาจหามโน้มนำอื่น ๆ มาเพิ่มเติมได้อีก

ขั้นที่ 5 เชื่อมมโนคติที่มีความสัมพันธ์กัน

เมื่อจัดระบบมโนคติที่สำคัญแล้ว นำมโนคติที่มีความสัมพันธ์กันมาเชื่อมโยงกันโดยการลากเส้นเชื่อมโยงกัน และมีค่าเชื่อมระบุความสัมพันธ์ไว้ทุกเส้น และจากค่าเชื่อมแล้วจะสามารถอ่านได้เป็นประโยค เส้นที่เชื่อมโยงนี้อาจเชื่อมระหว่างมโนคติในชุดเดียวกัน หรือเชื่อมโยงระหว่างชุดของมโนคติต่างกันได้

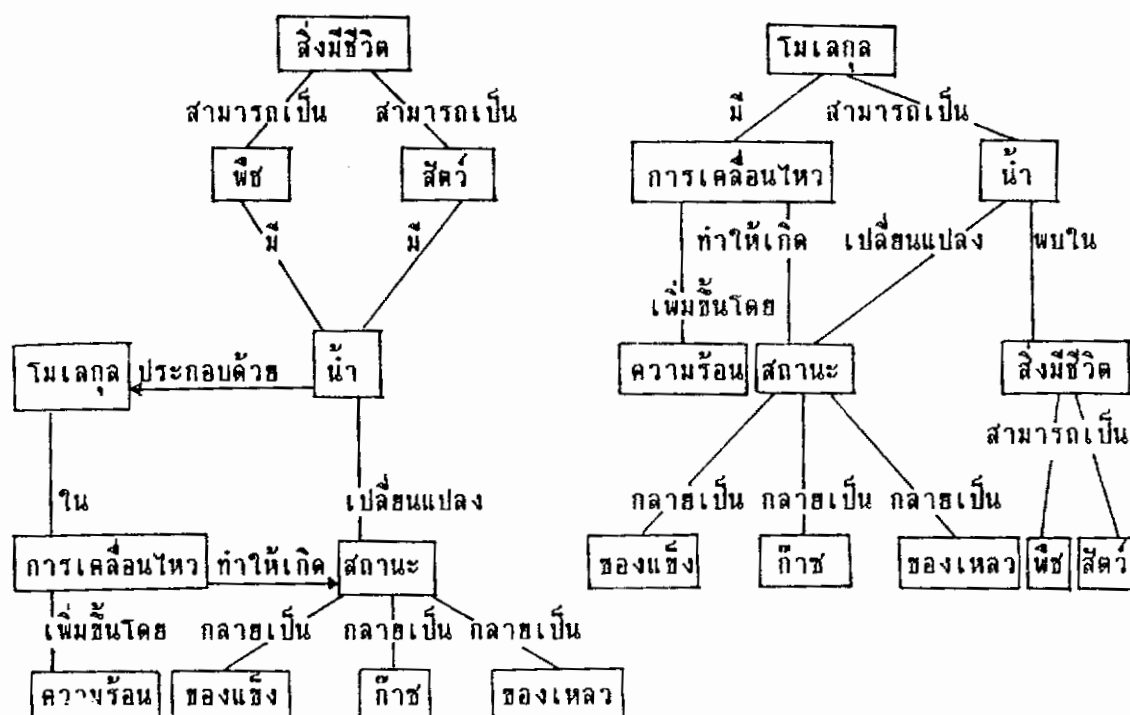
ดังนั้นในการสร้างแผนที่มโนคติจะเริ่มจากการเลือกค่าที่เป็นมโนคติ แล้วนำมาจัดลำดับจากมโนคติที่กว้างไปสู่มโนคติที่แคบ โดยให้มโนคติที่กว้างอยู่บนสุด มโนคติที่แคบอยู่ถัดลงมา จนถึงมโนคติที่เฉพาะเจาะจงมากที่สุดรวมทั้งตัวอย่างอยู่ด้านล่างสุดแล้วจึงเชื่อมสัมพันธ์ระหว่างมโนคติต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนคติพร้อมทั้งหาค่าเชื่อมที่เหมาะสมใส่กำกับลงในแต่ละเส้น



ภาพประกอบ 1 แสดงตัวอย่างแผนที่มโนคติอย่างง่าย

(มนัส บุญประกอบ. 2533 : 26)

ตัวอย่างแผนที่มโนคติที่จัดลำดับแตกต่างกันจากมโนคติชุดเดียวกัน



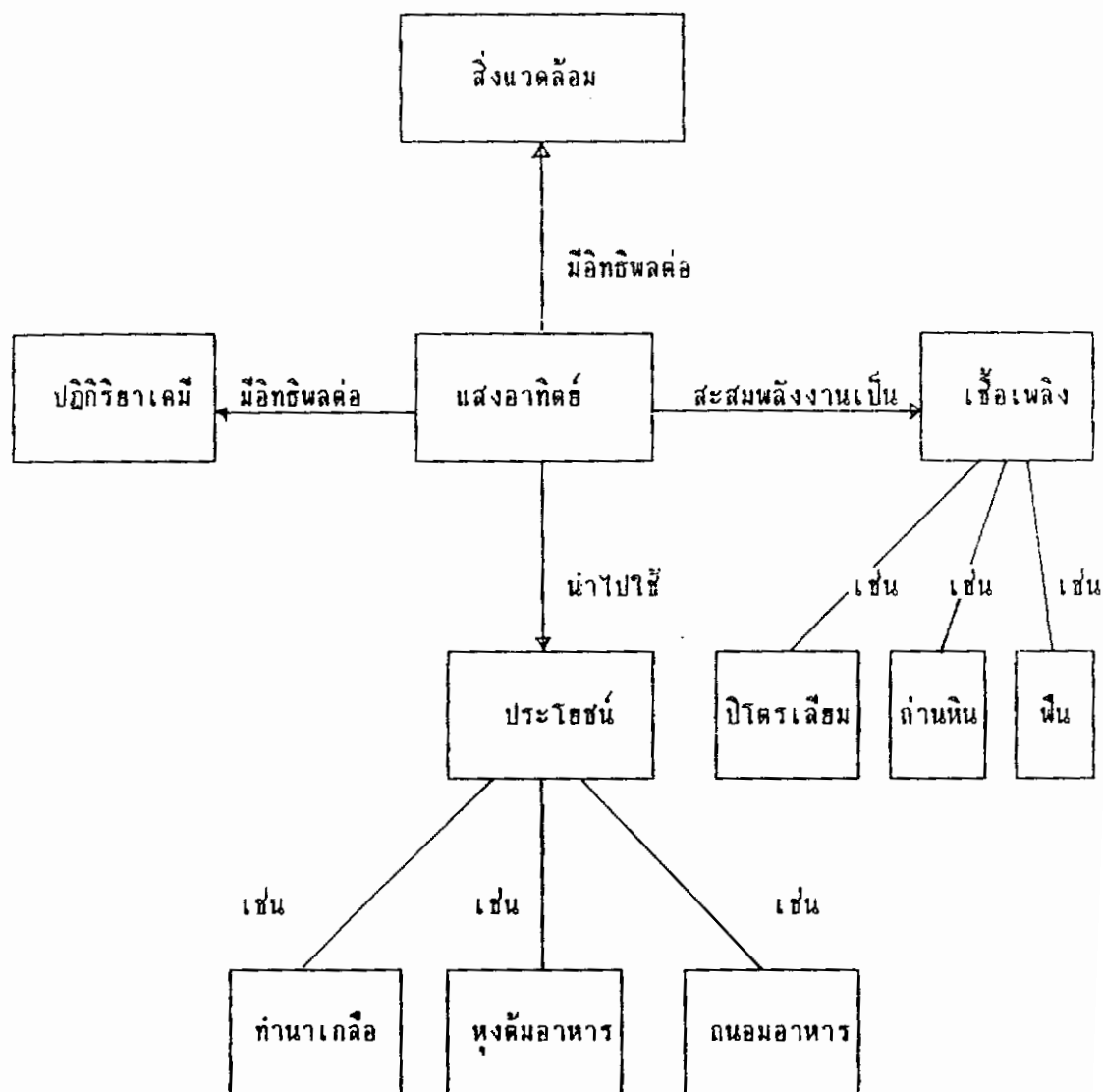
ภาพประกอบ 2 แผนที่มโนคติที่จัดลำดับแตกต่างกันจากมโนคติชุดเดียวกัน

(สนธิ์ สอนตระกูล. 2535 : 64 ; อ้างอิงมาจาก Novak. 1984 : 18)

ประเภทของแผนที่มโนคติ

Merle Tan (มโนส บัญประกอบ. 2533 : 27-29) ได้จำแนกประเภทของแผนที่มโนคติออกเป็น 4 ชนิด ดังนี้

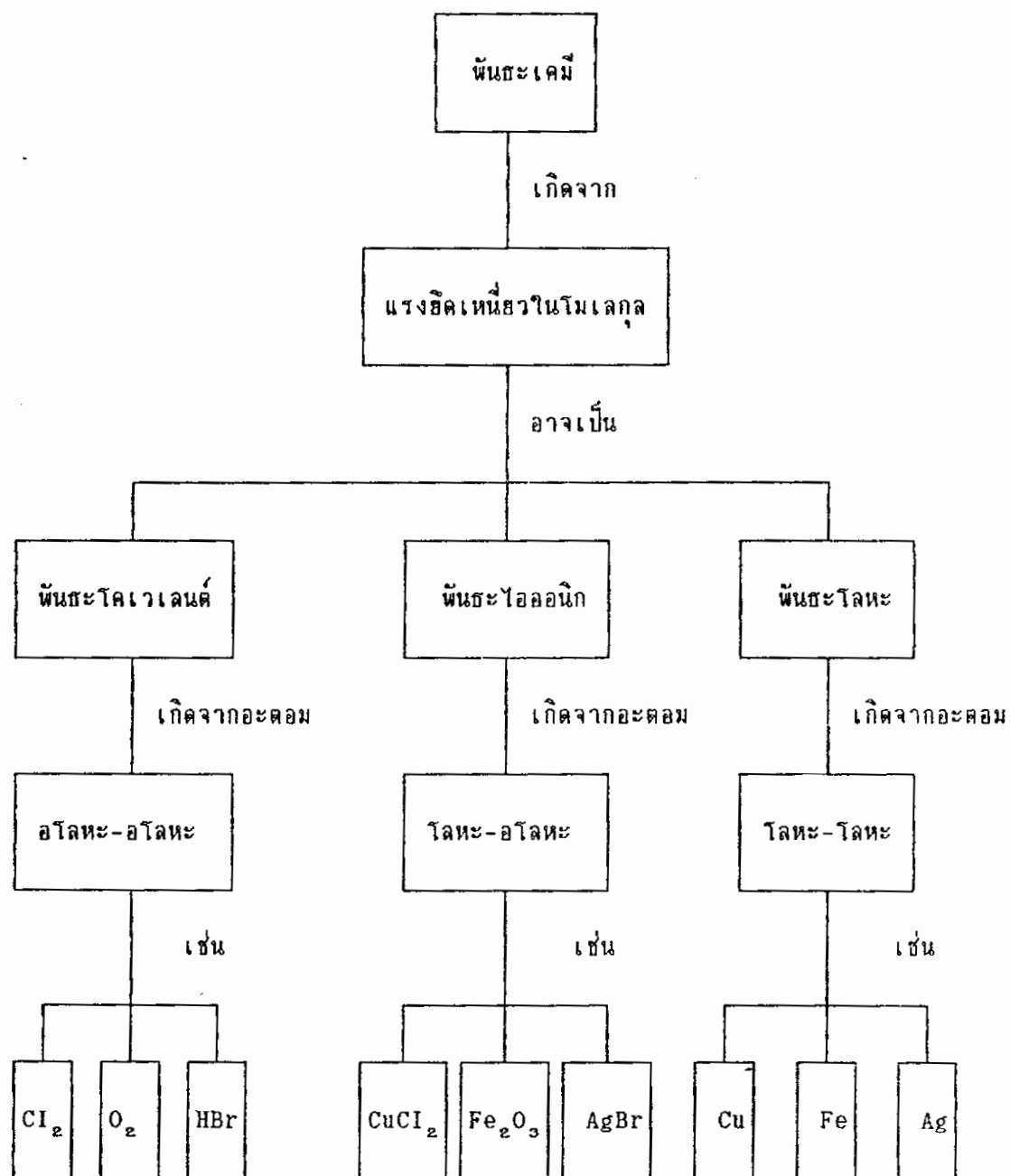
1. ชนิดกระจายออก (point grouping) เป็นแผนที่โนมคติที่เริ่มจากค่าที่เป็นโนมคติหลัก จะเชื่อมโยงกระจายออกไปทุกทิศทางเพื่อเชื่อมต่อกับโนมคิต่อย่อย ๆ ดังแสดงในภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 แสดงตัวอย่างแผนที่โนมคติชนิดกระจายออก

(มสส ๖๖๖ ๖๖๖๖๖. ๒๕๓๓ ๓ : ๒๗)

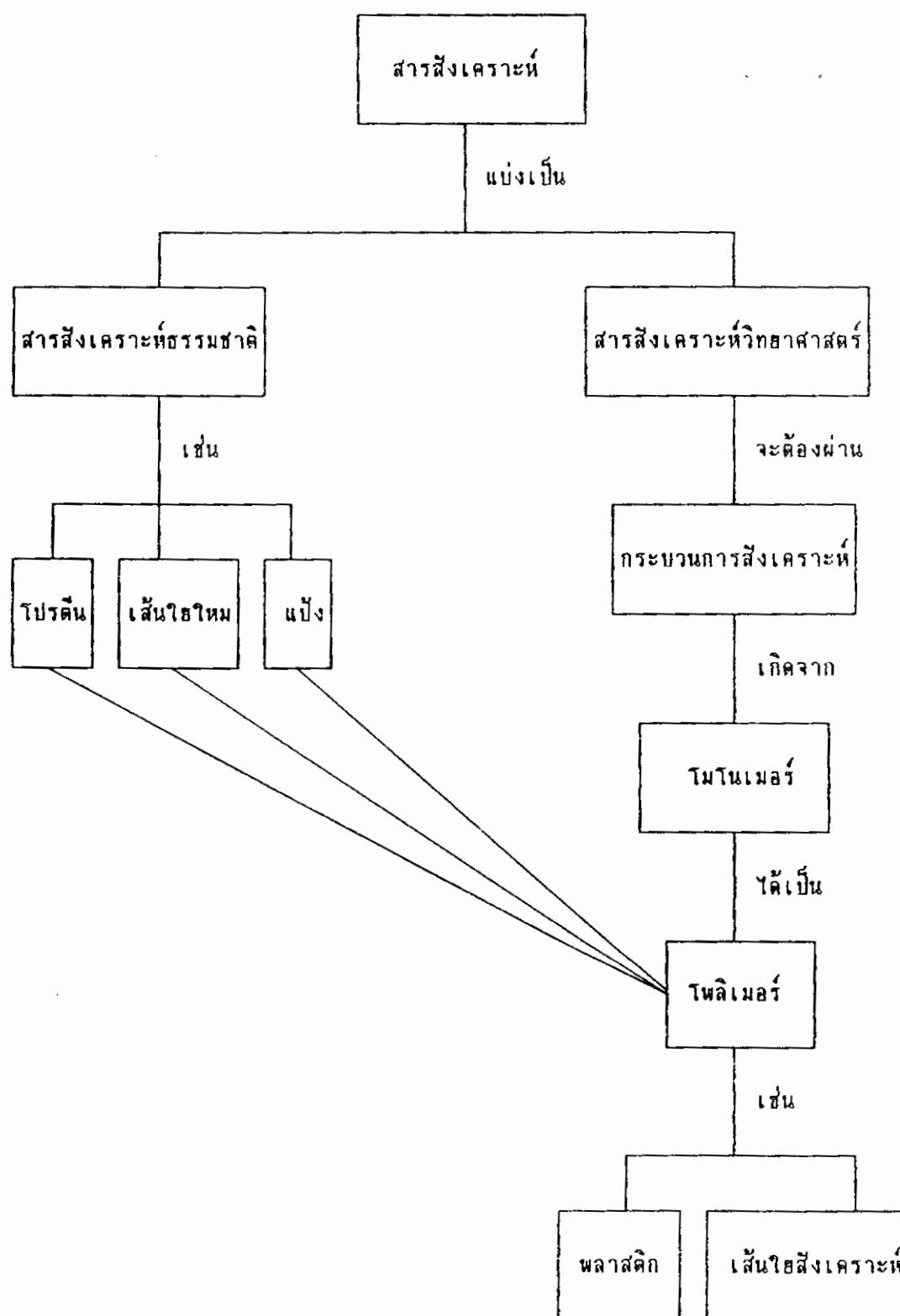
2. ชนิดปลายเปิด (open grouping) เป็นแผนที่โนมิตีที่แสดงการเชื่อมโยงกลุ่ม
มโนมิตีต่าง ๆ ลดหลั่นกันลงไปตามลำดับความสำคัญของมโนมิตีที่ผู้เขียนกำหนดไว้ ดังแสดง
ในภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 แสดงตัวอย่างแผนที่โนมิตีชนิดปลายเปิด

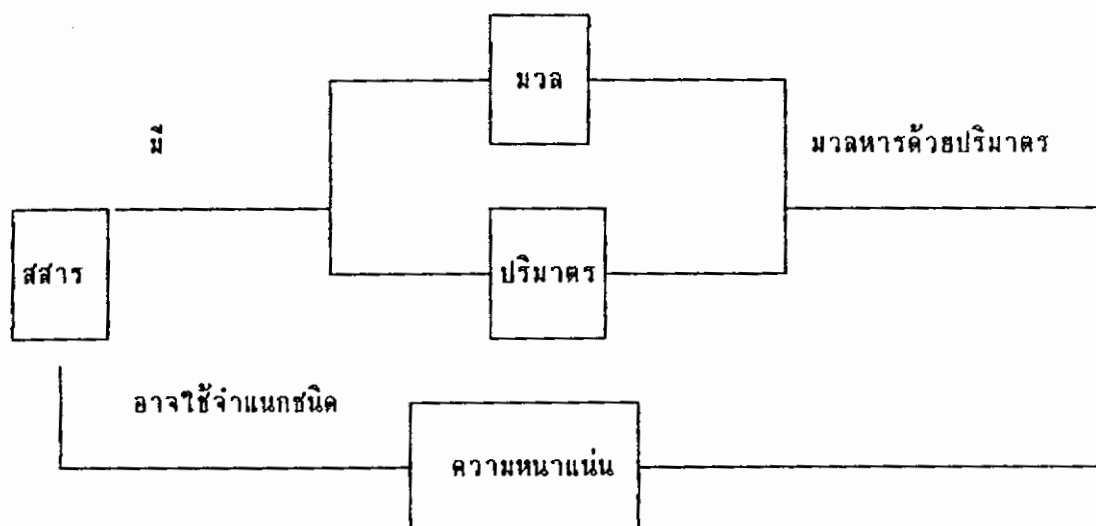
(มโนทัศน์ บัญชีประกอบ. 2533๓ : 28)

3. ชนิดเชื่อมโยง (linked grouping) เป็นแผนที่มีโนมดที่มีลักษณะคล้ายกับชนิด
ปลาบเปิด แต่มีการเชื่อมโยงข้ามชุดระหว่างโนมดได้ดังแสดงในภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 แสดงตัวอย่างแผนที่มีโนมดชนิดเชื่อมโยง

4. ชนิดปลายปิดหรือล้อมเป็นวง (closed grouping) เป็นแผนที่มโนคติที่ค่อนข้างจะมีลักษณะจำกัดอยู่ในตัวเอง ดังแสดงในภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 แสดงตัวอย่างแผนที่มโนคติชนิดปลายปิด

(มนัส บุญประกอบ. 2533ท : 29)

จากการจำแนกประเภทของแผนที่มโนคติ จะเห็นได้ว่าแต่ละประเภทมีลักษณะที่แตกต่างกันหลายประการ ซึ่งมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดที่ไม่เหมือนกัน บางประเภทใช้เขียนได้ซับซ้อนกว้างขวาง บางประเภทได้ค่อนข้างจำกัด ซึ่งจะใช้ประเภทใดนั้นก็ขึ้นอยู่กับเหตุผลของผู้ใช้ว่าจะเลือกประเภทใด

✓ การสอนให้นักเรียนสร้างแผนที่มโนคติ

✓ โนวาค (สไนซ์ สอนตระกูล. 2535 ; อ้างอิงมาจาก Novak. 1984) ได้เสนอแนวทางการสอนให้นักเรียนสร้างแผนที่มโนคติ โดยเสนอแนวทางไว้ดังนี้

กิจกรรมการเตรียมตัวในการสร้างแผนที่มโนคติ

1. ครูให้ชุดของคำที่นักเรียนคุ้นเคย 2 ชุด โดยเขียนบนกระดานดำหรือเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ คำชุดหนึ่งเป็นวัตถุ เช่น รถยนต์ สุนัข แก้วน้ำ ต้นไม้ เมฆ หนังสือ ฯลฯ คำอีกชุดหนึ่งเป็นเหตุการณ์ เช่น ฝนตก การเล่น การชักผ้า การคิด เลี้ยงผ้าร้อง งานวันเกิด ฯลฯ แล้วนักเรียนบอกความแตกต่างของคำทั้ง 2 ชุดเพื่อช่วยให้นักเรียนบอกได้ว่าคำชุดแรกเป็นส่วนของส่วนชุดหลังเป็นเหตุการณ์

2. ให้นักเรียนอธิบายถึงสิ่งที่คิดเมื่อได้ยินคำต่าง เช่น รถยนต์ สุนัข ฯลฯ และครูอธิบายให้เห็นว่า แม้ว่าเราจะใช้คำเดียวกัน แต่ทุกคนก็คิดถึงสิ่งที่มีความแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ภาพที่เกิดขึ้นในสมองสำหรับคำเหล่านี้ คือ "มโนคติ" แล้วอธิบายความหมายของมโนคติ

3. ทำกิจกรรมเช่นเดียวกับข้อ 2 แต่ใช้ชุดของคำที่เป็นเหตุการณ์ และชี้ให้เห็นความแตกต่างที่เกิดขึ้นในสมอง และครูเพิ่มเติมว่าการที่คนเราเข้าใจไม่ตรงกันเป็นเพราะว่าแต่ละคนมีมโนคติที่ไม่เหมือนกัน แม้ว่าจะเป็นมโนคติของสิ่งเดียวกัน คำเป็นสิ่งที่บอกมโนคติ แต่คนเราได้รับความหมายของคำแต่ละคำแตกต่างกัน จึงทำให้เกิดมโนคติแตกต่างกัน

4. ครูเขียนคำเหล่านี้บนกระดาน where, the, is, then, with และ ถามนักเรียนว่าเกิดภาพอะไรขึ้นในใจเมื่อได้ยินคำเหล่านี้ คำเหล่านี้ไม่ใช่คำที่ทำให้เกิดมโนคติเราเรียกคำเชื่อม (linking words) จะใช้เชื่อมระหว่างมโนคติเพื่อสร้างประโยคที่มีความหมาย

5. ครูอธิบายว่าวิสามานยนามไม่ใช่คำที่ทำให้เกิดมโนคติ แต่เป็นเพียงชื่อเฉพาะของคน เหตุการณ์ สถานที่ หรือวัตถุ ครูยกตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนเห็นความแตกต่างระหว่างคำสามัญที่แสดงเหตุการณ์หรือวัตถุ กับคำวิสามานยนามซึ่งเป็นคำเฉพาะ เช่น ชื่อคน

6. ครูยกตัวอย่างมโนคติ 2 มโนคติและคำเชื่อม แล้วสร้างเป็นประโยคสั้น ๆ บนกระดาน เพื่อให้เห็นการเชื่อมกันระหว่างมโนคติและคำเชื่อม เพื่อให้เกิดความหมาย ตัวอย่าง เช่น สุนัขกำลังวิ่ง ท้องฟ้ามีเมฆ

7. ให้นักเรียนสร้างประโยคสั้น ๆ ของนักเรียนเอง แล้วให้บอกว่าคำใดเป็นมโนคติ และคำใดเป็นคำเชื่อม

8. ถ้ามีนักเรียนที่ต่างภาษาอยู่ในชั้น ก็ให้นักเรียนคนนั้นบอกคำที่เป็นวัตถุหรือเหตุการณ์ เป็นภาษาของเขา แล้วบอกให้นักเรียนในชั้นทราบว่าภาษาไม่ใช่สิ่งที่จะใช้บอกมโนคติ แต่เป็น เครื่องช่วยในการเรียนมโนคติ

9. ให้ความหมายที่นักเรียนยังไม่คุ้นเคย เช่น *dire, terse* หรือ *canis* ซึ่งมีความหมาย เฉพาะเจาะจง แล้วครูอธิบายให้นักเรียนเห็นว่าความหมายของมโนคติไม่แน่นอนอาจเปลี่ยนแปลง ได้เมื่อเรียนมากขึ้น

10. เลือกคำราเรียนบางหน้าแล้วพิมพ์แจกนักเรียน ให้นักเรียนอ่านข้อความนั้นและบอก มโนคติที่สำคัญ ซึ่งมักจะพบมโนคติที่เกี่ยวข้องกัน 10-20 มโนคติ ใน 1 หน้า และให้นักเรียนเลือก คำที่ใช้เชื่อม และคำที่เป็นมโนคติสำคัญจากเรื่องนั้น

กิจกรรมการสร้างแผนที่มโนคติ

1. เลือกข้อความจากคำราเรียนหรือสิ่งพิมพ์อื่น 1-2 ย่อหน้า ให้นักเรียนอ่านแล้วเลือก มโนคติที่สำคัญ ซึ่งเป็นมโนคติที่ทำให้เกิดความเข้าใจความหมายของคำราที่อ่าน แล้วนำมโนคติ เหล่านี้เขียนบนกระดาน จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายว่ามโนคติใดสำคัญที่สุด มโนคติใดที่มีความหมาย กว้างที่สุด

2. เขียนมโนคติที่มีความหมายกว้างที่สุดไว้ด้านบน แล้วเรียงลำดับมโนคติจากมโนคติที่ กว้างไปสู่แคบ ซึ่งนักเรียนอาจจะเรียงลำดับไม่ตรงกันทำให้เห็นว่าความหมายจากคำราอาจจะ มองได้หลายแบบ

3. ให้นักเรียนเริ่มสร้างแผนที่มโนคติ โดยใช้ชุดของคำที่เรียงลำดับไว้ก่อนและเลือกคำ เชื่อมที่เหมาะสมที่จะทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติ วิธีที่จะช่วยฝึกนักเรียนให้สร้างแผนที่ มโนคติได้คือ เขียนคำเชื่อม และมโนคติลงในกระดาษแผ่นสี่เหลี่ยมแล้วนำมาทดลองจัดแผนที่มโนคติ จนกระทั่งได้แผนที่มโนคติที่เหมาะสม

4. สังเกตมโนคติใดในแผนที่มโนคติสามารถเชื่อมโยงกันได้ระหว่างสาขของมโนคติ แล้วให้นักเรียนช่วยกันหาคำเชื่อม

5. แผนที่มโนคติที่สร้างขึ้นในครั้งแรกอาจจะวางมโนคติไว้ไม่เหมาะสม ก็ควรจะสร้าง ใหม่ และชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่าบางครั้งเราต้องสร้างแผนที่มโนคติใหม่ 2-3 ครั้งจึงจะได้ แผนที่มโนคติที่ดี

6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ เกณฑ์ที่ใช้ในการให้คะแนนแผนที่มนต์ แล้วให้คะแนนแผนที่มนต์ที่สร้างขึ้นพร้อมทั้งชี้ให้เห็นจุดที่ควรเปลี่ยนแปลงเพื่อปรับปรุง

7. ให้นักเรียนเลือกบางส่วนของคำราเรียนหรือหนังสืออื่น แล้วดำเนินการตามขั้นตอน 1-6 ด้วยตนเองหรือเป็นกลุ่ม 2-3 คน

8. เสนอแผนที่มนต์ที่นักเรียนสร้างขึ้นโดยเขียนบนกระดาษ หรือเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ แล้วให้นักเรียนที่เป็นผู้สร้างเป็นผู้อ่านแผนที่มนต์ และอธิบายให้เพื่อนในชั้นฟัง จะทำให้เกิดความชัดเจนมากขึ้น

9. ให้นักเรียนสร้างแผนที่มนต์เกี่ยวกับสิ่งที่สนใจ เช่น งานอดิเรก กีฬา ฯลฯ ซึ่งอาจจะคิดไว้ที่ฝ่าผนังห้อง แล้วให้มีการวิจารณ์ระหว่างผู้ที่สนใจ

10. รวบรวมคำถามจากการสร้างแผนที่มนต์ แล้วใส่ไว้ในการทดสอบเพื่อแสดงให้เห็นว่าแผนที่มนต์เป็นการประเมินผลที่สามารถแสดงถึงความเข้าใจเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ได้

การให้คะแนนแผนที่มนต์

การให้คะแนนแผนที่มนต์มีขั้นตอนดังนี้

1. นับความสัมพันธ์ทั้งหมดที่สมเหตุสมผล (valid) และให้คะแนนความสัมพันธ์ละ 1 คะแนน

2. นับจำนวนของการเรียงลำดับชั้น การให้คะแนนลำดับชั้นจะนำเลขตัวใดมาคูณกับลำดับชั้นนั้นจะขึ้นอยู่กับความพอใจของผู้สอน ไม่มีกฎเกณฑ์แน่นอน ซึ่งอยู่ระหว่าง 3-10 เท่าของความสัมพันธ์ แล้วนำมาคูณกับจำนวนลำดับชั้นที่ผู้เรียนสร้างขึ้น แต่จะมีปัญหาถ้าลำดับชั้นของมนต์มีจำนวนไม่สมดุลกัน ซึ่งจะใช้จำนวนของลำดับชั้นที่มีแขนงสาขามากที่สุดมานับเป็นจำนวนลำดับชั้น และจะไม่ให้คะแนนถ้ามีการจัดลำดับชั้นที่ไม่ชัดเจน

3. การเชื่อมโยงระหว่างสาขาของมนต์ที่แสดงความสัมพันธ์อย่างสมเหตุสมผล จะให้คะแนน 2-10 เท่าของคะแนนที่ให้ในแต่ละระดับคูณด้วยจำนวนความสัมพันธ์ที่เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสาขาของมนต์นี้ อาจจะให้นักเรียนได้อธิบายเหตุผล ซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่นักเรียนเป็นอย่างมากสำหรับการเริ่มสร้างแผนที่มนต์

4. ให้นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์หรือวัตถุที่อยู่ในแผนที่มนิ เพื่อให้เกิดความเข้าใจว่านักเรียนเข้าใจถูกต้อง และให้คะแนนเช่นเดียวกับความสัมพันธ์อื่น ๆ คือ 1 คะแนน หรืออาจจะให้ครึ่งคะแนน เพราะทำได้ง่ายกว่าการหาความสัมพันธ์ หรือนักเรียนอาจจะใช้วิธีท่องจำตัวอย่างมา

จากข้อเสนอแนะในการสร้างแผนที่มนิ ของอัลท์ (Ault. 1985) และแนวทาง การสอนให้นักเรียนสร้างแผนที่มนิของโนวาค (Novak. 1984) สามารถนำมาสรุปขั้นตอนการสร้างแผนที่มนิ ได้ดังนี้

1. นักเรียนทำความเข้าใจความหมายของมนิ และยกตัวอย่างคำที่เป็นมนิ
2. นักเรียนระบุมนิที่สำคัญของบทเรียน
3. นักเรียนจัดลำดับมนิ จากมนิที่กว้างไปสู่มนิที่แคบ โดยให้มนิที่กว้างอยู่ด้านบนและมนิที่แคบอยู่ด้านล่างตามลำดับ
4. นักเรียนเชื่อมโยงระหว่างมนิต่าง ๆ เข้าด้วยกันโดยใช้คำเชื่อม
5. นักเรียนทบทวนมนิต่าง ๆ รวมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของแผนที่มนิที่สร้างขึ้น
6. นักเรียนร่วมกันอภิปรายแผนที่มนิที่สร้างขึ้น

ทฤษฎีพื้นฐานของการสอนโดยใช้แผนที่มนิ

คลอสไมเออร์ และริบเบิล (Kalusmeier and Ripple. 1971) ได้แบ่งการเรียนรู้ ออกเป็น 2 แบบ คือ

1. การเรียนรู้แบบรับรู้ (reception learning)
2. การเรียนรู้แบบค้นพบ (discover learning)

การเรียนรู้แต่ละแบบยังแบ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย (meaningful learning) กับการเรียนรู้แบบท่องจำ (rote learning) จึงทำให้การเรียนรู้ทั้งหมด 4 แบบ

1. การเรียนรู้แบบรับรู้ที่มีความหมาย
2. การเรียนรู้แบบรับรู้โดยการท่องจำ
3. การเรียนรู้แบบค้นพบที่มีความหมาย
4. การเรียนรู้แบบค้นพบโดยการท่องจำ

1. การเรียนแบบรับรู้อย่างมีความหมาย เป็นการเรียนที่ได้รับการสอนสิ่งใหม่ ๆ อย่างครบถ้วน และผู้เรียนนำไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่
2. การเรียนแบบรับรู้โดยการท่องจำ เป็นการเรียนที่ผู้เรียนได้รับการสอนสิ่งใหม่ ๆ อย่างครบถ้วน และผู้เรียนท่องจำไว้
3. การเรียนแบบค้นพบอย่างมีความหมาย เป็นการเรียนที่ผู้เรียนค้นหาคำตอบเอง และนำไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่
4. การเรียนแบบค้นพบโดยการท่องจำ เป็นการเรียนที่ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเอง แต่ท่องจำการสร้างแผนทึ่มโนคติพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายของออสซูเบล (Ausubel, 1963) ซึ่งมีแนวคิดว่าการสอนสิ่งใหม่สัมพันธ์กับความรู้ที่นักเรียนมีอยู่เดิม ความรู้ที่มีอยู่เดิมนั้นจะอยู่ในโครงสร้างของความรู้ (Cognitive structure) ซึ่งเป็นข้อมูลที่สะสมอยู่ในสมอง และมีการจัดระบบไว้เป็นอย่างดี มีการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เก่าและความรู้ใหม่อย่างมีระดับขึ้น ดังนั้นโครงสร้างของความรู้จะใช้เป็นแผนทึ่มโนคติ และใช้บันทึกประสบการณ์ต่างๆ ที่ได้รับ

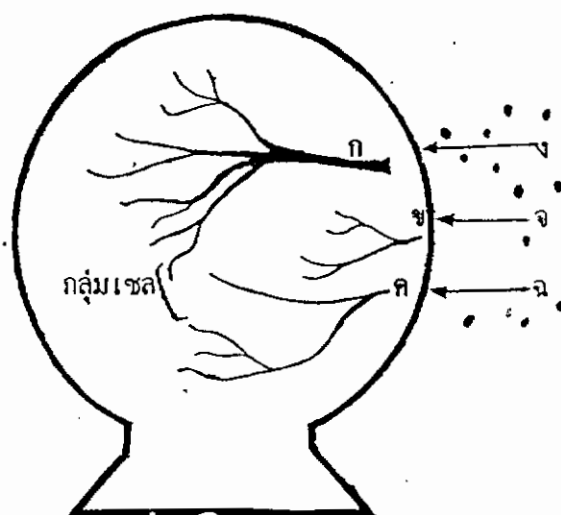
การเรียนรู้อย่างมีความหมาย จะเกิดขึ้นเมื่อความรู้ใหม่สัมพันธ์กับมโนคติซึ่งอยู่ในโครงสร้างของความรู้เดิมที่มีอยู่ในสมองซึ่งออสซูเบลเรียกว่า กระบวนการดูดซึม หรือเรีอกมโนคติที่เกิดจากการเชื่อมโยงนั้นว่า ซับซึ่มเมอร์ (Subsumer) แต่ถ้าไม่ได้นำความรู้ใหม่เข้าไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่จะเป็นการเรียนรู้แบบท่องจำ ดังแผนภาพ 7-9



ภาพประกอบ 7 การเรียนรู้แบบท่องจำ และการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

(สนธิ์ สอนตระกูล. 2535 : 78 ; อ้างอิงมาจาก Novak. 1977 : 27)

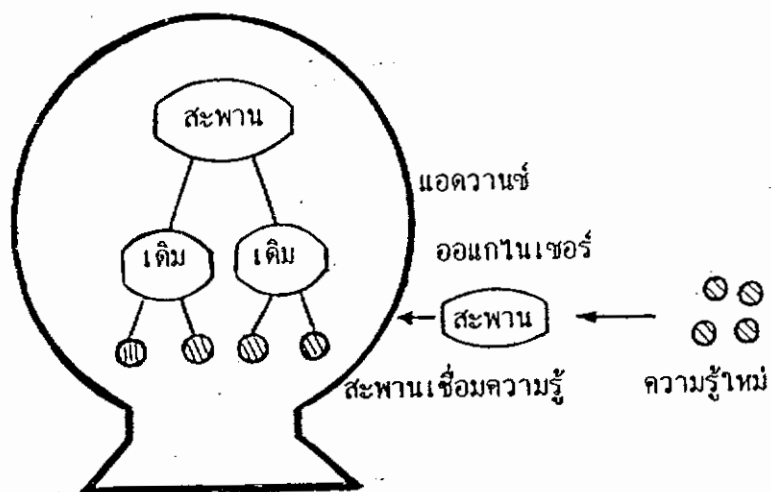
จากแผนภาพ 7 การเรียนรู้แบบท่องจำและการเรียนรู้อย่างมีความหมายเกิดจากการ
ได้รับข้อมูลจากภายนอกผ่านเครื่องกีดขวางการรับรู้



ภาพประกอบ 8 การเรียนรู้ที่มีความหมาย

(สไนล์ สอนตระกูล. 2535 : 79 ; อ้างอิงมาจาก Novak. 1984 : 75)

จากแผนภาพ 8 จ. จ. ฉ เป็นความรู้ใหม่ที่จะเชื่อมโยงกับความรู้ที่มีอยู่เดิม (Subsumer) คือ ก, ข. และ ค จากภาพจะเห็นได้ว่า ก มีความซับซ้อนมากกว่า ข และ ค



ภาพประกอบ 9 สะพานเชื่อมความรู้ (Cognitive bridge)

(สไนล์ สอนตระกูล. 2535 : 79 ; อ้างอิงมาจาก Novak. 1984 : 79)

จากแผนภาพ 9 สะพานเชื่อมความรู้ (Cognitive Bridge) เชื่อมความรู้เดิม กับความรู้ใหม่เข้าสู่โครงสร้างของความรู้ซึ่งออกสู่เบสเรียกว่า แอดวานซ์ ออแกไนเซอร์ (Advanced organizers)

กล่าวโดยสรุป การเรียนรู้ย่อมมีความหมายเป็นการเรียนรู้โดยการนำความรู้ใหม่เชื่อมโยงเข้ากับความรู้หรือประสบการณ์เดิม ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจ

ซึ่งการสร้างแผนที่มโนคติ พื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ของออสซูเบล 3 ประการ คือ

1. โครงสร้างของความรู้ (Cognitive structure) ซึ่งเป็นโครงสร้างที่อยู่ในสมอง จะมีการจัดลำดับมโนทัศน์จากมโนคติที่มีความหมายกว้างทั่วไป ไปสู่มโนคติที่แคบลง และมีความเฉพาะเจาะจงมากขึ้น

2. กระบวนการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้า (Progressive differentiation) จากหลักการของออสซูเบลที่กล่าวว่าการเรียนรู้ย่อมมีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อมีการนำความรู้ใหม่ ไปสัมพันธ์กับความรู้ที่มีอยู่เดิมเกิดเป็นความสัมพันธ์ใหม่ ดังนั้นจึงเกิดการเรียนรู้อย่างไม่สิ้นสุด จะเป็นการขยายความรู้ให้กว้างขึ้นจนกลายเป็นการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้า โดยประกอบ ด้วยมโนคติที่มีความหมายกว้างอยู่ด้านบนของโครงสร้างความรู้ และมโนคติที่มีความเฉพาะเจาะจงอยู่ด้านล่าง กระบวนการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้าจะเพิ่มขึ้นถ้าผู้เรียนมีโอกาสอภิปราย ร่วมกัน และจะทำให้เห็นความเกี่ยวข้องและความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่เรียนได้ชัดเจน

3. การประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการ (Integrative reconciliation) จากหลักการเรียนรู้ของออสซูเบลที่กล่าวว่า การเรียนรู้ย่อมมีความหมายจะเกิดจากการเชื่อมโยง ความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่ ดังนั้นถ้าผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงทำให้เกิดความสัมพันธ์ใหม่ และเชื่อมโยงระหว่างชุดของมโนคติจะทำให้เกิดการประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการของมโนคติ ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายเพิ่มขึ้น

จากหลักการเรียนรู้ทั้ง 3 ประการนี้ได้นำไปเป็นพื้นฐานในการสร้างแผนที่มโนคติ

เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมุ่งเน้นให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เป็น วิธีหนึ่งที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีวิธีการเรียนอย่างอิสระ มีการทดลองและสรุปผลการทดลองแก้ปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนจึงเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาวิชาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้มีผู้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น

ซันด์ และโทรวบริจ (Sund and Trowbridge. 1976 : 53-55) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนซึ่งแต่ละบุคคลใช้กระบวนการคิดทางสมอง (Discover Mental Process) ซึ่งได้แก่ การสังเกต การจัดประเภท การวัด การอธิบาย การอ้างอิง รวมทั้งคุณลักษณะต่าง ๆ อย่างผู้ใหญ่ว่าได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การสังเคราะห์ความรู้ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เช่น เป็นคนมีความคิดแบบวัตถุนิยม (Objective) อารมณ์หรือเห็น ใจกว้าง

หลักจิตวิทยาพื้นฐานในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีรากฐานมาจากจิตวิทยา ในเรื่องราวเน้นพัฒนาการสมองของเพียเจต์ (ลัดดา สุขปรีดี. 2532 : 57 ; อ้างอิงมาจาก Piaget. n.d.) นักจิตวิทยาที่ว่า คนมีกระบวนการคิดเป็นสองประการ คือ มีโครงสร้างความคิดเดิม จึงสามารถนำความคิดเดิมมาเป็นแนวคิดให้เกิดความรู้ใหม่ได้ แต่ถ้าสิ่งที่รับใหม่ไม่สัมพันธ์กับโครงสร้างความคิดเดิมก็สามารถปรับปรุงโครงสร้างนั้น เพื่อรับความรู้ใหม่ได้ โครงสร้างของกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จึงมี 2 ชั้น คือ

ชั้นที่ 1 Assimilative Structure คือ ชั้นนี้ทำให้เด็กนำความรู้เดิมมาใช้เป็นแนวทางในการคิด

ชั้นที่ 2 Accommodative Structure ในกรณีที่ความรู้เดิมซึ่งเป็นแนวทางให้เกิดความรู้ใหม่นั้นไม่ตรงกับความรู้ใหม่ ก็จะต้องปรับปรุงเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเพื่อให้เข้าใจความรู้ใหม่

นอกจากนี้ ซันด์ (สวัณก์ นิสมคำ. 2517 : 18 ; อ้างอิงมาจาก Sund. 1967) ได้ระบุถึงหลักจิตวิทยาของการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า

1. ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดก็ต่อเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องกับชีวิตชีวาด้วยการค้นคว้าหาความรู้ นั้น ๆ โดยตรงมากกว่า การที่จะบอกเล่าให้นักเรียนฟัง
2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนช่วยให้นักเรียนอยากเรียนไม่ใช่ว่าบังคับ และผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมที่นำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้า แทนที่จะให้นักเรียนเกิดความล้มเหลว

3. วิธีการสอนของครูจะต้องส่งเสริมความคิดให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ ให้ออกาสนักเรียนได้ใช้ความคิดเห็นของตนเองให้มากที่สุด

จากหลักจิตวิทยาพื้นฐานดังกล่าว สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะต้องจัด กิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ ใช้ความคิดและปฏิบัติการด้วยตนเอง โดยให้เกิดการเรียนรู้ การคิดแก้ปัญหาในสถานการณ์ ใหม่เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่ด้วยตนเอง และพยายามให้นักเรียนแต่ละคนได้มีโอกาสประสบความสำเร็จ

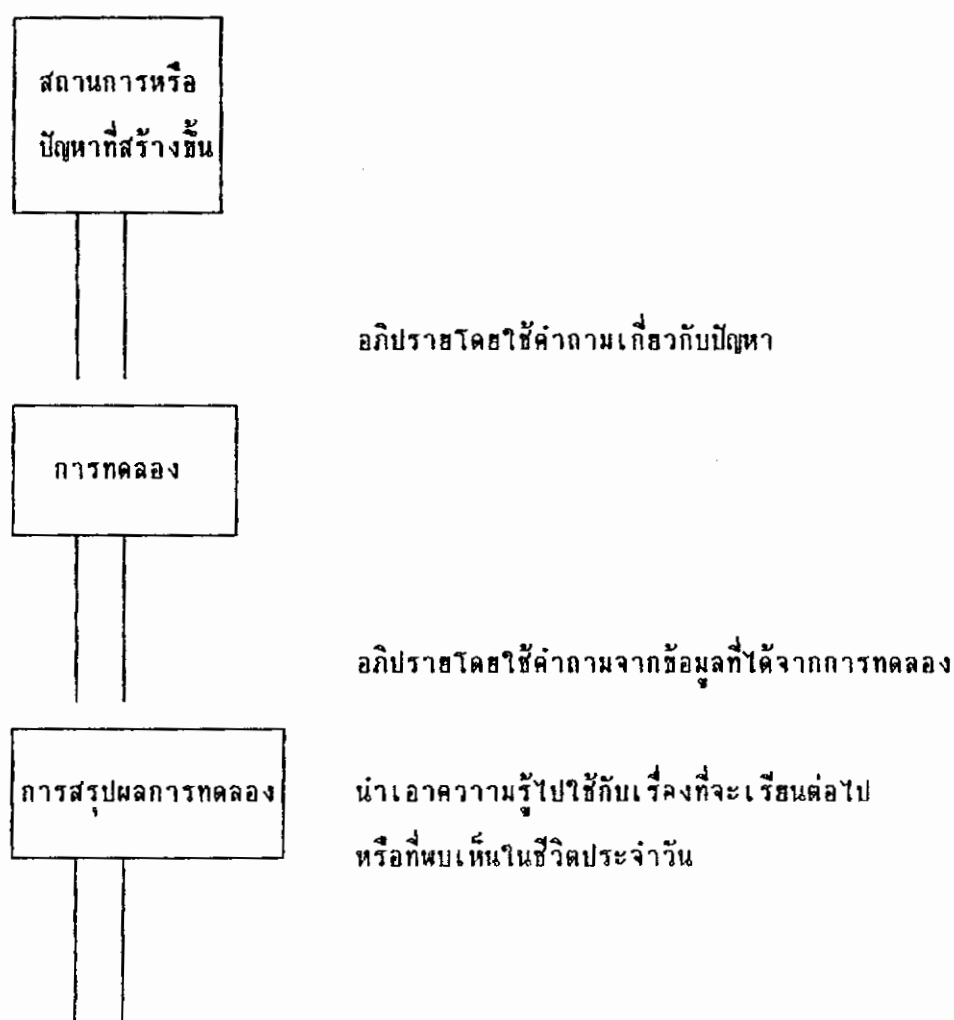
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ประวิตร ชูศิลป์. 2524 : 5-6 ; อ้างอิงมาจาก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ม.ป.ป.) ได้แบ่งขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 3 ขั้นตอน คือ

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้หรืออยากเห็นคิดสงสัย แนะนำแนวทางให้ผู้เรียนหาคำตอบตลอดจนให้คำแนะนำในการทำทดลอง

2. ปฏิบัติการทดลอง (Experiment Peried) เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนคอยควบคุมดูแลให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด กระตุ้น สนับสนุน ให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน

3. อภิปรายหลังการทดลอง (Post-Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถใช้ข้อมูล หรือผลการทดลองสรุปเป็นกฎเกณฑ์ ทฤษฎีหรือหลักการต่าง ๆ คำถามจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้หรืออยากเห็น มีแนวคิดที่กว้างขวางขึ้นและมีการอภิปรายข้อผิดพลาด (Error) ที่เกิดจากการทดลองด้วย

การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการมุ่งให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งประกอบด้วยการอภิปรายการทดลอง การอภิปรายถือเป็นกิจกรรมที่สำคัญในการปลูกฝังนักเรียนให้รู้จักใช้ความคิดของตนเอง สวมรับความคิดเห็นของผู้อื่นในแง่ของเหตุผล ไม่เชื่ออะไรง่ายและมง่าย ส่วนการทดลองเป็นหัวใจของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ของนักเรียน นอกจากนี้ยังฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงานเป็นกลุ่มเป็นผู้นำ และเป็นผู้ตามที่ดี ในบางโอกาส เพื่อความเข้าใจโครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจเขียนแผนภูมิได้ดังนี้ (ทบทวนมหาวิทยาลัย. 2525 : 16-112)



ภาพประกอบ 10 โครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

จะเห็นว่าวิธีสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีขั้นตอนการสอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอน คือ การอภิปรายก่อนการทดลอง การดำเนินการทดลอง และการอภิปรายหลังการทดลอง โดยคู่มือครูจะแบ่งเนื้อหาเป็นการทดลองย่อย ๆ ต่อเนื่องกันไป มีการกำหนดจุดประสงค์ สิ่งที่จะต้องเตรียมล่วงหน้า มีตัวอย่างการทดลองแนวคำถามคำตอบสำหรับครู แนวการอภิปรายทั้งก่อนและหลังการทดลอง ตลอดจนข้อแนะนำเพิ่มเติมไว้ให้ซึ่งครูต้องเตรียมตัวและดำเนินการสอนไปตามลำดับกิจกรรมที่กำหนดไว้

✓ เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การดำรงชีวิตของมนุษย์นั้นมักจะต้องเผชิญกับปัญหา ซึ่งมีความยุ่งยากซับซ้อนต่าง ๆ กัน การดำเนินการแก้ปัญหาเป็นเรื่องสำคัญมาก และเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับมนุษย์ บุคคลที่ประสบกับปัญหาต่าง ๆ แล้วสามารถหาแนวทางในการแก้ไขปัญหานั้นให้สำเร็จลุล่วงได้ ย่อมประสบกับความสำเร็จ นอกจากนี้ยังสามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ ดังนั้นควรได้มีการสอนและฝึกให้นักเรียนรู้จักแก้ปัญหา เพื่อส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา สถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี สำหรับความหมายของการแก้ปัญหาและการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายอย่างกว้างขวาง ดังนี้

กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2523 : 267) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาว่าเป็นความสามารถในการใช้ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม นำมาแก้ปัญหาที่ประสบใหม่ ซึ่งในการแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะสำเร็จหรือได้ผลขึ้นอยู่กับระดับความสามารถของเขาวินิจฉัย การเรียนรู้ การรู้จักคิดแบบเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งวิธีการแก้ปัญหามักแตกต่างกันแล้วแต่ประสบการณ์ของผู้เรียน และสภาพการณ์ของปัญหาที่เกิดขึ้น

✓ กาญจนา ลาภรวส (2532 : 32) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาว่า เป็นการดำเนินการเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ โดยต้องอาศัยความรู้ ประสบการณ์ และความคิด มาใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

✓ รัชฎาพร ชุสกุล (2538 : 31) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาว่าเป็นพฤติกรรมแบบแผนหรือวิธีการที่สลับซับซ้อน ต้องอาศัยความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การคิดแบบวิเคราะห์ ประสบการณ์ วิธีการ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาปัญหาเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

กาเฮ้ (Gagne. 1970 : 63) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไปและใช้หลักการนั้นประสมประสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่า ความสามารถทางด้านการคิดแก้ปัญหา โดยการเรียนรู้ประเภทหลักการนี้ต้องอาศัยหลักการเรียนรู้ประเภทโนมิกกาเฮ้ ได้อธิบายว่า เป็นการเรียนรู้อีกประเภทหนึ่ง ที่ต้องอาศัยความสามารถในการมองเห็นลักษณะร่วมของสิ่งเร้าทั้งหลาย

Bourne และคณะ (1971 : 44) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกิจกรรมที่เป็นทั้งการ
แสดงความรู้ ความคิดจากประสบการณ์ก่อน ๆ และส่วนประกอบของสถานการณ์ที่เป็นปัจจุบัน
โดยนำมาจัดเรียงลำดับใหม่ เพื่อผลของความสำเร็วจนมุ่งหมายเฉพาะอย่าง

จากแนวคิดของนักการศึกษาดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
เป็นกระบวนการที่จำเป็นต้องอาศัยความรู้ในการพิจารณาสังเกตปรากฏการณ์และโครงสร้างของปัญหา
รวมทั้งต้องใช้กระบวนการคิดเพื่อให้บรรลุถึงจุดหมายที่ต้องการ

ลักษณะของการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหาเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของคนให้หลุดพ้นจากอุปสรรคเพื่อให้บรรลุ
จุดหมายที่ต้องการซึ่ง สานา พรพัฒน์กุล (2522 : 271-272) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็น
เรื่องสำคัญมาก มนุษย์ทุกคนเคยเผชิญกับสภาพการณ์ที่เป็นปัญหามาแล้วและจะต้องพบกับปัญหาค้าง ๆ
อีกเป็นอันมากในชีวิต ปัญหาบางประการก็ไม่สลบซับซ้อนมากนักก็สามารถแก้ปัญหาได้แต่บางปัญหา
ก็สลบซับซ้อนมากหากการแก้ไขปัญหานั้นได้สำเร็จ การคิดเป็นองค์ประกอบสำคัญยิ่งต่อการแก้ปัญห
ยิ่งปัญหาลบซับซ้อนมากก็ยิ่งอาศัยการคิดมาก

✓ ความสามารถในการแก้ปัญหาของบุคคล

สโตร์เบอร์ก (Stollburg. 1956 : 225-228) ได้ให้ความเห็นว่าปัญหาที่เกิดขึ้น
และวิธีการแก้ปัญหานั้น ผู้แก้ปัญหาแต่ละคนย่อมมีลักษณะเฉพาะเป็นเอกลักษณ์การแก้ปัญหาวินิจฉัย
เหมือนกัน การแก้ปัญหาไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนและไม่เป็นไปตามลำดับจากสลบก่อนหลังหรือบางขั้นตอน
ไม่มีนอกจากนั้นการแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับ

1. ประสบการณ์ของแต่ละบุคคล
2. วุฒิกายทางสมอง
3. สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน
4. กิจกรรมและความสนใจของแต่ละคนที่มีต่อปัญหานั้น

ขั้นที่ 1 เมื่อผู้เรียนได้ตอบกับปัญหา ผู้เรียนจะคิดค้นสิ่งที่เคยพบ เคยเห็นและเกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 2 ผู้เรียนจะใช้ประโยชน์จากขั้นที่ 1 มาสร้างรูปแบบของปัญหานั้นใหม่

ขั้นที่ 3 การแยกแยะของปัญหา

ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา

ขั้นที่ 5 การใช้ข้อสรุปของวิธีการมาแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

บรูเนอร์ (Bruner. 1966 : 123-127) ได้ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาและได้สรุปว่า การคิดแก้ปัญหาของบุคคลนั้นต้องการกลไกแห่งความสามารถในการอ้างอิงและจำแนกประเภทของสิ่งเข้าประสบการณ์การรับรู้ต่าง ๆ ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งของกระบวนการจัดประเภทอื่นที่จะนำไปสู่การตอบสนองในขั้นสุดท้าย ขั้นตอนต่าง ๆ ในการคิดแก้ปัญหามีดังนี้

1. ขั้นรู้จักปัญหา (Problem isolation) เป็นขั้นที่บุคคลรับรู้สิ่งเข้าที่ตนกำลังเผชิญอยู่ว่าเป็นปัญหา

2. ขั้นแสวงหาเค้าเงื่อน (search for cues) เป็นขั้นที่บุคคลใช้ความพยายามอย่างมากในการระลึกถึงประสบการณ์เดิม

3. ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง (Confirmation checker) ก่อนที่จะตอบสนองในลักษณะของการจัดประเภทหรือแยกโครงสร้างของเนื้อหา

4. การตัดสินใจตอบสนองที่สอดคล้องกับปัญหา

✓ กิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 313) กล่าวว่าความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาเป็นผลที่เกิดจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมิติทั้งสามในโครงสร้างทางสติปัญญาสำหรับตัวชี้ (Guilford. 1971 : 130) เห็นว่ากระบวนการในการแก้ปัญหานั้นควรประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ

ขั้นที่ 2 ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล

ขั้นที่ 5 ขั้นในการนำไปประยุกต์ใช้

✓ คิวอี้ (กิ่งฟ้า สนิทวงศ์. 2525 : 5-6 ; อ้างอิงมาจาก Dewey. 1971 : 139)
ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เรียกว่า Dewey's Problem Solution ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. การรับรู้และเข้าใจปัญหา เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น คนส่วนใหญ่จะต้องพบกับความตึงเครียด ความสงสัย และความยากลำบากที่จะต้องพยายามแก้ไขปัญหานั้นให้หมดไปในขั้นต้น ผู้พบปัญหาจะต้องรับรู้และเข้าใจในตัวปัญหานั้นก่อน

2. การระบุและแจกแจงลักษณะของปัญหา ปัญหาที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะแตกต่างกันมีระดับความยากง่ายที่จะแก้ไขได้ต่างกัน จึงต้องพิจารณาสิ่งต่อไปนี้

2.1 มีตัวแปรหรือต้นเหตุหรือองค์ประกอบอะไรบ้าง

2.2 มีอะไรบ้างที่จะต้องทำการแก้ไข ปัญหา โดยอาจจะเป็นการระบุปัญหาได้ไม่แจ่มชัด เป็นต้น

2.3 ต้องจัดการมองปัญหาในวงกว้างออกไป โดยให้มองเฉพาะสิ่งที่เกิดขึ้นเพื่อที่จะแก้ปัญหาไปที่ละตอน

2.4 ต้องรู้จักถามคำถามที่จะเป็นกุญแจนำไปสู่การแก้ปัญหา

2.5 พยายามดูเฉพาะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นจริงๆ บางครั้งอาจมีสิ่งที่เรามองไม่เห็นชัดที่เป็นตัวก่อกำเนิด ถ้าจัดการสิ่งนั้นได้ก็จะแก้ปัญหาได้

3. การรวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาเพื่อการตั้งสมมติฐาน

3.1 จะมีวิธีการหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหานั้นได้อย่างไร ใครจะเป็นผู้ให้ข้อมูลเหล่านั้น

3.2 สร้างสมมติฐานหรือคำถามที่อาจเป็นไปได้เพื่อช่วยแก้ปัญหา

4. การเลือกวิธีแก้ปัญหา หลังจากได้ความคิดว่าจะแก้ปัญหาได้อย่างไรแล้วก็ลองพิจารณาว่าจะใช้วิธีใดบ้าง

5. การทดลองนำเอาวิธีการแก้ปัญหามาใช้

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

ขั้นที่ 1 ขั้นในการตั้งปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นในการเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นในการตรวจสอบผลลัพธ์

✓ สมจิต สวชนไพบุลย์ (2527 : 8) ได้เสนอว่า การแก้ปัญหาที่มีวิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบจะมีมากมายหลายวิธี เช่น วิธีลองผิด-ลองถูก วิธีคิดกลับไปกลับมาแต่ที่นิยมนำมาใช้ฝึกฝนนักเรียนให้เป็นคนช่างเสาะแสวงหาความรู้เรื่องนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลำดับขั้นตอน 4 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นตั้งสมมติฐาน

ขั้นที่ 3 ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผลและนำไปใช้

✓ การเรียนการสอนกับความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหของบุคคลจะแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าบุคคลนั้น มีระดับสติปัญญาความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ การตั้งใจหรือไม่เพียงใด การแก้ปัญหาไม่มีขั้นตอนแน่นอนตายตัว การเรียนการสอนจะเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา การให้เด็กมีโอกาสฝึกอยู่เสมอเป็นประโยชน์แก่เด็ก วิธีการต่าง ๆ ที่ครูจะช่วยให้เด็กมีความสามารถในการแก้ปัญหา มังกร ทองสุคดี (2522 : 5-10) กล่าวไว้มีดังนี้

1. ฝึกให้เด็กทำงานอยู่เสมอ (The Persistency Process) วิธีการแบบนี้เป็นวิธีการที่ใช้กันมานาน เป็นวิธีการที่มีประโยชน์อยู่เสมอ การทำงานช่วยให้เรามีประสบการณ์เพิ่มขึ้น และจะช่วยให้เรามีหนทางในการแก้ปัญหามากขึ้น ในการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ครูและนักเรียนต้องเผชิญปัญหายุ่งยากตลอดเวลา

2. ฝึกให้เด็กมีการทดลองอยู่เสมอ (The Testimonial Process) บางครั้งครูอาจกำหนดปัญหาให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบโดยแนะนำให้นักเรียนกระทำกิจกรรมบางอย่างหรือการแสดงการสาธิต เพื่อให้เด็กหาคำตอบให้ได้ นักเรียนที่มีโอกาสฝึกการแก้ปัญหายุ่งยากนั้นอาจจะหาแนวทางต่าง ๆ ช่วยได้เป็นอย่างดี การสอนเนื้อหาวิชาบางครั้งครูไม่อาจทำการทดลองได้ เช่น การวัดระยะทางจากโลกกับดวงดาวในท้องฟ้า ก็ให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยการทดสอบค้นคว้าจากแหล่งวิชาการต่าง ๆ

3. ฝึกให้เป็นผู้มีเหตุผลแก่ตนเอง (The Innate Process) การฝึกแบบนี้เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง บางครั้งอาจจะเป็นการเชื่อแบบมีลางสังหรณ์ (Intuition) ซึ่งเป็นสัญชาตญาณของคน มีผลงานของนักวิทยาศาสตร์หลายอย่างที่เกิดจากลางสังหรณ์ เช่น Schwab ได้ค้นพบจุลินทรีย์ในดวงอาทิตย์

4. ให้อ่านการวิจารณ์ (Critical Thinking) จอห์น ดิวอี้ นักการศึกษาผู้มีชื่อเสียง ได้กำหนดวิธีการแก้ปัญหา โดยการวิเคราะห์ วิจารณ์ปัญหานั้นออกเป็นขั้น ๆ ดังนี้

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

การแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ได้ได้รับความนิยมมาก เพราะช่วยให้เราแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวางสามารถนำไปใช้กับทุกสาขาวิชาบางที่เรียกวิธีนี้ว่า การแก้ปัญหาโดยวิธีวิทยาศาสตร์ (The Scientific Method) หรือวิธีการใช้ปัญญา (The Method of Intelligence)

วิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ ครูควรฝึกให้นักเรียนใช้อยู่เสมอ เพราะสามารถจะนำไปใช้ในโอกาสอีกด้วย นอกจากนั้นครูควรจะได้แนะนำหรือหาทางช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดหรือกระทำในเรื่องเหล่านี้โดย

1. ฝึกให้อ่านการวิเคราะห์-สังเคราะห์
2. ฝึกให้อ่านออกความคิด (Suggestion)

การฝึกหรือกระตุ้นข้อนี้ให้นักเรียนรู้จักแสดงความคิดเห็นอยู่เสมอ นั้น จะเป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดของตนเอง เพราะการคิดจะช่วยให้การเรียนของนักเรียนดีขึ้นคือการจะฝึกให้นักเรียนใช้แต่ความจำอย่างเดียวครูจะต้องคอยช่วยเหลือนักเรียนอยู่เสมอเพราะนักเรียนอาจจะออกความเห็นในสิ่งที่ไม่ถูกต้องมากนักก็ได้

✓ สาส์น สัมประสงค์ (2523 : 69-90) กล่าวว่า การที่จะแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ผู้สอนจะต้องจัดสภาพการณ์ต่าง ๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการเหล่านี้แก้ปัญหาเช่น

1. จัดสถานการณ์ที่เป็นสถานการณ์ใหม่ ๆ และมีวิธีแก้ปัญหาได้หลาย ๆ วิธีมาให้นักเรียนฝึกฝนในการแก้ปัญหาให้มาก ๆ

2. ปัญหาที่สอนได้หยิบยกมาให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนนั้น นอกจากจะเป็นปัญหาใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่เคยประสบมาก่อนแล้ว ก็ควรเป็นปัญหาที่ไม่พ้นวิสัยของผู้เรียนหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งปัญหานั้นต้องอยู่ในกรอบของทักษะทางเข้าปัญหาของผู้เรียน

3. การฝึกแก้ปัญหาให้ผู้สอนควรจะได้แนะให้ผู้เรียนตีปัญหาให้แตกต่างก่อนว่าเป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร และถ้าเป็นปัญหาใหญ่ก็แตกออกไปเป็นปัญหาย่อย ๆ แล้วคิดปัญหาย่อยแต่ละปัญหาและเมื่อแก้ปัญหาย่อยได้หมดทุกข้อก็เท่ากับแก้ปัญหาได้นั่นเอง

4. จดบรรณาคาสตร์ของการเรียนการสอนหรือจัดสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นสภาพภายนอกของผู้เรียนให้เป็นไปในทางเปลี่ยนแปลงได้ ไม่ตายตัว ผู้เรียนก็จะเกิดความรู้สึกว่า เขาสามารถคิดค้นเปลี่ยนแปลงอะไรได้บ้างในบทบาทต่าง ๆ กับตัวอย่าง เช่น การจัดห้องเรียนให้มีสภาพที่เปลี่ยนแปลงได้บ้าง

5. ให้โอกาสผู้เรียนได้คิดอยู่เสมอ

6. การฝึกฝนแก้ปัญหาหรือการแก้ปัญหาใด ๆ ก็ตาม ผู้สอนไม่ควรจะบอกวิธีแก้ปัญหาให้ตรง ๆ เพราะถ้าบอกให้แล้วผู้เรียนจะไม่ได้ใช้ยุทธศาสตร์ของการคิด

จิตวิทยาในการแก้ปัญหา

พรณี ชูทัส (2520 : 104) ได้กล่าวว่า การสอนให้เด็กสามารถแก้ปัญหาเป็นจะต้องศึกษาขั้นและพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กด้วยว่ามีสติปัญญา ความพร้อมมากน้อยเพียงใด จึงจะสามารถจัดการเรียนการสอนได้สอดคล้องกับความสามารถของเด็ก

ชม ภูมิภาค (2523 : 194) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาสามารถใช้วิธีการที่เกี่ยวกับจิตวิทยาการเรียนรู้ 2 ประการ คือการแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก (Trial and Error) และการแก้ปัญหาโดยวิธีหยังเห็น

ธอร์นไคด์ (Thorndike, 1965 : 192) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้ข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหาและการนำเอาข้อเท็จจริงไปใช้ในการแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่ต่างกัน การเรียนรู้จากการแก้ปัญหาได้สำเร็จในสถานการณ์หนึ่งไม่ได้หมายความว่าต้องแก้ปัญหาสถานการณ์อื่นได้เสมอไป การแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูกใช้กับปัญหาที่ยังยากซับซ้อนใช้เมื่อผู้เผชิญปัญหามองไม่เห็นแนวทางหรือไม่อาจคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ต้องใช้วิธีเดาสุ่มหลายอย่าง เพื่อหาวิธีการที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา ซึ่งธอร์นไคด์ได้ศึกษาพฤติกรรมทดลองผิดลองถูกโดยใช้แมวกับกล่องปริศนาให้แมวอยู่ในกล่องข้างนอกมี

อาหารวางล่อห่างจากแมวซึ่งแมวไม่สามารถเอาเท้าออกมาเชื่องได้ ในกล่องมีคานซึ่งถ้าแมวเหยียบคานปุ๊บจะเปิดออกแมวก็นำอาหารข้างนอกได้ ปรากฏว่าแมวลองผิดลองถูกมากกว่า 24 ครั้ง จึงสามารถเรียนรู้ถึงวิธีการออกปรีศนาได้

ไฮนิก (Heining. 1981 : 61) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาของนักเรียนจะเกิดขึ้นได้โดยครูต้องจัดกิจกรรมให้นักเรียนทำ กิจกรรมที่ควรจัดเป็นกิจกรรมแบบปลายเปิดซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดเห็นของตน เพื่อสังเคราะห์เรื่องราวเป็นเรื่องใหม่สิ่งใหม่ สถานการณ์หรือกิจกรรมที่จัดขึ้นสำหรับนักเรียนควรจะให้ได้แก้ปัญหา ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนได้คาดคะเน ตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน บางครั้งนักเรียนต้องหาทางเลือกใช้ความคิดใหม่ ๆ และจินตนาการ เพื่อสังเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ

แชฟเทล (Shaftel. 1982 : 31) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการ การค้นพบตัวปัญหา คือสถานการณ์อย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นกับบุคคลโดยที่สถานการณ์นั้นเป็นอุปสรรค ดังนั้นผู้ที่แก้ปัญหาได้จะต้องมีความคิดและพฤติกรรมใหม่ ๆ ในการเรียนการสอนเพื่อฝึกให้ความสามารถ ในการแก้ปัญหาได้จะต้องใช้สถานการณ์สอนให้นักเรียนคิด ตั้งสมมติฐานเก็บข้อมูลด้วยตนเองและลงข้อสรุปตั้งหลักการเองทุกอย่าง การกระทำดังกล่าวนี้จะเป็นการสร้างเจตคติที่ดีต่อการแสวงหาความรู้และได้ใช้ความคิดหลาย ๆ ทางซึ่งจะทำให้เป็นคนฉลาดและมีเหตุผล

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นั้นจะเห็นได้ว่าการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นการใช้กระบวนการคิดตามขั้นตอนของวิธีการแก้ปัญหาดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ควรเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า เพื่อที่จะได้ค้นพบความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูจะต้องจัดกิจกรรม จัดสถานการณ์ที่ช่วยให้นักเรียนได้ใช้ความคิดและการฝึกการทำงานอย่างสม่ำเสมอ สำหรับในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะวิชาของวิทยาศาสตร์ ภายภาพชีวภาพ ผู้วิจัยจึงได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้แผนที่มนมด เพื่อช่วยให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิดควบคู่ไปกับการเรียนรู้เนื้อหาวิชา และได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนำหลักของ เวียร์ มาสร้าง โดยให้นักเรียนศึกษาจากสถานการณ์ แล้ววัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ ขั้นในการระบุปัญหา ขั้นวิเคราะห์ ขั้นกำหนดวิธีการแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติ

งานวิจัยภายในประเทศ

สุนัย สอนตระกูล (2535) ศึกษาเรื่องการพัฒนาการเรียนการสอนแบบสร้างแผนที่มโนคติ สำหรับวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการเรียนการสอนแบบสร้างแผนที่มโนคติ สำหรับวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และความคงทนของการเรียนรู้ ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ระบบการเรียนการสอนแบบสร้างแผนที่มโนคติ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนตามระบบการเรียนการสอนแบบสร้างแผนที่มโนคติสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กาญจนาภรณ์ เพ็ญนาค (2535 : 61) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 3 ด้วยการสอนแบบใช้แผนที่มโนคติกับผลการสอนตามปกติ ผลปรากฏว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

2. ความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

ศุภลักษณ์ ทองสนธิ (2537) ศึกษาเรื่องผลการใช้เทคนิคการสอนแบบสร้างแผนที่มโนคติ ต่อการเปลี่ยนมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในวิชาเคมี และเพื่อเปรียบเทียบผลของการเปลี่ยนมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในวิชาเคมี ระหว่างการสอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบสร้างแผนที่มโนคติและการสอนแบบบรรยายผลการวิจัยปรากฏว่า

1. นักเรียนในกลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนมโนคติที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนคติที่ถูกต้อง 7 มโนคติ จากมโนคติทั้งหมด 10 มโนคติ ส่วนนักเรียนในกลุ่มควบคุมไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนคติที่ถูกต้องในทุกมโนคติ

2. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนทดสอบหลังเรียนในวิชาเคมีสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

คลิเบิร์น (Cliburn. 1986) โบโดลัส (Bodulus. 1987) ไฮเซท์ไฟท์ และโนวาค (Heinze-Fry and Novak. 1990) ได้ทำการวิจัยพบว่า การเรียนการสอนโดยใช้แผนที่มนต์ และการสอนแบบมีเงื่อนไข มีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนแบบปกติและยังพบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีความรู้สึกที่ดีต่อแผนที่มนต์ ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น ซึ่งสอดคล้องกับงานของ ไอบิร็อกบาการ์ (Ibirogbaka. 1988) นอกจากนี้เพศชายยังสามารถเรียนรู้โดยใช้แผนที่มนต์ได้ดีกว่าเพศหญิง แต่เพศหญิง มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเพศชาย และงานวิจัยของ เลห์แมน คาร์เตอร์ และคาร์ทเล (Lehman Carter and Kahle. 1985) ยังได้เสนอแนะว่าการที่จะทำให้อัตราสัมฤทธิ์สูงกว่า การเรียนตามปกติควรใช้เวลาในการทดลองที่เป็นระยะเวลานาน

อัลท์ (Ault. 1985) พบว่า แผนที่มนต์ จะทำให้นักเรียนออกห่างจากการเรียน แบบท่องจำและนำไปสู่ความเข้าใจถูกต้องของมนต์ตลอดจนความสัมพันธ์ของแต่ละมนต์ โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ โอเคบูโกลาร์ (Okebukola. 1990) ซึ่งพบว่านักเรียนที่เรียน โดยใช้แผนที่มนต์จะเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีท่องจำ นอกจากนี้ ปีเตอร์สัน และเทียร์กัส (Peterson and Treagust. 1989) ยังใช้แผนที่มนต์ เป็นเครื่องมือวินิจฉัยเกี่ยวกับมนต์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องพันธะโคเวเลนต์และโครงสร้าง

โอเคบูโกลาร์ และเจเจอร์ (Okebukola and Jegede. 1988) พบว่า การเลือกแบบ การคิดและการเรียนโดยแบ่งเป็นกลุ่มกับรายบุคคล มีผลต่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายและ การทำแผนที่มนต์โดยได้แบ่งการเลือกแบบการคิดไว้ 4 แบบด้วยกันคือ ด้านความรู้ความจำ ด้านการใช้หลักการ ด้านการคิดค้น และด้านการนำไปใช้ ซึ่งนักเรียนที่มีการเลือกแบบการคิด ด้านการใช้หลักการด้านการคิด และด้านการนำไปใช้ ที่เรียนโดยแบ่งเป็นกลุ่มย่อย เกิดการเรียนรู้ อย่างมีความหมายและสามารถทำแผนที่มนต์ได้ดีกว่าที่เรียนเป็นรายบุคคล และจากงานวิจัยของ โนวาค, โกวิน และโจแฮนสัน (Novak, Gowin and Johansen. 1983) ยังพบว่า นักเรียนที่มีความสามารถสูงมีแนวโน้มที่ทำแผนที่มนต์และแผนที่รูปตัววีได้ดีกว่านักเรียนที่มีความ สามารถต่ำ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

หอมนวล ใจชื่อ (2529) ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กัณหารัตน์ ฤทธิบำรุง (2531) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเรียนโดยการฝึกอภิปรายแก้ปัญหาร่วมกันทั้งห้องที่เป็นกลุ่มย่อยและแก้ปัญหารายบุคคล ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ฝึกอภิปรายแก้ปัญหาคือเป็นกลุ่มย่อยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ฝึกอภิปรายแก้ปัญหาร่วมกันทั้งห้อง และนักเรียนที่ฝึกอภิปรายแก้ปัญหาคือเป็นรายบุคคลส่วนนักเรียนที่ฝึกอภิปรายแก้ปัญหาร่วมกันทั้งห้อง กับฝึกแก้ปัญหาคือเป็นรายบุคคลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

นันทเดช โชคถาวร (2532) ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นกับไม่เน้นการระบุแนวทางการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อัญชลีพร เดชะศิริกุล (2535) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยยุทธวิธีการตัดสินใจกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยยุทธวิธีการตัดสินใจกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

บุทท์ (Butts. 1965 : 138-145) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาวิทยาลัยครูจาก 21 แห่ง ซึ่ง ผ่าน วิชาการสอนวิทยาศาสตร์เบื้องต้น มีเวลาเรียนวิทยาศาสตร์เฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 17.4 ชั่วโมง และมีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบที่ใช้คือ STEP ใช้ทดสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความจริง (Facts) และหลักการ (Principles) ทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า มีความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับความจริงและหลักการ

การ์บริลลี (Gabrielli. 1972 : 5650-A) ได้ศึกษาถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาครูในมหาวิทยาลัย Syracuse จำนวน 50 คน โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 3 กลุ่มตามความสามารถในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหานักศึกษามีความสัมพันธ์ทางบวกกับความรู้ ประสบการณ์ การฝึกหัด ระดับการศึกษา และประสิทธิภาพในการติดต่อสื่อสารกับผู้อื่น แต่ความสามารถในการแก้ปัญหาไม่มีค่าความสัมพันธ์กับทัศนคติต่อการศึกษากว้างไป

จากผลการวิจัยดังกล่าว จะเห็นได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาได้หลายแนวทางทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีสอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ควรให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามีหลักการและให้เหตุผลอยู่เสมอ

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนกแตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์แตกต่างกัน
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับด้านทฤษฎีแตกต่างกัน
4. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรแกรมศิลป์ โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 จำนวน 5 ห้องเรียน มีนักเรียนรวมทั้งหมด 250 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรแกรมศิลป์ โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 จำนวน 2 ห้องเรียน มีนักเรียนรวมทั้งหมด 60 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยสุ่มมา 2 ห้องเรียน จากทั้งหมด 5 ห้องเรียน แล้วสุ่มอีกครั้งให้มีกลุ่มละ 30 คน เพื่อเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มีโนมิต

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ตามหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง "สารสังเคราะห์" โดยมีหัวข้อดังต่อไปนี้

1. มารูจักสารสังเคราะห์กันเกิด
2. พอลิเมอร์ : สารโมเลกุลยักษ์
3. พลาสติก : สารสารพัดประโยชน์
4. เส้นใยสังเคราะห์
5. สารซักล้าง : ผู้พิชิตความสกปรก
6. บทบาทของสารสังเคราะห์ในชีวิตประจำวัน

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 โดยใช้เวลาดทดลอง 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 24 คาบ

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลอง Randomized Control Group Pretest Posttest Design (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536 : 67) ซึ่งมีแบบแผนทดลองดังนี้

ตาราง 2 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	การทดลอง	สอบหลัง
RE	T_1	X	T_2
RC	T_1	$\sim X$	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

- R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
- E แทน กลุ่มทดลอง
- C แทน กลุ่มควบคุม
- T_1 แทน การทดสอบก่อนการทดลอง
- T_2 แทน การทดสอบหลังการทดลอง
- X แทน การสอนโดยใช้แผนทิมโนมติ
- $\sim X$ แทน การสอนตามคู่มือครู

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้ ประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง สารสังเคราะห์ จำนวน 2

แผน คือ

- 1.1 แผนการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติ ใช้สอนกลุ่มทดลอง
- 1.2 แผนการสอนตามคู่มือครู ใช้สอนกลุ่มควบคุม
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

การสร้างแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ตามเนื้อหาที่ใช้ในการสอนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมนั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. การศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา และขอบข่ายของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพจากหนังสือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. ศึกษารายละเอียด และเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการสอนจากแนวการสอนของ สสวท.
3. วิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ จากเนื้อหาวิชาเรื่อง สารสังเคราะห์ ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ 3 ท่าน
4. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนการสอนของแต่ละมโนคติ

5. สร้างแผนการสอน จำนวน 22 คาบ ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

- 5.1 มโนคติทางวิทยาศาสตร์
- 5.2 จุดประสงค์ของกิจกรรม
- 5.3 กิจกรรมการเรียนการสอน ทั้ง 2 กลุ่ม เป็นดังนี้

กลุ่มทดลอง

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน
2. ชี้นำเสริมมโนคติพื้นฐาน

3. ขั้นสอน ครูสอนให้นักเรียนเกิดมโนคติโดยมีลำดับขั้น ดังนี้

3.1 นักเรียนอภิปรายหรือทำการทดลอง

3.2 ครูอธิบายความหมายและยกตัวอย่างมโนคติ

3.3 นักเรียนระดมมโนคติที่สำคัญของความรู้

3.4 นักเรียนจัดลำดับมโนคติ

3.5 นักเรียนเชื่อมโยงแต่ละมโนคติเข้าด้วยกันโดยใช้คำเชื่อม

4. ขั้นสรุปด้วยแผนทึ่มโนคติ โดยคัดเลือกแผนทึ่มโนคติที่สร้างมาอภิปรายร่วมกัน

กลุ่มควบคุม

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหา

1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการทำกิจกรรม และข้อควรระวัง

2. ขั้นทำกิจกรรม

นักเรียนทำกิจกรรม

3. ขั้นอภิปรายหลังการทำกิจกรรม

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิต

ประจำวัน

6. นำแผนการสอนที่เขียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

7. นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสมและบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบ แล้วนำมาแก้ไขและปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ จากเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล และการสร้างข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง "สารสังเคราะห์" เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์หมโนมติทางวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็น 3 ด้าน คือ มโนมติด้านการจำแนก ด้านความสัมพันธ์ และด้านทฤษฎี

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านมโนมติ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 125 ข้อ ตามตารางวิเคราะห์หมโนมติในข้อ 2

4. นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ภาษาที่ใช้ และความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดเพื่อการปรับปรุงแก้ไข

5. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช อำเภอมะนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ที่เรียนเรื่องนี้แล้ว จำนวน 100 คน

6. ทำการตรวจและนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก โดยใช้เทคนิค 27 % ของจุง เค ฟาน เลือกข้อที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20-.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไปไว้ จำนวน 60 ข้อ (ด้านการจำแนก 17 ข้อ ด้านความสัมพันธ์ 31 ข้อ ด้านทฤษฎี 12 ข้อ) มารวมเป็นฉบับ

7. นำแบบทดสอบที่ได้จากข้อ 6 ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช อำเภอมะนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 100 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson-20) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการจำแนก ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.68 ด้านความสัมพันธ์ ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.66 และด้านทฤษฎี ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.73

8. นำแบบทดสอบไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจริงต่อไป

ตัวอย่างข้อสอบ

1. สารสังเคราะห์มีความหมายตรงกับข้อใดมากที่สุด
 - ก. สารที่เกิดจากกระบวนการสังเคราะห์
 - ข. สารที่เกิดจากกระบวนการสังเคราะห์โดยมนุษย์เท่านั้น
 - ค. สารที่เกิดจากกระบวนการสังเคราะห์โดยธรรมชาติเท่านั้น
 - ง. สารที่เกิดจากการนำวัตถุดิบจากธรรมชาติมาใช้ประโยชน์

2. การกระทำของข้อใดเป็น กระบวนการสังเคราะห์สาร

- ก. การทอดผ้า ข. การทำมีดเหล็ก
ค. การทำน้ำหอม ง. การอัดเสียงลงเทป

3. การนำกระบวนการสังเคราะห์สารของธรรมชาติ และมนุษย์มาเปรียบเทียบกัน

จะพบว่าเป็นความจริงตามข้อใด

- ก. ผลงานที่นำมาใช้ในการสังเคราะห์จะเป็นชนิดเดียวกัน
ข. สารตั้งต้นในกระบวนการสังเคราะห์จะเป็นชนิดเดียวกัน
ค. กระบวนการสังเคราะห์ของธรรมชาติและมนุษย์นั้นแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง
ง. มีหลักเกณฑ์เหมือนกันคือมีการเกิดปฏิกิริยาการรวมตัวของสารโมเลกุลเล็กเกิดเป็นสารโมเลกุลใหญ่

✓ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาความหมาย ทฤษฎี และหลักการของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ชนิดเลือกตอบ
 - 4 ตัวเลือก จำนวน 4 ข้อ โดยสร้างขึ้นตามขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 4 ขั้นตอนของ เวียร์ (Weir. 1974 : 16-18) ดังนี้
 - 2.1 ขั้นระบุปัญหา
 - 2.2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา
 - 2.3 ขั้นกำหนดวิธีการแก้ปัญหา
 - 2.4 ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์
3. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะคำตอบ ตัวเลือก ภาษาที่ใช้และความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด เพื่อปรับปรุงแก้ไข
4. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช ที่เรียนเรื่องนี้แล้ว จำนวน 100 คน

5. ตรวจให้คะแนนแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก โดยใช้เทคนิค 27 % ของ จุง เต ฟาน เลือกเอาข้อที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20-.80 ขึ้นไปไว้

6. นำแบบทดสอบจากข้อ 5 ไปหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson-20) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.75

7. นำแบบทดสอบไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจริงต่อไป

ตัวอย่างข้อสอบ

สถานการณ์ ชาวไร่ผู้หนึ่งสังเกตเห็นว่าผักทองที่เขาปลูกมีแมลงมากคืบ เขาจึงใช้ยาฆ่าแมลงมาฉีดพ่นเป็นประจำทำให้ต้นผักทองเจริญเติบโต และออกดอกมากขึ้น แต่เขาต้องแปลกใจ เพราะเมื่อผักทองออกดอก ดอกของผักทองติดผลน้อยมากทั้งที่ไม่มีแมลงมารบกวน แต่ต้นก็แข็งแรง สมบูรณ์

1. ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

ก. ทำไมผักทองจึงออกดอกมาก

ข. ทำไมดอกผักทองจึงติดผลน้อย

ค. ทำไมยาฆ่าแมลงจึงใช้ไม่ได้ผล

ง. ทำไมต้นผักทองจึงเจริญเติบโตได้ดี

2. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

ก. ต้นผักทองที่ปลูกพันธุ์ไม่ดี

ข. ขาดปุ๋ยที่ทำให้ดอกผักทองติดผล

ค. ขาดแมลงช่วยผสมเกสร

ง. เกิดการกลายพันธุ์ของต้นผักทอง

3. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร

ก. ช่วยผสมเกสร

ข. หาต้นผักทองพันธุ์ดีมาปลูก

ค. ใช้ยาฆ่าแมลงที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น

ง. ใส่ปุ๋ย และปรับสภาพดินให้เหมาะสมขึ้น

4. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

- ก. ได้ฝึกทอหงษ์ใหม่
- ข. ดอกฝึกทอหงษ์ติดผลมากขึ้น
- ค. ต้นฝึกทอหงษ์ไม่มีโรคและแมลงมารบกวน
- ง. สภาพดินมีความเหมาะสมกับการเพาะปลูกมากขึ้น

✓ วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการทดลอง ดังนี้

1. สุ่มนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยจับสลากห้องเรียนมา 2 ห้องเรียนจากจำนวน 5 ห้อง แล้วจับสลากแยกเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม
2. ทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านมนโณคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
3. ดำเนินการสอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้ง 2 กลุ่ม ในเนื้อหาเดียวกัน ใช้เวลาสอนกลุ่มละ 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 24 คาบ
 - 3.1 กลุ่มทดลอง สอนตามแผนการสอนโดยใช้แผนที่มนโณคติ
 - 3.2 กลุ่มควบคุม สอนตามคู่มือครู
4. เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนตามกำหนด ทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านมนโณคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
5. ตรวจสอบผลการสอบแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

✓ การวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านมนโณคติทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 ด้าน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test Independent ในรูป Difference Score

✓ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาคะแนนเฉลี่ยคำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536 : 145-146)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความแปรปรวน คำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536 : 150)

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

เมื่อ S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบโดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ ใช้เทคนิค 27 % ของ ฟาน (Fan. 1952 : 6-32)

2.2 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536 : 130)

$$r_{kk} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2_c} \right]$$

เมื่อ r_{kk} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ = $1-p$

S^2_c แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

✓ 63/11/17

4. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1-4 โดยใช้ t-test แบบ Independent ในรูป Difference Score (Scott. 1962 : 264)

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

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

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

- เมื่อ
- t แทน ค่าสถิติที่พิจารณาใน t-Distribution
 - MD₁ แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนการทดสอบระหว่างหลังการเรียน
กับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง
 - MD₂ แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนการทดสอบระหว่างหลังการเรียน
กับก่อนการเรียนของกลุ่มควบคุม
 - D₁ แทน ผลต่างของคะแนนการทดสอบระหว่างหลังการเรียนกับก่อน
การเรียนของกลุ่มทดลอง
 - D₂ แทน ผลต่างของคะแนนการทดสอบระหว่างหลังการเรียนกับก่อน
การเรียนของกลุ่มควบคุม
 - S_D² แทน ค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียน
กับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม
 - S_{MD₁ - MD₂} แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานรวมของผลต่างของคะแนน
การทดสอบระหว่างหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของ
กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม
 - n₁ แทน จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างของกลุ่มทดลอง
 - n₂ แทน จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างของกลุ่มควบคุม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการอ่านผลการวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

- n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
- $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย
- $\bar{X}_1$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการทดลอง
- $\bar{X}_2$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการทดลอง
- MD แทน ค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนก่อนกับหลังการทดลอง
- t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t -distribution
- $S_{MD_1-MD_2}$ แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนก ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนก ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกับโดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Independent ในรูป Difference Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนก ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	30	5.9	12.5	6.60	0.56	2.75**
กลุ่มควบคุม	30	5.6	10.4	5.06		

$$t (.01, 58) = 2.66$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 3 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนก ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนกแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกับโดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Independent ในรูป Difference Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	S_{MD}	t
กลุ่มทดลอง	30	6.60	23.23	16.63		
					1.00	7.40**
กลุ่มควบคุม	30	8.93	19.70	9.23		

$$t(.01, 58) = 2.66$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 4 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มีมโนคติกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีระหว่างก่อนกับหลังการทดลองของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกับโดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Independent ในรูป Difference Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD - MD_c}$	t
กลุ่มทดลอง	30	4.00	10.17	6.17	0.40	4.35**
กลุ่มควบคุม	30	4.07	8.50	4.43		

$$t (.01, 58) = 2.66$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มีมโนคติกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มีมโนคติกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

4. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้วิธีการทางสถิติ t -test แบบ Independent ในรูป Differences Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	30	12.60	17.8	5.20		
					0.41	2.97**
กลุ่มควบคุม	30	14.53	16.1	1.57		

$$t(.01, 58) = 2.66$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 6 แสดงว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 4

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ต้องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรแกรมศิลป์ ที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู และผลการวิจัยได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนกของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎี ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ด้านการจำแนกแตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความสัมพันธ์แตกต่างกัน
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ด้านทฤษฎีแตกต่างกัน
4. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนศิลปวิทยา อําเภอมะนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 ได้มาจากการจับสลากนักเรียนมา 2 ห้องเรียน แล้วจับสลากแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพโดยใช้แผนทึ่มโนมิต

2.2 แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพตามคู่มือครู

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารสังเคราะห์ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

ด้านการจำแนก จำนวน 17 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.68

ด้านความสัมพันธ์ จำนวน 31 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.66

ด้านทฤษฎี จำนวน 12 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.73

2.4 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นสถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีจำนวนข้อคำถามสถานการณ์ละ 4 ข้อ จำนวน 5 สถานการณ์ รวมมี 20 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.75

3. วิธีดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

หลังจากที่ได้เลือกกลุ่มตัวอย่างแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ทดสอบก่อนเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3.2 ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยสอนเองทั้งสองกลุ่มใช้เวลาในการสอนกลุ่มละ 24 คาบ คาบละ 50 นาที

3.2.1 กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้แผนทึ่มโนมิต

3.2.2 กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู

3.3 ทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้งสองกลุ่มโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3.4 นำผลการทดสอบมาตรวจวิเคราะห์คะแนน แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 ด้าน ระหว่างการทดสอบก่อนเรียนกับทดสอบหลังเรียน
2. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการทดสอบก่อนเรียนกับทดสอบหลังเรียน
3. หาค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานข้อ 1-4 โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Independent ในรูป Difference Score (Scott. 1962 : 264)

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนกของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติกับการสอนตามคู่มือครู สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

พจนานุกรม

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์

จากผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนกความสัมพันธ์ และทฤษฎีของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคตินักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติมีผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนกความสัมพันธ์และทฤษฎีสูงกว่าการสอนตามคู่มือครู จากผลการวิจัยอภิปรายผลได้ดังต่อไปนี้

1.1 การสอนโดยใช้แผนที่มโนคติเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้แผนที่มโนคติเป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้และทำความเข้าใจมโนคติต่าง ๆ ของบทเรียน โดยให้นักเรียนได้แสดงความคิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนออกมาในรูปแผนที่มโนคติ ซึ่งมีลักษณะที่เป็นรูปธรรม ทำให้นักเรียนมองเห็นภาพรวมของความคิดที่ได้ในแต่ละเรื่อง นั่นคือนักเรียนสามารถจัดระบบความคิด ความเข้าใจที่ต่อบทเรียนได้เป็นอย่างดี จึงส่งผลให้นักเรียนสามารถเรียนรู้มโนคติต่าง ๆ ในบทเรียนได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ ประกอบกับเป็นวิธีการเรียนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนต้องใช้ความคิดในทุกขั้นตอนของการเรียนการสอน จึงส่งผลให้มีการพัฒนาการคิดของผู้เรียน สามารถทำความเข้าใจในมโนคติต่าง ๆ ของบทเรียนได้ดีและกระจ่างชัดยิ่งขึ้น จึงส่งผลให้นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติมีความสามารถในการเรียนรู้มโนคติต่าง ๆ ในเรื่องสารสังเคราะห์ ได้ดีกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

1.2 การสอนโดยใช้แผนที่มโนคติเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีการสำรวจและเสริมมโนคติพื้นฐานก่อนที่จะสอนในแต่ละครั้ง เป็นการปรับพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียนให้เท่าเทียมกันและทำให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติเดิมกับมโนคติใหม่ได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้นักเรียนสามารถเรียนรู้มโนคติต่าง ๆ ได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ (อัญชลี คานานนท์. 2536) และในขั้นตอนการสร้างแผนที่มโนคตินั้นทำให้นักเรียนเข้าใจและมองเห็นความสัมพันธ์ของมโนคติต่าง ๆ ในเนื้อหาที่เรียนไปทั้งหมดได้เป็นอย่างดี ทั้งยังมีโอกาสสำรวจและทบทวนความรู้มโนคติที่มีอยู่ว่าถูกต้องหรือไม่ ทำให้สามารถเปลี่ยนมโนคติที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนคติที่ถูกต้องได้ ซึ่งทำให้การเรียนรู้มโนคติของนักเรียนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงส่งผลให้นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติมีความสามารถในการเรียนรู้มโนคติทางวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พีเอ เบซิล

และ เจพี แซนฟอร์ด (ศุภลักษณ์ ทองสนธิ. 2537 ; Basile and Sanford. 1991) ได้ศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การอภิปรายเป็นกลุ่มย่อยโดยใช้แผนมโนคติเป็นเครื่องมือในการอภิปราย จะมีสัดส่วนของมโนคติที่คลาดเคลื่อนต่อนักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีสอนปกติ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศุภลักษณ์ ทองสนธิ (2537) ที่พบว่าการใช้เทคนิคการสอนแบบสร้างแผนที่มโนคติทำให้มีการเปลี่ยนมโนคติที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนคติที่ถูกต้องได้ประกอบกับการที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมสร้างแผนที่มโนคติอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้นักเรียนสามารถสรุปเนื้อหาที่เรียนได้ด้วยตนเอง โดยออกมาในรูปของแผนที่มโนคติ เป็นการแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความรู้ และมีความเข้าใจในมโนคติต่าง ๆ ของเนื้อหาได้อย่างดี ดังที่ ไทเลอร์ (Tylor. 1965 : 148-150) ได้กล่าวไว้ว่าการที่ครูให้หลักการหรือข้อสรุปแก่นักเรียนโดยตรง นักเรียนจะจดจำสิ่งที่ครูให้โดยปราศจากความเข้าใจในสิ่งนั้น ๆ อย่างแท้จริง การให้นักเรียนสรุปหรือสร้างหลักการด้วยตนเองจะช่วยให้นักเรียนมองเห็นความจริงทางวิทยาศาสตร์ได้ลึกซึ้งและรวดเร็ว

จากการอภิปรายดังกล่าวสนับสนุนได้ว่าผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนก ความสัมพันธ์และทฤษฎีของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับ วิชัย วงษ์ใหญ่ (2532 : 19-20) ที่กล่าวไว้ว่า แผนที่มโนคติเป็นปัจจัยที่สนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ที่มีความหมายสำหรับการสร้างมโนคติแก่ผู้เรียนและกระบวนการเรียนการสอนมโนคติและหลักการ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุนีย์ สอนตระกูล (2535) ที่เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนคติที่พัฒนาขึ้น กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนตามระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนคติ สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จากผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู จากผลการวิจัยอภิปรายได้ดังต่อไปนี้

2.1 การสอนโดยวิธีแผนที่มโนคติเป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ระดับมโนคติและหลักการได้ด้วยตนเอง นั่นคือเป็นการฝึกกระบวนการคิดในการที่จะเรียนรู้ความรู้มโนคติและหลักการ อันได้แก่ การคิดรวบรวม การคิดจำแนก และการคิดเชื่อมโยงสัมพันธ์ ซึ่งสอดคล้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถในการระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหา กำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา และการตรวจสอบผลลัพธ์ (Weir. 1974 : 16-18) เพื่อพิจารณาความสามารถทั้ง 4 ขั้น ของการคิดแก้ปัญหาแล้ว พบว่าเป็นการใช้ความคิดในลักษณะคล้ายกันกับการเรียนรู้ความรู้มโนคติและหลักการ นั่นคือต้องอาศัยการคิดรวบรวม การคิดจำแนก และการคิดเชื่อมโยงสัมพันธ์ในทุกขั้นตอนของการคิดแก้ปัญหาเช่นกัน ดังนั้นจึงย่อมส่งผลให้นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีแผนที่มโนคติมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

2.2 การสอนโดยวิธีแผนที่มโนคติเป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ระดับมโนคติและหลักการได้ด้วยตนเอง นั่นคือเป็นการฝึกกระบวนการคิดในการที่จะเรียนรู้ชั้นมโนคติและหลักการโดยอาศัยขั้นตอนการสร้างแผนที่มโนคติ ดังนั้นการที่นักเรียนที่ได้รับการฝึกกระบวนการคิดในการเรียนรู้ชั้นมโนคติและหลักการมาอย่างต่อเนื่อง จึงย่อมจะส่งผลต่อการเรียนรู้ในขั้นการคิดแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เนื่องจากการเรียนรู้แต่ละลำดับขั้นจะมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งก่อนจะถึงขั้นการเรียนรู้การแก้ปัญหานั้น จะต้องผ่านการเรียนรู้ขั้นต่าง ๆ ที่เป็นพื้นฐานมาก่อนซึ่งในขั้นต้น ๆ นั้น จะผ่านกระบวนการการคิดในสมองไม่มากนัก แต่จะเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ในขั้นการเรียนรู้ที่สูงขึ้น (วิชิต วงษ์ใหญ่. 2527 : 298-300) ดังนั้นจึงทำให้ให้นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีแผนที่มโนคติ ซึ่งได้มีการพัฒนาการคิดมาแล้วย่อมจะมีความพร้อมที่จะเรียนรู้ขั้นการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี จึงทำให้นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีแผนที่มโนคติมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

2.3 การสอนโดยวิธีแผนที่มโนคติเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นพัฒนากระบวนการคิดของผู้เรียนโดยเริ่มจากการศึกษาเนื้อหาเพื่อเลือกมโนคติ การจัดลำดับและการเชื่อมโยงสัมพันธ์ จะเห็นได้ว่าในทุกขั้นตอนของการเรียนการสอน ผู้เรียนจะต้องใช้ความคิด ความมีเหตุผลอยู่ตลอดเวลา ประกอบกับในการสร้างแผนมโนคติจะให้อิสระกับนักเรียนในการสร้างแผนที่มโนคติในเนื้อหาเดียวกัน ไม่จำเป็นต้องสร้างเหมือนกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความคิด ความเข้าใจ และความมีเหตุผลที่ใช้ประกอบในการตัดสินใจของแต่ละคน เมื่อกิจกรรมเหล่านี้ได้รับการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอทำให้นักเรียนมี

ประสบการณ์ในการคิด กล้าพอที่จะตัดสินใจ ส่งผลให้เกิดความเชื่อมั่นในตนเอง ดังที่มัมฟอร์ด (อัญชลีพร เตชะศิริกุล. 2525 : 70 ; อ้างอิงมาจาก Mumford. 1937) ได้กล่าวไว้ว่า การฝึกการคิด ตัดสินใจภายใต้การคิดอย่างมีเหตุผลจะเป็นประสบการณ์ที่ช่วยพัฒนาความเชื่อมั่นในตนเอง เกิดความพยายามที่จะแก้ปัญหาให้สำเร็จ จึงเป็นผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้ดี ประกอบกับการสอนโดยใช้แผนที่มโนมติ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกใช้ความคิดและการตัดสินใจบ่อย ๆ ทำให้มีการพัฒนาด้านกระบวนการคิด จึงส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดี ดังคำกล่าวของ กานเย่ และบริจ (อัญชลีพร เตชะศิริกุล ; อ้างอิงมาจาก Gagne and Briggs. 1974) ที่กล่าวว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นทักษะทางปัญญาที่สามารถสอนกันได้และมุ่งหวังให้นำความสามารถด้านนี้ไปถ่ายทอดใช้ในสถานการณ์อื่นได้

จากการอภิปรายดังกล่าวสนับสนุนได้ว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนมติสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการศึกษาต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การสอนโดยใช้แผนที่มโนมติเหมาะที่จะใช้กับเด็กที่สามารถคิดหาเหตุผลจากสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ ซึ่งตรงกับพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ในขั้นปฏิบัติการคิดด้วยนามธรรม (Formal Operational Stage) หรือตรงกับเด็กที่มีอายุ 12 ปี ขึ้นไปซึ่งเป็นเด็กในระดับชั้นมัธยมศึกษา เพราะเด็กวัยนี้สามารถเข้าใจเรื่องราวคำอธิบายต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

1.2 การสอนโดยใช้แผนที่มโนมติ ครูควรเลือกใช้กับวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ที่มีเนื้อหาต่อเนื่องกันเป็นระบบและไม่เน้นให้นักเรียนทำการทดลองมากนัก หรือมีการทดลองที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนเกินไป

1.3 ผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาควรนำการสอนโดยใช้แผนที่มโนมติมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดของนักเรียน และส่งเสริมการพัฒนาด้านสติปัญญาของผู้เรียน

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

2.1 ควรมีการศึกษาผลการสอนโดยใช้แผนที่มีโน้มนำกับตัวแปรอื่น ๆ เช่น เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

2.2 ควรมีการศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านโน้มนำทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แผนที่มีโน้มนำกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน เช่น เก่ง ปานกลาง อ่อน หรือนักเรียนระดับชั้นอื่น ๆ

מנהל המדע

บรรณานุกรม

กมลรัตน์ หล้าสงฆ์. จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ศรีเดชา, 2523.

_____. จิตวิทยาการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2533.

กมล เฟื่องนึ่ง. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโครงการวิทยาศาสตร์ โดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์กับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.

กาญจนา ลากวอย. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน โดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางและการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

กันฮารัตน์ ฤทธิ์บำรุง. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการฝึกอภิปรายแก้ปัญหาพร้อมกันทั้งห้อง เป็นกลุ่มย่อย และแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

กิ่งฟ้า ลินธวัช และคณะ. รายงานการวิจัยเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2525.

_____. เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1-7 มหาวิทยาลัยสุโขทัย-ธรรมมาธิราช. (พิมพ์ครั้งที่สอง) กรุงเทพฯ : บริษัทประชาชน จำกัด (แผนกการพิมพ์) 2527.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. แผนพัฒนาการศึกษาระดับที่ 7 (พ.ศ. 2535-2539). กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ, 2535. อัดสำเนา.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. "ปัญหาที่สำคัญของชาติ และแนวทางการวิจัย เพื่อพัฒนา," ข่าวสารสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. ฉบับพิเศษ. ปีที่ 27 (พฤษภาคม 2529) : 13-19.

จิตต์ไธ ผดุงรัตน์. "สรุปสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในประเทศไทย ในช่วงหลักสูตร 2503 จนถึงปัจจุบัน (พ.ศ. 2538)," สาขาวิจัยและประเมินผล สสวท. เฉลียว มณีเลิศ. "การศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับประชาชน," วารสารการศึกษา แห่งชาติ. 26,5 (มิ.ย.-ก.ค. 35) 14-22.

✓ ช่ม ภูมิภาค. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2516.

_____. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2523.

ดวงเดือน พันธุมนาวิน. "ความสามารถทางภาษาไทยประมวลผลวิจัย," วารสารวิจัยทาง การศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ กันยายน 2522.

✓ นวลจิต เขียวศิริพิงค์. "ความคิดรวบยอดกับการเรียนการสอน," วารสารพัฒนาหลักสูตร. 14 (119) : 6 ; ตุลาคม-ธันวาคม 2537.

นันทเดช โชคถาวร. การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นกับไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา. ปรินทิพนิพนธ์ ศึกษ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

บุปผชาติ ทวีนิกรม์. เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาการศึกษางานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ศึกษา (กศ-วท 591). ภาควิชาการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, 2531. อัดสำเนา.

ประกอบ วิโรจนกฏ. "สอนอย่างไรให้คิดเป็นทำเป็น," วารสารส่งเสริมประสิทธิภาพการสอน. 5 (1) : 31-34 ; มกราคม 2537.

ประวิตร ชูศิลป์. หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษา นิเทศ กรมการฝึกหัดครู, 2524. 340.96 V 342.6

ประเวศ วะสี. "การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อสร้างสติปัญญา," วารสาร วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ทางการศึกษา. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 16 : 64 ; มิถุนายน-กันยายน 2533.

๘ ปรีชา วงศ์ศิริ. เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 6. มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมมาธิราช, 2527.

พนิดา ภิสิทธิ์เพ็ญ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนการสอน
วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์
กายภาพชีวภาพโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สกับการสอนตามคู่มือครู. ปรียุณานิพนธ์ กศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.

พรณี ช.เจนจิต. จิตวิทยาการเรียนการสอน. (พิมพ์ครั้งที่สาม). กรุงเทพฯ : อมรินทร์
การพิมพ์, 2528.

พรณี ชุติย. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์กราฟิเคอาร์ต, 2519.

พิทักษ์ เจริญวานิช. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องการหายใจ
ระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการสอนโดยใช้แผนผังมโนคติ
กับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2531.
อัดสำเนา.

พิทักษ์ รัชพลเดช. "การศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์กับการพัฒนาประเทศ," ใน เอกสาร
ประกอบการประชุมทางวิทยาศาสตร์ เรื่องบทบาทของวิทยาศาสตร์ต่อการพัฒนาครั้งที่ 1.
กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525.

พวงเพ็ญ อินทรประวัตติ. รูปแบบการสอน. โครงการบริการการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สงขลา, 2532.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ :
สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2538.

ไพเราะ ทิพย์ทัศน์. วิทยาศาสตร์ประทับใจ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2533.

มะลิวรรณ วีระจิตต์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้
สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท.
ปรียุณานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533.
อัดสำเนา.

๗ มนัส บุญประกอบ. "แผนภูมิโนทัศน์," วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน.

12-13 (1-2) : 105-113 : กันยายน 2530-มีนาคม. 2532.

_____. "แผนภูมิโนทัศน์-การนำไปใช้ในชั้นเรียน," วารสาร สสวท. 18-19 (69-76) :

15-26 ; มกราคม. 2533-ธันวาคม. 2534.

_____. "แผนภูมิโนทัศน์กับแผนภูมิอื่น," วารสาร สสวท. 18-19 (69-76) :

22-25 ; มกราคม 2533-ธันวาคม 2534.

_____. "ยุทธศาสตร์ใหม่ทางการศึกษา แผนภูมิโนทัศน์," วารสาร สสวท. 18-19

(69-76) : 26-29 ; มกราคม-ธันวาคม 2534.

มหาวิทยาลัย, ทบวง. ชุดการเรียนรู้การสอน หน่วยที่ 2 การสร้างโมเดลทางวิทยาศาสตร์.

2524.

_____. ชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : คณะอนุกรม

การพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525.

_____. ชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2. 2525.

_____. ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูวิทยาศาสตร์. คณะอนุกรมการพัฒนาการสอนและ

ผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525. อัดสำเนา.

_____. การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะ

อนุกรมการพัฒนาการสอนและวัสดุอุปกรณ์การศึกษา, 2525.

มังกร ทองสุตดี. การวางแผนการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย,

2522.

รัชฎาพร ชูสกุล. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถ

ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้การสอนโดย

วิทยาศาสตร์เพื่อบางชน กับการสอนตามแผนการสอนของกรมวิชาการ. วิทยานิพนธ์

กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2538. อัดสำเนา.

รัชณี บุญเรือง. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ทักษะปฏิบัติและความสามารถ

ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนโดยการประยุกต์

กิจกรรมกลุ่มควบคุมคุณภาพ กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.

กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

✓ ลัดดา สุขปรีดี. "เทคโนโลยีการเรียนการสอน," กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิมพ์เลข, 2523.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. ภาควิชาการวัดผลและ
วินัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536.

วารินทร์ รัชมีพรหม. การออกแบบสาร หลักการและทฤษฎี. ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532.

✓ ✕ วิชัย วงษ์ใหญ่. "การพัฒนาหลักสูตรและการสอน-มิติใหม่," พิมพ์ครั้งที่ 3 สำนักพิมพ์
ไอเดียน-สโตร์ กรุงเทพฯ 2525.

_____. "การเรียนการสอนความคิดรวบยอดและหลักการ," วารสารการวิจัยทางการ
ศึกษา. 19(3) : 18-20 ; 2532.

_____. "กระบวนการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ," สำนักพิมพ์สุวีริยาสาส์น
กรุงเทพฯ 2537.

วิมล คำรหัสศิลป์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาเชิง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
โดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับที่เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครู. ปรินิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.

วิไลวรรณ ตรีศรี ชะนะมา. "แนวคิดบางประการเกี่ยวกับการความคิดรวบยอด," วารสาร
พัฒนาหลักสูตร. 12(113) : 49-51 ; มกราคม 2536.

วิไลวรรณ ปิยะปกรณ์. การศึกษาค้นคว้าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ. ปรินิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

สายหยุด สมประสงค์. "อุทกศาสตร์การคิด," โครงการส่งเสริมความเป็นเลิศทางวิชาการ.
กรุงเทพฯ : หน่วยงานศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา, 2523. อัดสำเนา.

✓ สิบปันนท์ เกตุทัต. แนวคิดเกี่ยวกับทิศทางและนโยบายด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของ
ประเทศไทย. ม.ป.ท., 2533. อัดสำเนา.

_____. "รัฐบาลใหม่กับการปฏิรูปการศึกษา : ครูผู้บริหารการศึกษาและโลกาภิวัตน์,"
วารสารวิทยาศาสตร์ศึกษาภิวัตน์. 93(7) : 31-37 ; กันยายน 2538.

สุธีรา เกียรติกิจวาน. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้าง
ความคิดรวบยอดด้านถ้อยคำ และความคงทนในการเรียนรู้ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์
ชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยแบบฝึกความคิดรวบยอดและวิธีสอน
ในแผนการสอนจากกระทรวงศึกษาธิการ ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

สุนัย สอนตระกูล การพัฒนาระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ สำหรับวิชา
ชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ค.ศ. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2535. อัดสำเนา.

สุมาลี จันทร์ชลอ. ผลการฝึกทักษะการรู้คิดต่อการคิดรวบยอด. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.

สุวัฒน์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2517.

_____ . ทฤษฎีและการปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เล่ม

1-เล่ม 2. กรุงเทพฯ : บริษัทเจวิลบุ๊คส์เซ็นเตอร์ จำกัด, 2531.

_____ . ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้. กรุงเทพฯ :
บริษัทเจเนอรัลบุ๊คส์เซ็นเตอร์ จำกัด, 2531.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.

กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2520.

_____ . หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ สารสังเคราะห์. กรุงเทพฯ :

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ; โรงพิมพ์คุรุสภา, 2533.

_____ . คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ สารสังเคราะห์. กรุงเทพฯ :

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ; โรงพิมพ์คุรุสภา, 2534.

✓ วารกิตติ ผ่องศรี. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความคิดรวบยอด
และความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการ
สอนโดยใช้โมเดลขั้นคิดเกี่ยวกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537. อัดสำเนา.

ศิริวรรณ พึ่งปรีดา. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จากภาพชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยให้บทเรียนเทปโทรทัศน์ประกอบการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณินท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

ศึกษาธิการ, กระทรวง, กรมวิชาการ. "สำนักงานทดสอบทางการศึกษา," รายงานการตรวจสอบคุณภาพการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2530. กรุงเทพฯ : สำนักงานทดสอบทางการศึกษา, 2531.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2532.

ศึกษาธิการ, กระทรวง, กรมวิชาการ. "หน่วยศึกษานิเทศก์กรมสามัญศึกษา," รายงานการประเมินคุณภาพการศึกษาโรงเรียนมัธยมศึกษากรมสามัญศึกษา ปีการศึกษา 2530. กรุงเทพฯ : กองให้ส่งและอุปกรณ์การศึกษา กรมสามัญศึกษา, 2532.

ศุภลักษณ์ ทองสนธิ. ผลของการใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในวิชาเคมี. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537. อัดสำเนา.

สวนา พรหมณ์กุล. จิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ : ไทสวัฒนาพานิช, 2522.

สามัญศึกษา, กรม. "การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา," วารสารการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา, 2533.

_____. "การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ปีการศึกษา 2533 สังกัดกรมสามัญศึกษา," วารสารการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานศึกษาธิการเขต 6 กรมสามัญศึกษา, 2535.

สมจิต สวชนไพบูลย์. การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.

- ✓ สมจิต สวณพบูลย์. สรรพภาพการสอนของครู : การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.
ภาควิชาหลักสูตรการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2527.
- _____ . หน่วยการเรียนรู้การสอน (ฉบับปรับปรุง) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ :
ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.
- ✓ สมเจตน์ ไวยาการณ์. รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล.
ปริญญานิพนธ์ กศ.ค. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2530. อัดสำเนา.
- สมโภชน์ พนาวาส. "ทำอย่างไรให้เด็กคิดเป็น," วารสารพัฒนาหลักสูตร. 12(113) :
75-76 ; มกราคม-มีนาคม 2536.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักนางรัฐมนตรี. วัตถุประสงค์นโยบายและมาตรการ
ของแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 7. (พ.ศ. 2535-2539), 2535.
- หอมหวล ใจชื่อ. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครู
กับนักเรียน. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- อดิศร มณีศิริ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทาง
วิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู.
ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537.
อัดสำเนา.
- อนางค์ลักษณ์ อยู่สุข. การศึกษาลักษณะนิสัยด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโพลีโมธิน. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

อรุณี สกานพงษ์. "การพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและแนวโน้มในอนาคต,"

วารสารการศึกษาแห่งชาติ. 26, 5 (มิถุนายน-กรกฎาคม 2535) : 10-13.

อร่าม วัฒนะ. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสร้างความคิดรวบยอด กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน กับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536. อัดสำเนา.

อสิริยา สิริวิทวารวณ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.

อุดม ชรรมา. การเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคขั้นสรุปผลการทดลองแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

อัญชลี ดนารนท์. "ผังมโนทัศน์สัมพันธ์กับการพัฒนาความคิด," ศึกษาศาสตร์สาร. 18(1) : 45-52 ; ตุลาคม-พฤษภาคม 2536.

อัญชลีพร เตชะศิริกุล. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยอรรถวิสัยการตัดสินใจกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

อำนาจ เจริญศิลป์. วิธีสอนวิทยาศาสตร์ยุคใหม่. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2537.

- Ault, Charles R. Concept Mapping as a Study Strategy in Earth Science.
Journal of College Science Teaching. 15 : 38-44 ; October, 1985.
- Ausubel, David P. The Psychology of Meaningful Verbal Learning.
New York : Holt Rinehart and Winston, 1968.
- Ausubel, David A. Educational Psychology. New York : Holt Rinehart
and Winston, 1968.
- Bloom, Benjamin A. Texonomy of Educational Objectives Handbook I :
Cognitive Domain. New York : David Mc Kay Company Inc., 1956.
- Bodolus, Lames Edward. "theUse ofCconcept Mapping Strategy to facilitate
Meaning forNinthgradeStudents in Science," Dissertation.
Abstract International 47 : 3387A. ; March, 1987.
- Bourne Lyle E., Bruce R, Ekstrand and Roger L. Doninoski.
The Psychology of Thinking. New Jersey : Prentice-Hall, 1971.
- Bruner, Jerome S. Studies in Cognitive Growth : A Collaboration at the
Center for Cognitive Studies. New Yory : John Wiley and Sons,
- Bruner Lerome S. "The Process of Education" Massachusetts) Haward
university Press Cambridge, 1969.
- Butts, David. The Teaching of Science A Self Directed Planning Guide.
New York, Harper Row Publisher, 1965.
- Cliburn, Joseph W. Helping Students Understand Physiologic Interaction :
A Concept Mapping Activity. The American Biology Teacher.
49 : 426-427 ; October, 1987.
- De Cecco, J.P. The Psychology of Learning and Ingtruction Educational
Psychology. New jersey : Pretice Hall, Inc., Englewood
Cliffs, 1968.

Deese, James Earle and Stewart H. Hulse. The Psychology of Learning. 3rd., New York : McGrac-Hill, 1958.

Fan, Chung-Teh. Item Analysis Table. New Jersey : Educational Testing Service, Princeton, 1952.

Gabrielle, Ralph B. "A Study of the Characteristics of Pre-service Teachers Indentified on an Experimental Instrument as High or Low in Problem-Solving Ability," Dissertation Abstracts Interantional. 32 : 5650-A ; April, 1972.

Gagne, Robert M. The Condition of Learning. New York : Holt, Rinehart and Winston, 1957.

_____. The Condition of Learning. 2nd ed. New York : Holt, Rinehart and Winton. Inc., 1970.

Good, Carter V. Distionary of Education. Edited by Good, Carter V. New York : McGraw-Hill Company, 1959.

Guilford, J.P. The Nature of Human Intelligence. McGraw-Hill, Book Company, 1967.

Guilford, J.P. The Nature of Human Intelligence. McGraw-Hill, Book Company, 1971.

Heining, Ruth Beall. Creative Drama for the Classroom Teacher. Englewood Cliffs, New Jersey ; Prentice-Hall Inc., 1981.

Heinze-fry, JaneAnn. "Evaluation of Conceptmapping as A Tool for Meaningful Education of College Biology Students," Dissertation Abstract International 48 : 95-96-A. ; July, 1987.

Heinze-Fry, J.A. and J.D. Novak. 1990. "Concept mapping Brings Long-Term Movement toward Meaningful Learning" Science Education. 74 : 461-472 ; July, 1990.

- Hudgins, Bryce B. Learning and Thinking : A Primer for Teachers.
Itasca : III, FE Peacock, 1977.
- Ibirogbaka, A.B. 1988. "The Effects of Concept Mapping and
Cognitive Style on Science Achievement". Dissertation
Abstract International. 49 : 1420A ; December, 1988.
- Llausmeier, Herbert J. and Ripple, Richard E. Learning and Human
Abilities : Educational Psychology. 3rd ed. New York : Harper
& Row Publishers, 1971.
- Lehman, J.D., C. Carter and J.B. Kahle. 1985. "Concept Mapping,
Vee Mapping, and Achievement : Results of A Field Study
with Black High School Student". Journal of Research in
Science Teaching. 22 : 663-673 ; October, 1985.
- McDonald, F.J. Education Psychology. San Francisco U.S.A. :
Wadsworth Publishing Co., Inc., 1995.
- Moreira, Maroc A. Concept Maps as Tools for Teaching. Journal of
College Science Teaching. 283-286 L May, 1979.
- Morgan, Cliffert T. "Thinking and Problem Solving," A Brief
Introduction to Psychology. 2nd ed. New Delhi : Tata
McGraw-Hill Co., 1978.
- Novak, J.D. 1976. "Thaching Methods in The Classroom, Laboratory,
and Field". Science Education. 60 : October-December, 1976.
- _____. 1980. handbook For Learning How to Learn Program.
New York : Cornell University.
- Novak, Jcseph D. "Applying Learning Psychology and Philosophy
of Science to Biology Teaching". The American biology
Teacher 43 (I) (January 1981) 12-20.

- Novak, Joseph D., Gowin, D. Bob, and Johansen, Gerard T. "The use of concept Mapping and Knowledge Vee Mapping with Lunior Hight School Science Students," Science Education 67 : 625-645 ; October, 1983.
- Novak, Joseph D., and Gowin, D. Bob. Learning How to Learn. London : Cambridge University Press, 1984.
- Novak, Joseph D., and Tyler, Ralph. Theory of Education. New York : Cornell University Press, 1977.
- Okebukola, P.A. 1990. "Attaining Meaningful Learning of Concepts in Genetics and Ecology : An Examination at the Potency of the Concept-Mapping Technique". Journal of Research in Science Teaching. 27 : 493-504 ; May, 1990.
- Okebukola, P.A. and O.J. Jegede. 1988. "Cognitive Preference and Learning Mode as Determinants of Meaningful Learning Through Concept Mapping," Science Education. 72 : 489-500 ; July, 1988.
- Peterson, R.F. and Treagust, D.F. "Development and Application of a Diagnostic Instrument to Evaluate Grade 11 and 12 Students' concepts of Covalent Bonding and Structure Following a Coures of Instruction." Journal of Research in Science Teaching 26 : 301-314 ; April, 1989.
- Piaget, J. "Cognitive Development in the Child." Journal of Reseaech in Science Teaching. 2 : 176-186 ; July, 1964.
- _____. The Origins of Intelligence in Children. New York : W.W. Norton, 1970.
- Romay, Hilliam D. inquiry Techniques for Teaching Science. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs Yew Jersey : 1968.

Scott, William A and Michael wertheimer introduction to Psychological Research. 4th ed. New York : John Wiley and Son. Inc., 1962.

Shaftel, Fannio T. and George Straftel. Role Playing in the Curriculom. Englewood Cliffs, New Jersey ; Prentice-Hall, Inc., 1982.

Stollburg, R.J. "Problem Solving, The Process Games in Science Teaching," Science Teacher. 23 : 25-228 ; September, 1956.

Sund, Robert B. and Leslie W. Trowbridge. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Second Edition Publishes by Charles E. Merril Publishing Company, 1973.

Sund, Robert S., and Leslie W. Trowbridge. Teaching Seience by Inquiry in the Secondary School. Columbus : A bell and Howell co., 1974.

Talor, Paul Alan. "Concept Learning Using Positive and negative Instances in Learnning the Classification Scheme of Bloom's Taxonomy," Dissertation Abstracts. 29 : 1087A ; March, 1965.

Thorndike, Robert L. "Animal Intelligence," Psychology Monograph, 8 : 2, quoted in Gary A Davis. Psychology of Problen-Solving : Theory and Practice. New York : Basic Book Inc., Publisher, 1965.

Weir, John Joseph. "Problem Solving is Everybody's Problem," The Science Teacher. 4 : 16-18 ; April, 1974.

תרגום

ภาคผนวก ก
ผลการวิเคราะห์

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 7 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านนิมิตเกี่ยวกับการจำแนก ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และทดสอบหลังเรียน (Post-test) ของนักเรียนกลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน (Pre-test) (17 คะแนน)	หลังเรียน (Post-test) (17 คะแนน)	ผลต่าง (D)
1	5	12	7
2	3	12	9
3	6	14	8
4	5	10	5
5	4	8	4
6	7	15	8
7	7	10	3
8	7	10	3
9	3	10	7
10	3	8	5
11	0	6	6
12	6	10	4
13	6	12	6
14	9	11	2
15	6	10	4
16	7	9	2
17	3	10	7
18	6	10	4
19	9	13	4
20	5	11	6

ตาราง 7 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน (Pre-test) (17 คะแนน)	หลังเรียน (Post-test) (17 คะแนน)	ผลต่าง (D)
21	4	10	6
22	7	10	4
23	6	11	5
24	6	12	6
25	6	12	6
26	7	12	5
27	6	10	4
28	8	12	4
29	6	12	6
30	5	7	2

ตาราง 8 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติเกี่ยวกับการจำแนก ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และทดสอบหลังเรียน (Post test) ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน (Pre-test) (17 คะแนน)	หลังเรียน (Post-test) (17 คะแนน)	ผลต่าง (D)
1	8	10	2
2	1	13	12
3	9	14	5
4	3	12	9
5	4	11	7
6	6	12	6
7	5	10	5
8	3	12	9
9	7	13	6
10	6	12	6
11	4	14	10
12	2	12	10
13	8	11	3
14	5	12	6
15	7	13	8
16	6	12	5
17	7	11	5
18	11	15	8
19	6	13	2
20	5	12	6

ตาราง 8 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน (Pre-test) (17 คะแนน)	หลังเรียน (Post-test) (17 คะแนน)	ผลต่าง (D)
21	3	12	9
22	6	9	3
23	4	13	9
24	8	13	5
25	4	14	10
26	5	12	7
27	7	15	8
28	9	15	6
29	7	13	6
30	10	15	5

ตาราง 9 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านเมโนมตีเกี่ยวกับความสัมพันธ์ ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และทดสอบหลังเรียน (Post test) ของนักเรียนกลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน (Pre-test) (31 คะแนน)	หลังเรียน (Post-test) (31 คะแนน)	ผลต่าง (D)
1	9	16	7
2	1	15	14
3	5	15	10
4	13	16	3
5	7	20	13
6	15	23	8
7	11	20	9
8	11	17	6
9	12	20	8
10	5	12	7
11	8	13	5
12	5	8	3
13	9	22	13
14	8	20	12
15	8	20	12
16	6	18	12
17	13	20	7
18	6	15	9
19	16	21	5
20	7	20	13

ตาราง 9 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน (Pre-test) (31 คะแนน)	หลังเรียน (Post-test) (31 คะแนน)	ผลต่าง (D)
21	7	15	8
22	9	22	13
23	5	19	14
24	11	24	13
25	11	21	10
26	14	20	6
27	6	18	12
28	9	18	9
29	8	20	12
30	13	17	4

ตาราง 10 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านนิมิตเกี่ยวกับความสัณฐาน ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และทดสอบหลังเรียน (Post test) ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน (Pre-test) (31 คะแนน)	หลังเรียน (Post-test) (31 คะแนน)	ผลต่าง (D)
1	9	23	14
2	7	25	18
3	7	23	16
4	2	23	21
5	1	23	22
6	4	20	16
7	7	20	13
8	1	22	21
9	5	21	16
10	5	27	22
11	3	24	21
12	4	25	21
13	10	23	13
14	6	19	13
15	8	18	10
16	7	20	13
17	12	20	8
18	3	27	24
19	8	28	20
20	6	22	16

ตาราง 10 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน (Pre-test) (31 คะแนน)	หลังเรียน (Post-test) (31 คะแนน)	ผลต่าง (D)
21	2	21	19
22	12	25	13
23	8	23	15
24	9	23	14
25	2	25	23
26	4	25	21
27	9	26	17
28	12	28	16
29	22	22	13
30	26	26	10

ตาราง 11 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศเกี่ยวกับทฤษฎี ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)

และทดสอบหลังเรียน (Post test) ของนักเรียนกลุ่มควบคุม

ข้อ	ก่อนเรียน (Pre-test)	หลังเรียน (Post-test)	ผลต่าง (D)
	(12 คะแนน)	(12 คะแนน)	
1	4	6	2
2	3	9	6
3	3	9	6
4	3	8	5
5	2	9	7
6	6	9	3
7	5	9	4
8	5	10	5
9	4	8	4
10	2	5	3
11	3	7	4
12	2	6	4
13	16	10	4
14	4	10	6
15	6	8	2
16	3	8	5
17	15	7	2
18	2	9	7
19	7	10	3
20	4	8	4

ตาราง 11 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน (Pre-test) (12 คะแนน)	หลังเรียน (Post-test) (12 คะแนน)	ผลต่าง (D)
21	2	7	5
22	4	10	6
23	3	9	6
24	3	7	4
25	5	10	5
26	5	8	3
27	6	10	4
28	5	11	6
29	4	10	6
30	6	8	2

ตาราง 12 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศเกี่ยวกับทฤษฎี ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)
และทดสอบหลังเรียน (Post test) ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน (Pre-test) (12 คะแนน)	หลังเรียน (Post-test) (12 คะแนน)	ผลต่าง (D)
1	4	6	2
2	3	9	6
3	5	9	6
4	1	8	5
5	3	9	7
6	4	9	3
7	5	9	4
8	2	10	5
9	3	8	4
10	2	5	3
11	4	7	4
12	2	6	4
13	6	10	4
14	3	10	6
15	3	8	2
16	3	8	5
17	6	7	2
18	6	9	7
19	7	10	3
20	3	8	4

ตาราง 12 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน (Pre-test) (12 คะแนน)	หลังเรียน (Post-test) (12 คะแนน)	ผลต่าง (D)
21	5	9	4
22	3	12	9
23	1	12	11
24	7	12	5
25	5	12	7
26	3	11	8
27	5	11	6
28	5	11	6
29	7	11	4
30	4	12	8

ตาราง 13 แสดงคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และทดสอบหลังเรียน (Post test) ของนักเรียนกลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน (Pre-test) (20 คะแนน)	หลังเรียน (Post-test) (20 คะแนน)	ผลต่าง (D)
1	14	18	4
2	13	12	-1
3	18	18	0
4	10	10	0
5	10	14	4
6	15	12	-3
7	19	19	0
8	17	16	-1
9	13	14	1
10	16	14	-2
11	9	10	1
12	10	12	2
13	15	19	4
14	18	19	1
15	14	16	2
16	22	16	-6
17	15	17	2
18	13	20	7
19	14	18	4
20	17	20	3

ตาราง 13 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน (Pre-test) (20 คะแนน)	หลังเรียน (Post-test) (20 คะแนน)	ผลต่าง (D)
21	11	17	6
22	17	20	3
23	14	13	-1
24	18	18	0
25	10	15	5
26	16	20	4
27	17	17	0
28	16	20	4
29	13	15	2
30	12	14	2

ตาราง 14 แสดงคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และทดสอบหลังเรียน (Post test) ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน (Pre-test) (20 คะแนน)	หลังเรียน (Post-test) (20 คะแนน)	ผลต่าง (D)
1	7	17	10
2	17	19	2
3	13	18	5
4	12	19	7
5	8	18	10
6	13	16	3
7	14	18	4
8	14	16	2
9	17	19	2
10	13	18	5
11	13	17	4
12	16	19	3
13	13	18	5
14	9	15	6
15	13	20	2
16	16	18	4
17	10	17	8
18	10	17	7
19	12	16	5
20	11	20	5

ตาราง 14 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน (Pre-test) (20 คะแนน)	หลังเรียน (Post-test) (20 คะแนน)	ผลต่าง (D)
21	9	18	9
22	15	20	5
23	11	19	8
24	15	19	4
25	14	20	6
26	14	18	4
27	11	19	8
28	12	16	4
29	14	19	5
30	12	16	4

ตาราง 15 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ด้านนิเทศทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	46	33	21	48	33
2	48	52	22	42	26
3	56	33	23	73	33
4	78	26	24	65	30
5	51	30	25	59	26
6	72	59	26	70	22
7	75	26	27	21	26
8	72	41	28	80	22
9	80	41	29	76	22
10	76	30	30	56	41
11	28	33	31	74	30
12	78	37	32	69	22
13	58	30	33	69	33
14	55	63	34	48	26
15	75	37	35	33	22
16	78	37	36	46	26
17	75	22	37	55	26
18	66	30	38	65	44
19	58	37	39	24	26
20	48	30	40	74	30

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
41	58	41	51	77	26
42	80	30	52	56	30
43	56	33	53	80	22
44	75	26	54	69	26
45	68	59	55	75	30
46	65	41	56	56	26
47	65	30	57	75	26
48	30	33	58	46	33
49	73	33	59	42	22
50	68	22	60	58	26

การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศทางวิทยาศาสตร์
 เกี่ยวกับการจำแนก โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน

$$\Sigma pq = 3.27$$

$$\Sigma X = 340$$

$$\Sigma X^2 = 8,048$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } S_x^2 &= \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)} \\ S_x^2 &= \frac{100(8,048) - (340)^2}{100(99)} \end{aligned}$$

$$= 10.02$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่าจากสูตร } r_{kk} &= \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\Sigma pq}{S_x^2} \right] \\ &= \frac{100}{99} \left[1 - \frac{3.27}{10.02} \right] \\ &= \frac{100}{99} [1 - 0.33] \\ &= 99 \end{aligned}$$

$$= 1.01 \times 0.67$$

$$\text{แบบทดสอบมีความเชื่อมั่น} = 0.68$$

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์
เกี่ยวกับทฤษฎี โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน

$$\Sigma pq = 2.49$$

$$\Sigma X = 657$$

$$\Sigma X^2 = 5,200$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad S_e^2 &= \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)} \\ &= \frac{100(5,200) - (657)^2}{100(99)} \end{aligned}$$

$$= 8.92$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่าจากสูตร} \quad r_{ee} &= \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\Sigma pq}{S_e^2} \right] \\ &= \frac{100}{99} \left[1 - \frac{2.49}{8.92} \right] \\ &= \frac{100}{99} [1 - 0.28] \end{aligned}$$

$$= 1.01 \times 0.72$$

$$\text{แบบทดสอบมีความเชื่อมั่น} = 0.73$$

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์
 เกี่ยวกับความสัมพันธ์ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน

$$\Sigma pq = 5.75$$

$$\Sigma X = 1,840$$

$$\Sigma X^2 = 35,460$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad S_c^2 &= \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)} \\ &= \frac{100(35,460) - (1,840)^2}{100(99)} \end{aligned}$$

$$= 16.20$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่าจากสูตร} \quad r_{kk} &= \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\Sigma pq}{S_c^2} \right] \\ &= \frac{100}{99} \left[1 - \frac{5.75}{16.20} \right] \\ &= \frac{100}{99} [1 - 0.35] \end{aligned}$$

$$= 1.01 \times 0.65$$

$$\text{แบบทดสอบมีความเชื่อมั่น} = 0.66$$

ตาราง 16 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
วัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	p	r
1	67	37
2	51	30
3	71	22
4	61	26
5	61	26
6	78	63
7	58	41
8	50	48
9	52	44
10	78	30
11	78	33
12	80	22
13	34	30
14	58	22
15	54	30
16	58	37
17	68	44
18	42	48
19	60	37
20	70	33

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเคอร์-ริชาร์ดสัน

$$\Sigma pq = 3.81$$

$$\Sigma X = 1,412$$

$$\Sigma X^2 = 21,390$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad S_e^2 &= \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)} \\ &= \frac{100(21,390) - (1,412)^2}{100(99)} \end{aligned}$$

$$= 14.67$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่าจากสูตร} \quad r_{ee} &= \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\Sigma pq}{S_e^2} \right] \\ &= \frac{100}{99} \left[1 - \frac{3.81}{14.67} \right] \\ &= \frac{100}{99} [1 - 0.26] \end{aligned}$$

$$=$$

$$= 1.01 \times 0.74$$

$$\text{แบบทดสอบมีความเชื่อมั่น} = 0.75$$

ภาคผนวก ข

- แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง สารสังเคราะห์
- เอกสารประกอบการสอนโดยใช้แผนที่โน้มนำ

แผนการสอน

ครั้งที่ 1

เรื่อง มารูจักสารสังเคราะห์กันเกิด

เวลา 3 คาบ (150 นาที)

มโนคติทางวิทยาศาสตร์

สารสังเคราะห์ธรรมชาติเป็นสารสังเคราะห์ที่พืชและสัตว์สังเคราะห์ขึ้น ส่วนสารสังเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์เป็นสารสังเคราะห์ที่มนุษย์สร้างขึ้น โดยการเลียนแบบธรรมชาติ

จุดประสงค์ของกิจกรรม เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

อธิบายความหมายของสารสังเคราะห์ธรรมชาติและสารสังเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหา โดยครูใช้ตัวอย่างวัสดุ เช่น ใบตอง ถุง พลาสติก กระดาษ ผ้า ไม้ ให้นักเรียนเกิดความสนใจ แล้วอภิปรายว่าสิ่งใดมีในธรรมชาติ สิ่งใดที่มนุษย์สร้างขึ้น และมีวิธีการสร้างสิ่งเหล่านั้นมาได้อย่างไร

ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนการสอน

2. ชี้นำเสริมมโนคติพื้นฐาน

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการสังเคราะห์น้ำตาลของพืช ซึ่งพืชจะใช้น้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นวัตถุดิบ คลอโรฟิลล์ช่วยดูดกลืนแสงสว่างทำให้เกิดการรวมตัวทางเคมีได้สารใหม่ที่เรียกว่าน้ำตาลกลูโคส

3. ชี้นำสอน ครูสอนให้นักเรียนเกิดมโนคติ โดยมีลำดับขั้นดังนี้

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาแบบเรียน หรือเอกสารเรื่อง มารูจักสารสังเคราะห์กันเกิด

3.2 ครูอธิบายความหมายของคำว่า "มโนคติ" พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ แล้วให้นักเรียนดูตัวอย่างแผนที่มโนคติ และอธิบายถึงส่วนประกอบต่าง ๆ ของแผนที่มโนคติ

3.3 นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรมมาอภิปราย เพื่อเลือกคำมโนคติที่สำคัญ

3.4 นักเรียนนำคำมโนคติที่ได้มาอภิปราย เพื่อจัดเรียงลำดับจากมโนคติที่มีความหมายกว้าง ไปจนถึงมโนคติที่มีความหมายเฉพาะเจาะจงตามลำดับ

3.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาคำมาเชื่อมโยงแต่ละมโนคติเข้าด้วยกัน เป็นแผนที่มโนคติ บันทึกแผนที่มโนคติที่ได้ให้ครูตรวจในเอกสารหมายเลข 1 แล้วนำไปติดบอร์ดหน้าห้องเรียน

4. ขึ้นสรุปด้วยแผนที่มโนคติ

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย และคัดเลือกแผนที่มโนคติที่นักเรียนสร้างมาอภิปรายร่วมกัน

สื่อการเรียนการสอน

1. ตัวอย่างวัสดุ
2. เอกสารประกอบการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติ
3. แบบเรียนและเอกสารเรื่อง มารูจักสารสังเคราะห์กันเกิด

การประเมินผล

1. สังเกตจากการร่วมมือในการทำกิจกรรมของนักเรียน
2. สังเกตจากการร่วมอภิปรายซักถามและการตอบคำถามของนักเรียน
3. ตรวจเอกสารหมายเลข 1
4. แบบฝึกหัด

แผนการสอน

ครั้งที่ 2

เรื่อง พอลิเมอร์

เวลา 3 คาบ (150 นาที)

มโนคติทางวิทยาศาสตร์

1. พอลิเมอร์เป็นสารสังเคราะห์โมเลกุลใหญ่ เกิดจากการรวมตัวของเคมีของสารโมเลกุลเล็ก ๆ ที่เรียกว่า มอนอเมอร์
2. การจัดรูปร่างโมเลกุลของพอลิเมอร์ทำให้เกิดโครงสร้างของพอลิเมอร์ได้หลายแบบ เป็นสาเหตุให้พอลิเมอร์มีสมบัติแตกต่างกัน

จุดประสงค์ของกิจกรรม เมื่อนักเรียนจบการเรียนรู้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายได้ว่าพอลิเมอร์เกิดจากการรวมตัวของเคมีของมอนอเมอร์
2. บอกได้ว่าโครงสร้างของพอลิเมอร์ที่ต่างกันทำให้พอลิเมอร์มีสมบัติต่างกัน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหา โดยครูใช้คำถามว่า

จากสมการ....โปรตีน เกิดจากการรวมตัวของสารใด และสารใดจัดเป็นสารโมเลกุลยักษ์ (พอลิเมอร์)

$$\text{กรดอะมิโน} + \text{กรดอะมิโน} + \text{กรดอะมิโน} + \dots \longrightarrow \text{โปรตีน}$$

ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้การสอน

2. ชี้นำเสริมมโนคติพื้นฐาน

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับสารสังเคราะห์ธรรมชาติ และสารสังเคราะห์วิทยาศาสตร์

3. ชี้นำสอน ครูสอนให้นักเรียนเกิดมโนคติต่าง ๆ โดยมีลำดับขั้นดังนี้

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาแบบเรียน หรือเอกสารเรื่อง พอลิเมอร์

3.2 ครูทบทวนความหมายของคำว่า "มโนคติ" แล้วให้นักเรียนยกตัวอย่างคำมโนคติที่เป็นวัตถุหรือเหตุการณ์ จากเนื้อหาเรื่องพอลิเมอร์

3.3 นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรมมาอภิปรายเพื่อเลือกคำมโนคติที่สำคัญ

3.4 นักเรียนนำคำมโนคติที่ได้มาอภิปรายเพื่อจัดเรียงลำดับ จากมโนคติที่มีความหมายกว้าง ไปจนถึงมโนคติที่มีความหมายเฉพาะเจาะจงตามลำดับ

3.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาคำมาเชื่อมโยงแต่ละมโนคติเข้าด้วยกัน เป็นแผนที่มโนคติ บันทึกแผนที่มโนคติที่ได้ให้ครูตรวจในเอกสารหมายเลข 1 แล้วนำไปติดบอร์ดหน้าห้องเรียน

4. ขั้นสรุปด้วยแผนที่มโนคติ

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย และคัดเลือกแผนที่มโนคติที่นักเรียนสร้างมาอภิปรายร่วมกัน

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. เอกสารประกอบการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติ
2. แบบเรียน และเอกสารเรื่อง พอลิเมอร์

การประเมินผล

1. สังเกตจากการร่วมมือในการทำกิจกรรมของนักเรียน
2. สังเกตจากการร่วมอภิปรายซักถามและการตอบคำถามของนักเรียน
3. ตรวจเอกสารหมายเลข 1
4. แบบฝึกหัด

แผนการสอน

ครั้งที่ 3

เรื่อง พลาสติก

เวลา 5 คาบ (250 นาที)

มโนคติทางวิทยาศาสตร์

1. พลาสติกเป็นสารสังเคราะห์ประเภทพอลิเมอร์มีลักษณะอ่อนตัวเมื่อถูกความร้อนสามารถผลิตเป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้ โดยใช้น้ำมันแบบ
2. นักวิทยาศาสตร์ใช้ความร้อนทดสอบสมบัติพลาสติก ได้แบ่งพลาสติกออกเป็นเทอร์โมพลาสติก และเทอร์โมเซต
3. การผลิตเครื่องใช้พลาสติกเป็นการนำวัตถุดิบพวกพลาสติกผง พลาสติกเม็ด พลาสติกเหลว มาผลิตโดยกรรมวิธีต่าง ๆ เช่น การหล่อแบบ การฉีดเข้าแบบ การอัดแบบลมเป่า การอัดแบบต่อเนื่อง การรีด การอัดแผ่น
4. ยางเทียม ซิลิโคน เป็นสารสังเคราะห์ที่ไม่ใช่พลาสติก
5. ปัญหาที่เกิดจากการใช้พลาสติกที่สำคัญ เป็นการกำจัดพลาสติกที่ใช้แล้ว และอันตรายที่เกิดจากสารพลาสติกละลายเจือปนมากับอาหาร

จุดประสงค์ของกิจกรรม เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของคำว่าพลาสติกได้
2. ทดลองและสังเคราะห์พลาสติกบางชนิดได้
3. แบบแหล่งวัตถุดิบในธรรมชาติที่นำมาผลิตพลาสติกได้
4. ทดสอบสมบัติของพลาสติก และแบ่งประเภทของพลาสติกได้
5. อธิบายกรรมวิธีการผลิตเครื่องใช้พลาสติกได้อย่างถูกต้อง พร้อมทั้งยกตัวอย่างผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ผลิตด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ ได้
6. อธิบายได้ว่ายางเทียม และซิลิโคน เป็นสารสังเคราะห์ที่ไม่ใช่พลาสติก
7. อธิบายได้ว่าปัญหาจากการใช้พลาสติกก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม และเป็นพิษต่อมนุษย์

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหา โดยครูใช้ตัวอย่างวัสดุที่ทำจากพลาสติก เช่น ดอกไม้ ของเล่น ให้นักเรียนเกิดความสนใจ และอธิบายวิธีการทดลองที่ 1 การสังเคราะห์พลาสติก การทดลองที่ 2 สมบัติบางประการของพลาสติก การทดลองที่ 3 ที่ระลึกสำหรับคุณ และบอกข้อควรระวังในแต่ละการทดลอง

ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้การสอน

2. ชี้นำเสริมมนมลิพื้นฐาน

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับพอลิเมอร์

3. ชี้นำสอน ครูสอนให้นักเรียนเกิดมนมลิ โดยมีลำดับขั้นดังนี้

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาแบบเรียน หรือเอกสารเรื่องพลาสติก ทำการทดลองที่ 1 การสังเคราะห์พลาสติก การทดลองที่ 2 สมบัติบางประการของพลาสติก การทดลองที่ 3 ที่ระลึกสำหรับคุณ และบอกข้อควรระวังในแต่ละการทดลอง

3.2 ครูทบทวนความหมายของคำว่า "มนมลิ" แล้วให้นักเรียนยกตัวอย่างคำมนมลิที่เป็นวัตถุหรือเหตุการณ์ จากเนื้อหาเรื่องพลาสติก

3.3 นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรมมาอภิปรายเพื่อเลือกคำมนมลิที่สำคัญ

3.4 นักเรียนนำคำมนมลิที่ได้มาอภิปรายเพื่อจัดเรียงลำดับ จากมนมลิที่มีความหมายกว้าง ไปจนถึงมนมลิที่มีความหมายเฉพาะเจาะจงตามลำดับ

3.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาคำมาเชื่อมโยงแต่ละมนมลิเข้าด้วยกัน เป็นแผนที่มนมลิ บันทึกแผนที่มนมลิที่ได้ให้ครูตรวจในเอกสารหมายเลข 1 แล้วนำไปติดบอร์ดหน้าห้องเรียน

4. ชี้นำสรุปด้วยแผนที่มนมลิ

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย และคัดเลือกแผนที่มนมลิที่นักเรียนสร้างมาอภิปรายร่วมกัน

สื่อการเรียนการสอน

1. ตัวอย่างวัสดุที่ทำจากพลาสติก
2. วัสดุที่ต้องการใส่ในพลาสติก ตัวอย่างชิ้นพลาสติก และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง
3. เอกสารประกอบการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติ
4. แบบเรียน และเอกสารเรื่องพลาสติก

การประเมินผล

1. สังเกตจากการร่วมมือในการทำกิจกรรมของนักเรียน
2. สังเกตจากการร่วมอภิปรายซักถามและการตอบคำถามของนักเรียน
3. สังเกตทักษะการปฏิบัติการทดลอง
4. ตรวจเอกสารหมายเลข 1
5. แบบฝึกหัด

แผนการสอน

ครั้งที่ 4

เรื่อง เส้นใยสังเคราะห์

เวลา 5 คาบ (250 นาที)

มโนคติทางวิทยาศาสตร์

1. วัสดุประเภทเส้นใยที่ใช้กันในอุตสาหกรรมสิ่งทอปัจจุบันมีทั้งเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์
2. เส้นใยสังเคราะห์ผลิตได้จากวัตถุดิบในธรรมชาติประเภทเยื่อไม้ น้ำมันสัตว์ และสารเคมีที่ได้จากอุตสาหกรรมปิโตรเลียม ถ่านหินและสินแร่ต่าง ๆ
3. เส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ต่างก็มีสมบัติที่เป็นข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน เรานำเฉพาะคุณสมบัติที่ดีมาใช้ประโยชน์
4. การนำวัสดุประเภทเส้นใยมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ส่วนใหญ่นำมาใช้ในรูปผลิตภัณฑ์สิ่งทอประเภทเสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่มซึ่งทอจากเส้นใยธรรมชาติหรือเส้นใยสังเคราะห์อย่างเดียว หรือนำเส้นใยธรรมชาติกับเส้นใยสังเคราะห์ทอรวมกันเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่สนองความต้องการของมนุษย์ได้มากที่สุด

จุดประสงค์ของกิจกรรม เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายรายละเอียดของเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ได้
2. ทดลองและสรุปหลักการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ได้
3. ทดลองและสรุปสมบัติของเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ได้
4. อธิบายการนำเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์มาใช้ประโยชน์ได้
5. อธิบายได้ว่ายางเทียม และซิลิโคน เป็นสารสังเคราะห์ที่ไม่ใช่พลาสติก

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหา โดยครูใช้วังไหม ให้นักเรียนเกิดความสนใจ และอธิบายวิธีการทดลองที่ 4 การผลิตเส้นใย การทดลองที่ 5 สมบัติบางประการของเส้นใย และบอกข้อควรระวังในแต่ละการทดลอง

ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้การสอน

2. ขั้นเสริมมโนคติพื้นฐาน

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับหลักการและกระบวนการในการสังเคราะห์พลาสติก

3. ขั้นสอน ครูสอนให้นักเรียนเกิดมโนคติ โดยมีลำดับขั้นดังนี้

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาแบบเรียน หรือเอกสารเรื่องพลาสติก ทำการทดลองที่ 4 การผลิตเส้นใย และการทดลองที่ 5 สมบัติบางประการของเส้นใย

3.2 ครูทบทวนความหมายของคำว่า "มโนคติ" แล้วให้นักเรียนยกตัวอย่างคำมโนคติที่เป็นวัตถุหรือเหตุการณ์ จากเนื้อหาเรื่องเส้นใยสังเคราะห์

3.3 นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรมมาอภิปรายเพื่อเลือกคำมโนคติที่สำคัญ

3.4 นักเรียนนำคำมโนคติที่ได้มาอภิปรายเพื่อจัดเรียงลำดับ จากมโนคติที่มีความหมายกว้าง ไปจนถึงมโนคติที่มีความหมายเฉพาะเจาะจงตามลำดับ

3.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาคำมาเชื่อมโยงแต่ละมโนคติเข้าด้วยกัน เป็นแผนที่มโนคติ บันทึกแผนที่มโนคติที่ได้ให้ครูตรวจในเอกสารหมายเลข 1 แล้วนำไปติดบอร์ดหน้าห้องเรียน

4. ขั้นสรุปด้วยแผนที่มโนคติ

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย และคัดเลือกแผนที่มโนคติที่นักเรียนสร้างมาอภิปรายร่วมกัน

สื่อการเรียนการสอน

1. ริงไทม

2. ปุ๋ยป่ายหรือสำลี ผ้าตัวอย่าง และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3. เอกสารประกอบการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติ

4. แบบเรียนและเอกสารเรื่อง เส้นใยสังเคราะห์

การประเมินผล

1. สังเกตจากการร่วมมือในการทำกิจกรรมของนักเรียน
2. สังเกตจากการร่วมอภิปรายซักถามและการตอบคำถามของนักเรียน
3. สังเกตทักษะการปฏิบัติการทดลอง
4. ตรวจเอกสารหมายเลข 1
5. แบบฝึกหัด

แผนการสอน

ครั้งที่ 5

เรื่อง สารซักล้างประเภทสบู่และผงซักฟอก

เวลา 5 คาบ (150 นาที)

มโนคติทางวิทยาศาสตร์

1. สบู่เป็นเกลือโซเดียมของกรดไขมัน ได้จากปฏิกิริยาระหว่างไขมันสัตว์หรือน้ำมันพืชกับสารละลายเบส ส่วนผงซักฟอกเป็นเกลือโซเดียมของกรดซัลโฟนิกได้จากปฏิกิริยาระหว่างกรดซัลโฟนิกกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
2. ผงซักฟอกเป็นสารซักล้าง ซึ่งนำมาใช้แทนสบู่ในสื่อบุคคลปัจจุบันเพราะมีความเป็นเบสมากกว่าสบู่และในกระบวนการผลิตผงซักฟอกมีการเติมสารประกอบฟอสเฟต ซึ่งช่วยกำจัดสารที่ทำให้น้ำกระด้างให้ตกตะกอนได้ ทำให้มีสมบัติในการซักล้างได้ดีกว่าสบู่
3. โครงสร้างของสบู่และผงซักฟอกมีความคล้ายกันซึ่งประกอบด้วยส่วนที่แตกตัวเป็นไอออนและส่วนที่ไม่แตกตัว โดยส่วนที่ไม่แตกตัวจะละลายได้ในไขมันส่วนที่แตกตัวได้จะละลายน้ำแต่ไม่ละลายในไขมัน
4. สบู่และผงซักฟอกช่วยให้เสื้อผ้าสะอาดได้โดยส่วนที่แตกตัวเป็นไอออนและส่วนที่ไม่แตกตัวเป็นไอออนของสบู่และผงซักฟอกจะช่วยทำให้น้ำและน้ำมันรวมตัวกันได้จึงทำให้คราบไขมันในเสื้อผ้าหลุดออก
5. การเลือกใช้ผงซักฟอกต้องคำนึงถึงประเภทของผงซักฟอกที่ผลิตขึ้นมาว่าใช้กับสิ่งใดและส่วนประกอบของผงซักฟอกตรงตามกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
6. การใช้ผงซักฟอกมีผลต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อเทน้ำทิ้งที่ได้จากการซักล้างลงสู่แหล่งน้ำต่าง ๆ อาจจะทำให้น้ำเน่าเสียได้เนื่องจากมีสารประกอบฟอสเฟตซึ่งเป็นสารอาหารที่สำคัญของพืช

จุดประสงค์ของกิจกรรม เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. ทดลองและสรุปสมบัติของสบู่ และผงซักฟอกได้
2. อธิบายโครงสร้างของสบู่และผงซักฟอกได้
3. อธิบายวิธีการขจัดสิ่งสกปรกออกจากเสื้อผ้าของสบู่และผงซักฟอกได้
4. เลือกใช้ผงซักฟอกได้อย่างมีคุณภาพ

5. อธิบายได้ว่าผงซีกฟอกก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหา โดยครูใช้ตัวอย่างสบู่และผงซีกฟอกเพื่อดึงดูดให้นักเรียนเกิดความสนใจ และอธิบายวิธีการทดลองที่ 6 สมบัติบางประการของสบู่และผงซีกฟอก และบอกข้อควรระวังในการทดลอง

ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้การสอน

2. ชี้นำเสริมมโนคติพื้นฐาน

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับความเป็นกรดเป็นเบสของสารและการใช้กระดาษอินดิเคเตอร์

3. ชี้นำสอน ครูสอนให้นักเรียนเกิดมโนคติ โดยมีลำดับขั้นดังนี้

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาแบบเรียน หรือเอกสารเกี่ยวกับการซักล้างประเภทสบู่และผงซีกฟอก และทำการทดลองที่ 6 สมบัติบางประการของสบู่และผงซีกฟอก

3.2 ครูทบทวนความหมายของคำว่า "มโนคติ" แล้วให้นักเรียนยกตัวอย่างคำมโนคติที่เป็นวัตถุหรือเหตุการณ์ จากเนื้อหาเรื่องสารซักล้างประเภทสบู่และผงซีกฟอก

3.3 นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรมมาอภิปรายเพื่อเลือกคำมโนคติที่สำคัญ

3.4 นักเรียนนำคำมโนคติที่ได้มาอภิปรายเพื่อจัดเรียงลำดับ จากมโนคติที่มีความหมายกว้าง ไปจนถึงมโนคติที่มีความหมายเฉพาะเจาะจงตามลำดับ

3.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาคำมาเชื่อมโยงแต่ละมโนคติเข้าด้วยกัน เป็นแผนที่มโนคติ บันทึกแผนที่มโนคติที่ได้ให้ครูตรวจในเอกสารหมายเลข 1 แล้วนำไปติดบอร์ดหน้าห้องเรียน

4. ชี้นำสรุปด้วยแผนที่มโนคติ

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย และคัดเลือกแผนที่มโนคติที่นักเรียนสร้างมาอภิปรายร่วมกัน

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. ตัวอย่างสับและผงซักฟอก
2. น้ำมันพืช อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง
3. เอกสารประกอบการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติ
4. แบบเรียนและเอกสารเรื่อง สารซักล้างประเภทสับและผงซักฟอก

การประเมินผล

1. สังเกตจากการร่วมมือในการทำกิจกรรมของนักเรียน
2. สังเกตจากการร่วมอภิปรายซักถามและการตอบคำถามของนักเรียน
3. สังเกตทักษะการปฏิบัติการทดลอง
4. ตรวจเอกสารหมายเลข 1
5. แบบฝึกหัด

แผนการสอน

ครั้งที่ 6

เรื่อง บทบาทของสารสังเคราะห์ในชีวิตประจำวัน

เวลา 1 คาบ (50 นาที)

มโนคติทางวิทยาศาสตร์

สารสังเคราะห์มีอิทธิพลต่อมนุษย์มาก ในชีวิตประจำวันจะต้องมีกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสารสังเคราะห์เสมอ

จุดประสงค์ของกิจกรรม เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

บทบาทของสารสังเคราะห์ที่มีต่อมนุษย์ได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหา โดยครูใช้คำถามในชีวิตประจำวันของนักเรียน ใช้สารสังเคราะห์ชนิดใดบ้าง

ครูจึงจุดประสงค์การเรียนการสอน

2. ชี้นำเสริมมโนคติพื้นฐาน

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความหมายของคำว่า "สารสังเคราะห์" "วัสดุสังเคราะห์" และ "ผลิตภัณฑ์" มีความเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

3. ชี้นำสอน ครูสอนให้นักเรียนเกิดมโนคติ โดยมีลำดับขั้นดังนี้

- 3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาแบบเรียน หรือเอกสารเกี่ยวกับบทบาทของสารสังเคราะห์
- 3.2 ครูทบทวนความหมายของคำว่า "มโนคติ" แล้วให้นักเรียนยกตัวอย่างคำมโนคติที่เป็นวัตถุหรือเหตุการณ์ จากเนื้อหาเรื่องบทบาทของสารสังเคราะห์ในชีวิตประจำวัน
- 3.3 นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรมมาอภิปรายเพื่อเลือกคำมโนคติที่สำคัญ

3.4 นักเรียนนำคำมโนคติที่ได้มาอภิปรายเพื่อจัดเรียงลำดับ จากมโนคติที่มีความหมายกว้าง ไปจนถึงมโนคติที่มีความหมายเฉพาะเจาะจงตามลำดับ

3.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาคำมาเชื่อมโยงแต่ละมโนคติเข้าด้วยกัน เป็นแผนที่มโนคติ บันทึกแผนที่มโนคติที่ได้ให้ครูตรวจในเอกสารหมายเลข 1 แล้วนำไปติดบอร์ดหน้าห้องเรียน

4. ขึ้นสรุปด้วยแผนที่มโนคติ

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย และคัดเลือกแผนที่มโนคติที่นักเรียนสร้างมาอภิปรายร่วมกัน

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. เอกสารประกอบการสอนโดยใช้แผนที่มโนคติ
2. แบบเรียนและเอกสารเรื่อง บทบาทของสารสังเคราะห์ในชีวิตประจำวัน

การประเมินผล

1. สังเกตจากการร่วมมือในการทำกิจกรรมของนักเรียน
2. สังเกตจากการร่วมอภิปรายซักถามและการตอบคำถามของนักเรียน
3. สังเกตทักษะการปฏิบัติการทดลอง
4. แบบฝึกหัด

ตัวอย่าง

เอกสารประกอบการสอนโดยใช้นิทานที่มีโนมดิ
เรื่อง สารซีกล่างประเภทสลับและผงซีกฟอก

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้การสอน
2. ศึกษาแบบเรียนหรือเอกสารเรื่อง สารซีกล่างประเภทสลับและผงซีกฟอก
3. ทำการทดลองที่ 6
4. ทำแบบประเมินตนเอง สำหรับการทดลองที่ 6
5. สมาชิกภายในกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อเลือกคำโนมดิที่สำคัญของกิจกรรม
6. นำคำโนมดิที่ได้มาจัดเรียงลำดับ
7. หากมาเชื่อมโยงแต่ละมโนมดิเข้าด้วยกันเป็นแผนที่มีโนมดิ บันทึกลงในเอกสารหมายเลข 1 ส่งให้ครูตรวจแล้วนำไปติดบอร์ดหน้าห้องเรียน

สารซักล้างประเภทสบู่และผงซักฟอก

เสื้อผ้าที่เราสวมใส่กันทุกวันนี้มีสิ่งสกปรกเปื้อนอะเปื้อนหลายชนิดที่มันมากที่สุดได้แก่ เหงื่อไคลรองลงมาก็คือฝุ่นละออง ไขมันในเหงื่อมีไขมันเกลือแร่และน้ำเป็นส่วนประกอบ สิ่งเหล่านี้จะซึมเข้าไปในเสื้อผ้า ดังนั้นการทำเสื้อผ้าให้สะอาดก็จะต้องทำให้สิ่งสกปรกนั้นหลุดออกไป โดยเฉพาะไขมันที่ซึมเข้าไปในเนื้อผ้า ในสมัยโบราณใช้ขี้เถ้าทำความสะอาดเสื้อผ้า ต่อมาใช้สบู่และปัจจุบันมีการผลิตสบู่

สบู่ (Soap)

สบู่เป็นสารอินทรีย์ชนิดหนึ่งซึ่งสารประกอบประเภทเกลือ ทำจากไขมันสัตว์หรือน้ำมันพืช นำไปต้มกับสารละลายเบส เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือโพตัสเซียมไฮดรอกไซด์ ดังนั้นสบู่จึงเป็นเกลือโซเดียมหรือโพตัสเซียมของกรดไขมัน การทำสบู่ให้เป็นก้อนทำได้โดยใส่เกลือแกงลงไปในขณะที่กำลังเตรียมสบู่ เกลือแกงจะช่วยทำให้สารสบู่มารวมกันเป็นก้อนแข็ง

สารประกอบสบู่มีชื่อเรียกต่าง ๆ กันไปแล้วแต่ว่าสบู่ที่ผลิตมาจากไขมันและเบสชนิดใด เช่น โซเดียมสเตียเรต โซเดียมโอเลเอต เป็นต้น

ชนิดของสบู่

สบู่ที่ใช้กันอยู่ในชีวิตประจำวันมีอยู่หลายชนิดดังนี้

1. สบู่ก้อน ผลิตจากไขมันที่มีคุณภาพดีและผสมสารปรุงแต่งบางชนิดลงไป เช่น สี น้ำหอม สารเพิ่มฟอง สารบำรุงผิว เป็นต้น
2. สบู่ยา เป็นสบู่ที่ใส่สารฆ่าเชื้อโรคเข้าไป เช่น สมุนไพรมีฤทธิ์เป็นสบู่ที่ใช้ฟอกตัว เพื่อรักษาโรคผิวหนังบางชนิด ส่วนใหญ่มีราคาแพงกว่าสบู่ก้อน
3. สบู่ซักล้าง ผลิตจากไขมันที่มีคุณภาพต่ำนำมาใช้ในการล้างภาชนะ หรือซักเสื้อผ้า เช่น สบู่เหลือง สบู่กรด เป็นต้น
4. สบู่ใส มีลักษณะเป็นก้อนใสใช้สำหรับล้างหน้ากำจัดสิวฝ้าเช่นเดียวกับสบู่ยา
5. สบู่ก้อน เป็นสบู่ชนิดเหลวซึ่งส่วนใหญ่ผลิตจากน้ำมันละหุ่ง ผสมกับน้ำมันมะพร้าวต้มกับสารละลายโพตัสเซียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ซักเสื้อผ้า และล้างภาชนะ

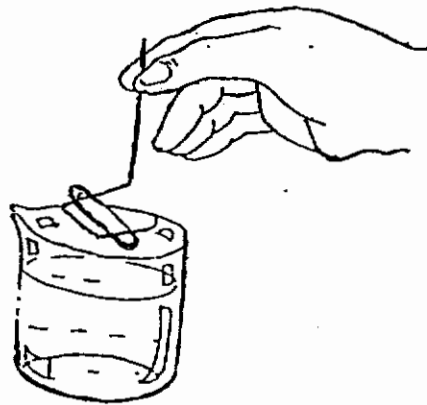
ผงซักฟอก (Detergent)

นักวิทยาศาสตร์สังเคราะห์ผงซักฟอกขึ้นมาใช้แทนสบู่มีประสิทธิภาพในการซักล้างได้ดีกว่าสบู่ ปัจจุบันจึงนิยมใช้ผงซักฟอกกันอย่างแพร่หลาย ทั้งสบู่และผงซักฟอกเป็นสารซักล้างเหมือนกัน แต่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาจากการทดลองต่อไปนี้

การทดลองที่ 6 สมบัติบางประการของสบู่และผงซักฟอก

จุดประสงค์การทดลอง

สรุปคุณสมบัติของสบู่และผงซักฟอกได้



วิธีทำ ตอนที่ 1

1. นำปิเกอร์ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร มา 3 ใบ แต่ละใบใส่น้ำลงไปครึ่งหนึ่ง
2. นำคลิบทึบกระดาษมา 3 ตัว วางตัวที่ 1 ลงบนเส้นลวดที่ปลายข้างหนึ่งงอ ดังรูป
ค้อย ๆ วางปลายลวดลงบนผิวน้ำในปิเกอร์ใบที่ 1 แล้วค้อย ๆ ดึงเส้นลวดออกทำเช่นเดียวกัน
กับคลิบทัวที่ 2 และ 3 ในปิเกอร์ใบที่ 2 และ 3 สังเกตและบันทึกผล
3. หยดน้ำสบู่และผงซักฟอกอย่างละ 1-2 หยด ลงข้างของด้านในของปิเกอร์ใบที่ 2
และที่ 3 ตามลำดับ สังเกตและบันทึกผล
4. ในกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ วัดค่า pH ของสารละลายในปิเกอร์ที่ 1, 2
และ 3 สังเกตแล้วบันทึกผล

อุปกรณ์และสารเคมี ตอนที่ 1

รายการ	จำนวนต่อ 1 กลุ่ม
1. กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์	2 cm
2. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm ³	3 ใบ
3. หลอดหยด	2 อัน
4. คลิปหนีบกระดาษ	4 อัน
5. น้ำสบู่	5 cm ³
6. น้ำผงซักฟอก	5 cm ³
7. น้ำกลั่น	20 cm ³

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ชนิดของสาร	pH	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้
น้ำ		
น้ำ + น้ำสบู่		
น้ำ + น้ำผงซักฟอก		

วิธีทำ ตอนที่ 2

1. ใช้หลอดทดลอง 6 หลอด แต่ละหลอดใส่น้ำ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วหยดน้ำมันลงไปในน้ำ 10 หยดทุกหลอด เขย่า สังเกตและบันทึกผล
2. เติมน้ำสบู่ลงในหลอดที่ 2 และ 5 เติมน้ำผงซักฟอกลงในหลอดที่ 3 และ 6 หลอดละ 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่า สังเกตและบันทึกผล
3. เติมน้ำละลายเกลือแมกนีเซียมหรือเกลือแคลเซียมลงในหลอดที่ 4, 5 และ 6 หลอดละ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่า สังเกตและบันทึกผล

อุปกรณ์และสารเคมี ตอนที่ 2

รายการ	จำนวนต่อ 1 กลุ่ม
1. หลอดทดลองขนาดกลาง	6 หลอด
2. หลอดฉีดยา	3 อัน
3. น้ำมะนาว	3 cm ³
4. สารละลายเกลือแคลเซียม 1%	3 cm ³
5. น้ำสบู่	6 cm ³
6. น้ำผงซักฟอก	6 cm ³

ตารางบันทึกผลการทดลอง

หลอดที่	สารในหลอดทดลอง	การเปลี่ยนแปลงของสารละลาย ภายหลังจากเขย่าหลอดทดลอง
1	น้ำ + น้ำมัน	
2	น้ำ + น้ำมัน + น้ำสบู่	
3	น้ำ + น้ำมัน + น้ำผงซักฟอก	
4	น้ำ + น้ำมัน + สารละลายเกลือ	
5	น้ำ + น้ำมัน + น้ำสบู่ + สารละลายเกลือ	
6	น้ำ + น้ำมัน + น้ำผงซักฟอก + สารละลายเกลือ	

กิจกรรมสำหรับการทดลองที่ 6

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม น้ำสบู่ ผงซักฟอก และน้ำมันพืชมาจากบ้านอย่างละพอประมาณ
โดยให้แบ่งกันน้ำสบู่และผงซักฟอกมาหลาย ๆ ชนิด เพื่อจะได้ทดสอบดูว่า ผงซักฟอกแต่ละชนิด
มีคุณสมบัติเหมือนกันหรือแตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1. สำหรับการทดลองตอนที่ 1 ต้องระมัดระวังอย่างให้เกิดการสิ้นสะท้อนที่ผิวน้ำ เพราะจะทำให้คลิบหนีบกระดาษจมลง
2. สำหรับการทดลองตอนที่ 1 เมื่อทดลองใส่น้ำสบู่น้ำและน้ำผงซักฟอกลงไปข้างขอบด้านในของปีกเกอร์ ปีกเกอร์อีกใบหนึ่งที่ยังมีคลิบหนีบกระดาษลอยอยู่ ให้ลองใส่น้ำลงไปข้างขอบด้านในการปีกเกอร์ดูว่าจะเกิดผลอย่างไร

แบบประเมินตนเองสำหรับการทดลองที่ 6,

คำชี้แจง ให้นักเรียนดูว่านักเรียนได้กระทำสิ่งต่อไปนี้หรือไม่ ถ้านักเรียนทำให้เขียนเครื่องหมาย
J ในช่องคำว่า "ปฏิบัติ" ถ้าไม่ได้ทำให้เขียนเครื่องหมายในช่องคำว่า "ไม่ปฏิบัติ"

ลำดับที่	รายการ	ปฏิบัติ	ไม่ปฏิบัติ
1.	นักเรียนใช้กระดาษลิตมัสอินดิเคเตอร์วัดค่า pH ของสารละลายแล้วนำมาเทียบสีค่าความเป็นกรด เป็นเบส		
2.	นักเรียนได้ทดลองหยดน้ำลงข้างขอบด้านในของปีกเกอร์ขณะที่มีคลิบหนีบกระดาษลิตมัสอยู่ เพื่อศึกษาว่าคลิบหนีบกระดาษจะจมหรือไม่		
3.	นักเรียนควบคุมปริมาณหยดของผงซักฟอกและสบู่ ให้มีขนาดใกล้เคียงกัน		
4.	นักเรียนเขย่าหลอดทดลองโดยจับปากหลอดด้วยมือขวาแล้วเขย่าให้กันหลอดทดลองกระทบกับฝ่ามือซ้าย		
5.	นักเรียนได้สังเกตการเปลี่ยนแปลงอย่างละเอียดแล้วนำผลที่สังเกตได้มาบันทึกผลการทดลอง		
6.	นักเรียนล้างอุปกรณ์ที่ทำทำการทดลองจนสะอาดทุกชิ้น		
7.	นักเรียนได้นำอุปกรณ์ทุกชิ้นเก็บเข้าที่เดิม		
8.	นักเรียนได้ร่วมกับกลุ่มของตนเองทำการทดลองทุกขั้นตอน ไม่เอาเปรียบผู้อื่น		
9.	นักเรียนมีความซื่อสัตย์ในการบันทึกผลการทดลองโดยไม่ลอกผลการทดลองของกลุ่มอื่น		
10.	นักเรียนบันทึกผลการทดลองลงสมุดเสร็จในควบ เรียงและส่งครูตรวจ ได้ทันตามเวลา		
รวมคะแนนได้			

สบู่และผงซักฟอกช่วยให้ผ้าสะอาดได้อย่างไร

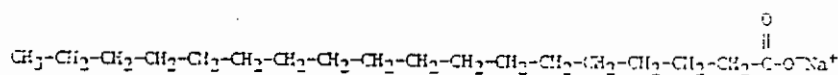
สิ่งสกปรกที่อยู่บนเสื้อผ้าชิ้นส่วนใหญ่นั้นก็คือคราบสกปรกและไขมันจากร่างกายของเรานั้นเอง เพราะฉะนั้นถ้าต้องการให้เสื้อผ้าสะอาดก็ต้องขจัดไขมันออกจากเสื้อผ้า ซึ่งทำได้โดยใช้สบู่หรือผงซักฟอกต่อไปนี้

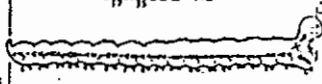
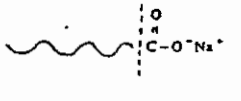
โครงสร้างของสบู่

สบู่มีส่วนประกอบ 2 ส่วนคือ

1. ส่วนที่สามารถแตกตัวเป็นไอออน เป็นส่วนที่ละลายได้ในน้ำ แต่ไม่ละลายในไขมัน ไอออน คือส่วนของอะตอมของธาตุหรือโมเลกุลของสารประกอบที่มีประจุไฟฟ้า
2. ส่วนที่ไม่แตกตัวเป็นส่วนที่ไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ในไขมัน ซึ่งเป็นส่วนที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน กับไฮโดรเจน เกาะตัวกันเป็นสายยาว

ตัวอย่างของสบู่ชนิดหนึ่ง คือ โซเดียมสเตียเรต มีสูตรเคมีดังนี้ $C_{17}H_{35}COO^- Na^+$



รายการ	สบู่ (โซเดียมสเตียเรต)
สูตรเคมี	$C_{17}H_{35}COO^-Na^+$
สูตรโครงสร้าง	
โครงสร้างไอออนอย่างง่าย	
	ส่วนที่ไม่แตกตัว ส่วนที่แตกตัว

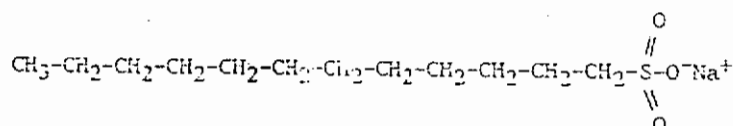
ส่วนประกอบด้วยคาร์บอนกับไฮโดรเจนเกาะตัวกันเป็นสายยาวนั้นคือส่วนที่ไม่แตกตัวสามารถสบู่ที่ผลิตจากไขมันจากสัตว์ เช่นวัว ควาย แกะ เป็นสบู่ที่ช่วยทำความสะอาดได้ดีมาก แต่มีข้อเสียคือค่อนข้างแข็ง ไม่ค่อยละลายน้ำ ส่วนสบู่ที่ผลิตจากน้ำมันพืช เช่น น้ำมันมะพร้าว น้ำมันถั่ว เป็นสบู่ที่ละลายน้ำได้ดีค่อนข้างอ่อน เมื่อถูกน้ำจะทำให้เนื้อสบู่นิ่มและ ดังนั้นในการผลิตสบู่เพื่อให้เนื้อนุ่ม ความแข็งแรงพอเหมาะจึงใช้ไขมันจากพืชและไขมันจากสัตว์ผสมกัน

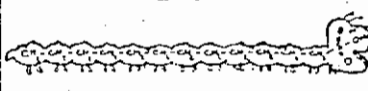
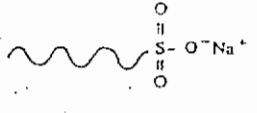
โครงสร้างของผงซักฟอก

ผงซักฟอกมีส่วนประกอบ 2 ส่วน เช่นเดียวกับสบู่คือ

1. ส่วนที่สามารถแตกตัวเป็นไอออน เป็นสารที่ละลายได้ในน้ำแต่ไม่ละลายในไขมัน ประกอบด้วยอะตอมของธาตุกำมะถันออกซิเจนและโซเดียม
2. ส่วนที่ไม่แตกตัว เป็นส่วนที่ละลายได้ในน้ำมัน แต่ไม่ละลายน้ำ ประกอบด้วยอะตอมของคาร์บอนกับไฮโดรเจนเกาะตัวกันเป็นสายยาว

ตัวอย่างหนึ่งของผงซักฟอกก็คือ โซเดียมคอริลซัลเฟต มีสูตรเคมีดังนี้ $C_{12}H_{25}COO_3Na +$



รายการ	ผงซักฟอก (โซเดียมคอริลซัลเฟต)
สูตรเคมี	$C_{12}H_{25}SO_3Na^+$
สูตร โครงสร้าง	
โครงสร้าง ไอออน อย่างง่าย	
	ส่วนที่ไม่แตกตัว ส่วนที่แตกตัว

จากโครงสร้างของสบู่และผงซักฟอก นักเรียนจะเห็นว่า สาเหตุที่สบู่และผงซักฟอกทำให้น้ำและน้ำมันรวมเป็นเนื้อเดียวกันได้ คือเมื่อเราทดลองนำน้ำกับน้ำมันใส่ลงในหลอดทดลอง น้ำมันจะลอยอยู่บนผิวน้ำ เมื่อใส่ผงซักฟอกหรือสบู่ลงไปในหลอดทดลอง ส่วนที่ไม่แตกตัวคือส่วนที่ประกอบด้วยคาร์บอนและไฮโดรเจน ซึ่งเป็นส่วนที่ละลายได้ในน้ำมันจะห่นเข้าไปหาน้ำมัน ส่วนที่แตกตัวเป็นไอออน คือ ส่วนที่ละลายได้ในน้ำจะห่นเข้าหาน้ำ เมื่อเราเขย่าหลอดทดลอง จะทำให้น้ำและน้ำมันรวมตัวกัน โดยน้ำมันจะแตกเป็นเม็ดเล็ก ๆ กระจายกระจายอยู่ในน้ำ ส่วนของสบู่หรือผงซักฟอกที่ละลายในน้ำมันจะทำให้เกิดฟิล์มบาง ๆ ล้อมรอบหยดน้ำมันที่ลอยปะปนอยู่ในน้ำเกิดเป็นอิมัลชัน ทำให้น้ำมันไม่สามารถกลับไปรวมตัวกันได้อีก

ดังนั้นเมื่อเรานำเสื้อผ้าที่เปื้อนน้ำมันจากร่างกายเราเองแช่ลงในผงซักฟอกหรือสบู่ โม่เลกุลของผงซักฟอกหรือสบู่ ส่วนที่ละลายได้ในไขมัน จะช่วยดึงน้ำมันให้หลุดออกจากเสื้อผ้า และยิ่งช่วยพาส่งสกปรกอื่น ๆ ออกมาด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเราใช้แปรงถูผ้าหรือใช้มือขยี้ผ้า นั้นเป็นการช่วยให้โม่เลกุลผงซักฟอกซึมเข้าไปในเส้นใยของผ้าได้ดียิ่งขึ้น ทำให้น้ำมันและสิ่งสกปรกถูกผงซักฟอกดึงออกมาได้มากยิ่งขึ้น

การเลือกใช้ผงซักฟอก

ผงซักฟอกที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีหลายประเภทคือผงซักฟอกที่ใช้ซักเสื้อผ้าด้วยมือ ผงซักฟอกที่ใช้ซักด้วยเครื่องซักผ้า ผงซักฟอกที่ใช้ทำความสะอาดเครื่องจักรในโรงงาน ผงซักฟอกที่ใช้ล้างหมักเครื่องอัดสำเนา เป็นต้น ผงซักฟอกแต่ละประเภทนี้มีส่วนประกอบแตกต่างกันไป ทำให้มีคุณสมบัติในการซักล้างได้แตกต่างกัน ดังนั้นถ้าจะให้ผงซักฟอกขจัดความสกปรกได้ดี เราต้องเลือกผงซักฟอกให้เหมาะกับประเภท

ส่วนประกอบของผงซักฟอก

1. สารลดแรงตึงผิวเป็นพวกสารอินทรีย์ เช่น กลีเซอรีนโซเดียมอัลคิลเบนซีนซัลโฟเนต ทำหน้าที่ละลายไขมัน และช่วยลดแรงตึงผิวของน้ำ ทำให้น้ำซึมเข้าไปในเนื้อผ้าได้ดี
2. สารประกอบฟอสเฟต (Phosphate) เป็นสารลดความกระด้างของน้ำ เช่น กลีเซอเตตระโซเดียมฟอสเฟต ช่วยทำให้น้ำมีความเป็นเบสพอเหมาะ และช่วยป้องกันไม่ให้สิ่งสกปรกกลับไปจับเสื้อผ้าได้อีก
3. ซิลิเกต (Silicates) เช่น โซเดียมซิลิเกตทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้โลหะ เช่น อลูมิเนียม ถูกกัดผุหรือละลายออกไปในขณะซักฟอก และช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการจับตะกอนของสิ่งสกปรกในขณะซักฟอก
4. โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Sodium carboxymethyl Cellulose) ทำหน้าที่จับอนุภาคของสิ่งสกปรกที่หลุดออกมาไม่ให้กลับไปจับเสื้อผ้าอีก และช่วยทำให้เกิดความนุ่มมือในการซัก สารนี้ใส่ลงในผงซักฟอกเพียงร้อยละ 0.5-1 เท่านั้น

5. สารเพิ่มความสดชื่น จะใส่หรือไม่ใส่ในผงซักฟอกก็ได้ เพราะทางมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไม่ได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานไว้ สารนี้มีคุณสมบัติดูดรังสีอัลตราไวโอเลตไว้ ทำให้เกิดการเรืองแสง สะท้อนมาเข้าตา ทำให้ผ้านั้นดูขาวสะอาดขึ้น

6. สารอื่น ๆ ได้แก่สารเติมแต่ง เช่น สารเพิ่มฟอง สีส่น้ำหอม สารฟอกขาว เอนไซม์

มาตรฐานของผงซักฟอก

เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 78-2528 กำหนดมาตรฐานของผงซักฟอกไว้ดังนี้

1. ผงซักฟอกควรมีค่า pH ไม่เกิน 11
2. ผงซักฟอกต้องมีสารละลายในคลอโรฟอร์ม ได้แก่ สารอินทรีย์ซิลิโตนีต ซึ่งเป็นสารลดแรงตึงผิวของน้ำไม่ต่ำกว่าร้อยละ 18
3. ผงซักฟอกควรมีสารประกอบฟอสเฟต ซึ่งเป็นสารที่เพิ่มประสิทธิภาพในการซักล้าง ไม่เกินร้อยละ 22

ผงซักฟอกกับสิ่งแวดล้อม

การใช้ผงซักฟอกทำความสะอาดเสื้อผ้าเมื่อไม่ใช้แล้วน้ำผงซักฟอกเหล่านั้นจะถูกทิ้งลงไปสู่แหล่งน้ำต่าง ๆ มากมายทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม คือ

1. ฟองของผงซักฟอกทำให้ออกซิเจนไม่สามารถละลายในน้ำได้ ออกซิเจนในน้ำจึงลดน้อยลง
2. สารประกอบฟอสเฟตเป็นปุ๋ยของพืชน้ำพวกสาหร่าย ตะไคร่น้ำ ผักตบชวาทำให้พืชเหล่านั้นเจริญงอกงามอย่างรวดเร็ว จึงขัดขวางทางสัญจรทางน้ำ คูคลองตันเขิน เป็นการเสียหายต่อการชลประทาน การเกษตรและการผลิตกระแสไฟฟ้าพลังน้ำ

ผลจากข้อ 1-2 เป็นสาเหตุทำให้น้ำเน่าเสีย เพราะเมื่อมีพิษน้ำเกิดขึ้นมากก็มีการตาย
 มากเช่นเดียวกัน จุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนจะเกิดขึ้นมากเพื่อย่อยซากของพืชที่ตาย แล้วจำนวน
 ออกซิเจนในน้ำลดลงมากทำให้จุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนและพิษน้ำที่เหลือจะตายหมด เหลือแต่จุลินทรีย์
 ที่ไม่ใช้ออกซิเจนลงไปช่วยย่อยซากของสิ่งมีชีวิตแทน ทำให้เกิดก๊าซไข่เน่ามีกลิ่นเหม็นและทำให้น้ำ
 มีสีดำ

เอกสารหมายเลข 1 สำหรับเขียนแผนที่มโนคติ

ชื่อเรื่อง

ชื่อกลุ่ม

ภาคผนวก ค

- ตารางวิเคราะห์หมโนมคคทางวศาศาสตร์ เรือง สารสั้งเคราะห์
- แบบทดสอบวัดผลสัณณฤทธคการเรีบนด้านมโนมคคทางวศาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการคคแก้ปัญหทางวศาศาสตร์

ตารางวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารสังเคราะห์

เนื้อเรื่อง	มโนคติทางวิทยาศาสตร์	ประเภทมโนคติทางวิทยาศาสตร์		
		การจำแนก	ความสัมพันธ์	ทฤษฎี
1. มารูจักสารสังเคราะห์กันเกิด	1. สารสังเคราะห์ธรรมชาติเป็นสารสังเคราะห์ที่พืชและสัตว์สังเคราะห์ขึ้น ส่วนสารสังเคราะห์วิทยาศาสตร์เป็นสารสังเคราะห์ที่มนุษย์สร้างขึ้น โดยการเลียนแบบธรรมชาติ	3	-	1
2. พอลิเมอร์	2. พอลิเมอร์เป็นสารสังเคราะห์โมเลกุลใหญ่เกิดจากการรวมตัวทางเคมีของสารโมเลกุลเล็ก ๆ ที่เรียกว่า มอนอเมอร์	1	-	4
	3. การจัดรูปร่างโมเลกุลของพอลิเมอร์ทำให้เกิดโครงสร้างของพอลิเมอร์ได้หลายแบบเป็นสาเหตุให้พอลิเมอร์มีสมบัติแตกต่างกัน	-	-	2
3. พลาสติก	4. พลาสติกเป็นสารสังเคราะห์ประเภทพอลิเมอร์ลักษณะอ่อนตัวเมื่อถูกความร้อนสามารถผลิตเป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้ โดยใช้แม่แบบ	1	2	-
	5. นักวิทยาศาสตร์ใช้ความร้อนทดสอบสมบัติพลาสติกได้แบ่งพลาสติกออกเป็น เทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซต	3	1	-

ข้อ เนื้อเรื่อง	มโนคติทางวิทยาศาสตร์	ประเภทมโนคติทางวิทยาศาสตร์		
		การจำแนก	ความสัมพันธ์	ทฤษฎี
4. เส้นใยสังเคราะห์	6. การผลิตเครื่องใช้พลาสติกเป็นการนำวัตถุดิบพวกพลาสติกผง พลาสติกเม็ด พลาสติกเหลว มาผลิตโดยกรรมวิธีต่าง ๆ เช่น การหล่อแบบ การฉีดเข้าแบบ การอัดแบบลมเป่า การอัดแบบต่อเนื่อง การรีด การอัดแผ่น	4	2	-
	7. ยางเทียม ซิลิโคน เป็นสารสังเคราะห์ที่ไม่ใช่พลาสติก	-	1	-
	8. ปัญหาที่เกิดจากการใช้พลาสติกที่สำคัญ เป็นการกำจัดพลาสติกที่ใช้แล้ว และอันตรายที่เกิดจากสารพลาสติกละลายเจือปนมากับอาหาร	-	4	-
	9. วัสดุประเภทเส้นใยที่ใช้กันในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ปัจจุบันมีทั้งเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์	1	1	-
	10. เส้นใยสังเคราะห์ผลิตได้จากวัตถุดิบในธรรมชาติ ประเภทเยื่อไม้ น้ำมันสัตว์ และสารเคมีที่ได้จากอุตสาหกรรมปิโตรเลียม ถ่านหินและสินแร่ต่าง ๆ	2	1	1
	11. เส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ต่างก็มีคุณสมบัติที่เป็นข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน เรานำเฉพาะคุณสมบัติที่ดีมาใช้ประโยชน์	1	3	-

เนื้อเรื่อง	มโนคติทางวิทยาศาสตร์	ประเภทมโนคติทางวิทยาศาสตร์		
		การจำแนก	ความสัมพันธ์	ทฤษฎี
5. สารชักล้างประเภทสบู่และผงซักฟอก	12. การนำวัสดุประเภทเส้นใยมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ส่วนใหญ่นำมาใช้ในรูปผลิตภัณฑ์สิ่งทอประเภทเสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่มซึ่งทอจากเส้นใยธรรมชาติหรือเส้นใยสังเคราะห์อย่างเดี่ยวหรือนำเส้นใยธรรมชาติกับเส้นใยสังเคราะห์ทอรวมกันเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่สนองความต้องการของมนุษย์ได้มากที่สุด	-	3	-
	13. สบู่เป็นเกลือโซเดียมของกรดไขมันจากปฏิกิริยาระหว่างไขมันสัตว์หรือน้ำมันพืชกับสารละลายเบส ส่วนผงซักฟอกเป็นเกลือโซเดียมของกรดซัลโฟนิกได้จากปฏิกิริยาระหว่างกรดซัลโฟนิกกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	-	2	-
	14. ผงซักฟอกเป็นสารชักล้าง ซึ่งนำมาใช้แทนสบู่ในยุคปัจจุบันเพราะมีความเป็นเบสมากกว่าสบู่ และในกระบวนการผลิตผงซักฟอกมีการเติมสารประกอบฟอสเฟต ซึ่งช่วยกำจัดสารที่ทำให้น้ำกระด้างให้ตกตะกอนได้ ทำให้มีสมบัติในการชักล้างได้ดีกว่าสบู่	-	2	1

เนื้อเรื่อง	มโนคติทางวิทยาศาสตร์	ประเภทมโนคติทางวิทยาศาสตร์		
		การจำแนก	ความสัมพันธ์	ทฤษฎี
6. บทบาทของสารสังเคราะห์ในชีวิตประจำวัน	15. โครงสร้างของสับและผงซักฟอกมีความคล้ายกันซึ่งประกอบด้วยส่วนที่แตกตัวเป็นไอออนและส่วนที่ไม่แตกตัว โดยส่วนที่ไม่แตกตัวจะละลายได้ในไขมัน ส่วนที่แตกตัวได้จะละลายน้ำแต่ไม่ละลายในไขมัน	-	-	2
	16. สับและผงซักฟอกช่วยให้เสื้อผ้าสะอาดได้โดยส่วนที่แตกตัวเป็นไอออนและส่วนที่ไม่แตกตัวเป็นไอออนของสับและผงซักฟอกจะช่วยทำให้น้ำและน้ำมันรวมตัวกันได้จึงทำให้คราบไขมันในเสื้อผ้าหลุดออก	-	-	1
	17. การเลือกใช้ผงซักฟอกต้องคำนึงถึงประเภทของผงซักฟอกที่ผลิตขึ้นมาว่าใช้กับสิ่งใดและส่วนประกอบของผงซักฟอกตรงตามกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	1	4	-
	18. การใช้ผงซักฟอกมีผลต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อเทน้ำทิ้งที่ได้จากการซักล้างลงสู่แหล่งน้ำต่าง ๆ อาจจะทำให้น้ำเน่าเสียได้เนื่องจากมีสารประกอบฟอสเฟตซึ่งเป็นสารอาหารที่สำคัญของพืช	-	3	-
	19. สารสังเคราะห์มีอิทธิพลต่อมนุษย์มากในชีวิตประจำวันจะต้องมีกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสารสังเคราะห์เสมอ	-	2	-
รวม		17	31	12

จากตาราง วิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น

3 ประเภท ดังนี้

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

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์

เรื่อง สารสังเคราะห์

คำชี้แจง แบบทดสอบต่อไปนี้เป็นคำถามแบบ 4 ตัวเลือก ให้เลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

แล้วกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ ซึ่งข้อสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 60 ข้อ เวลา 50 นาที

ห้ามขีด-เขียนลงบนแบบทดสอบ

1. สารต่อไปนี้ชนิดใดเป็นมอนอเมอร์ของแป้งและเซลลูโลส

ก. ฟิวรี

ข. กลูโคส

ค. โปรตีน

ง. เซลลูโลส

2. กระบวนการที่เกิดจากการสังเคราะห์ของสารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กจำนวนมากแล้วได้สารใหม่ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ขึ้น เรียกว่าอะไร

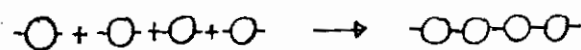
ก. พอลิเมอร์

ข. มอนอเมอร์

ค. พอลิเอธิลีน

ง. พอลิเมอร์ไรเซชัน

3. การรวมตัวของสารเคมี แสดงดังแผนภาพต่อไปนี้ นักเรียนคิดว่าสารใหม่ที่เกิดขึ้นควรใช้ชื่อว่าอะไร



ก. โมเลกุล

ข. มอนอเมอร์

ค. พอลิเมอร์

ง. พอลิเมอร์ไรเซชัน

4. สารในข้อใดเป็นสารสังเคราะห์ตามธรรมชาติ ,

- ก. ยางรถยนต์, กาว
- ข. ไนลอน, กระจก
- ค. แป้ง, แคลเซียม
- ง. กาว, เส้นใยไหม

5. โมเลกุลของสาร A และสาร B มีตำแหน่งที่ไวต่อปฏิกิริยา 2 ตำแหน่ง โครงสร้างของพอลิเมอร์จะเป็นอย่างไร

- ก. A—B
- ข. A—B—
- ค. —A—B—
- ง. —A—B—A—

6. ลักษณะปฏิกิริยาตามข้อใดเป็นพอลิเมอร์ไรเซชันแบบต่อเนื่อง

- ก. พอลิเมอร์ + พอลิเมอร์ $\longrightarrow$ มอนอเมอร์
- ข. มอนอเมอร์ + มอนอเมอร์ $\longrightarrow$ พอลิเมอร์
- ค. พอลิเมอร์ + พอลิเมอร์ $\longrightarrow$ มอนอเมอร์ + น้ำ
- ง. มอนอเมอร์ + มอนอเมอร์ $\longrightarrow$ พอลิเมอร์ + น้ำ

7. สารสังเคราะห์ที่มีความหมายตรงกับข้อใดมากที่สุด

- ก. สารที่เกิดจากกระบวนการสังเคราะห์
- ข. สารที่เกิดจากกระบวนการสังเคราะห์โดยมนุษย์
- ค. สารที่เกิดจากกระบวนการสังเคราะห์โดยธรรมชาติ
- ง. สารที่ได้จากการนำวัตถุดิบจากธรรมชาติมาใช้ประโยชน์

8. การกระทำในข้อใดจัดเป็นกระบวนการสังเคราะห์

- ก. การทอดผ้า
- ข. การทำน้ำหอม
- ค. การทำมีดเหล็ก
- ง. การอัดเสียงลงเทป

9. ถ้านำกระบวนการสังเคราะห์ของธรรมชาติและของมนุษย์มาเปรียบเทียบกันจะพบว่าเป็นความจริงตามข้อใด

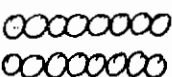
- ก. พลังงานที่นำมาใช้ในการสังเคราะห์จะเป็นชนิดเดียวกัน
- ข. สารตั้งต้นที่นำมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์จะเป็นชนิดเดียวกัน
- ค. กระบวนการสังเคราะห์ของธรรมชาติและของมนุษย์นั้นแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง
- ง. มีหลักเกณฑ์เหมือนกันคือ จะเกิดปฏิกิริยาการรวมตัวของสารโมเลกุลเล็กเกิดเป็นสารโมเลกุลใหญ่

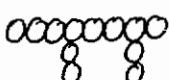
10. พอลิเมอร์ไรเซชันแบบต่อเนื่องแตกต่างจากแบบควบแน่นอย่างไร

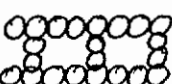
- ก. จำนวนมอนอเมอร์ที่ใช้เป็นวัตถุดิบ
- ข. จำนวนพอลิเมอร์ที่ได้รับเป็นผลผลิต
- ค. คุณภาพของการนำไปใช้ของพอลิเมอร์ที่เป็นผลผลิต
- ง. การมีและไม่มีสารโมเลกุลเล็กเป็นผลพลอยได้จากการเกิดพอลิเมอร์

11. โครงสร้างของพอลิเมอร์แบบใด ที่ไม่สามารถเปลี่ยนรูปร่างไปกลับมาได้เมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

12. สารในข้อใดไม่ใช่วัตถุดิบที่นำมาสังเคราะห์พลาสติก

- ก. กลูโคส
- ข. เซลลูโลส
- ค. โปรตีนจากถั่วเหลือง
- ง. สารประกอบไฮโดรคาร์บอน

13. พลาสติกต่อไปชนิดใดที่ถูกความร้อนแล้วไม่อ่อนตัว
- พอลิเอทิลีน
 - พอลิเอสเตอร์
 - พอลิโพรพิลีน
 - พอลิไวนิลคลอไรด์
14. ในการสังเคราะห์พลาสติกนั้นจะต้องใช้ตัวคะตะไลต์ที่เหมาะสมเพื่อจุดประสงค์ใด
- ทำให้พลาสติกหลอมเหลวมากขึ้น
 - เป็นวัสดุเสริมกำลังทำให้พลาสติกมีความแข็งแรงขึ้น
 - ทำให้กระบวนการพอลิเมอร์ไรเซชันเกิดเร็วกว่าปกติ
 - ช่วยชลอให้กระบวนการพอลิเมอร์ไรเซชันเกิดช้าลงเพื่อการควบคุม
15. พลาสติกที่ถูกความร้อนแล้วอ่อนตัวได้ยากมีรูปทรงถาวร ควรเป็นพลาสติกชนิดใด
- เทอร์โมเซตติง
 - เทอร์โมพลาสติก
 - เทอร์โมพอลิเมอร์
 - พอลิเมอร์ไรเซชัน
16. คำกล่าวที่ว่า "ถ้าราคาน้ำมันดิบสูงขึ้นราคาผลิตภัณฑ์พลาสติกจะสูงขึ้นด้วย" ท่านเห็นด้วยกับคำกล่าวนี้อหรือไม่เพราะเหตุใด
- เห็นด้วยเพราะราคาน้ำมันเป็นตัวชี้ราคาเครื่องอุปโภคบริโภคทุกชนิด
 - เห็นด้วยเพราะน้ำมันเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตพลาสติก
 - ไม่เห็นด้วยเพราะสินค้าพลาสติกไม่มีความสัมพันธ์กับน้ำมันดิบเลย
 - ไม่เห็นด้วยเพราะในการผลิตพลาสติกสามารถใช้วัตถุดิบชนิดอื่นมาแทนได้
17. พลาสติกประเภทพีวีซีเหมาะสำหรับนำมาทำเป็นภาชนะใส่อาหารหรือไม่เพราะเหตุใด
- เหมาะสม เพราะแข็งแรงดีและเบา
 - เหมาะสม เพราะทนต่อสภาพกรดและด่างดีมาก
 - ไม่เหมาะสม เพราะเมื่อถูกความร้อนจะอ่อนตัว
 - ไม่เหมาะสม เพราะอาจมีสารบางชนิดละลายออกมาปนกับอาหาร

18. เครื่องใช้ในห้องครัวผลิตขึ้นจากเทอร์โมพลาสติก
- ก. ถ่านน้ำ ปลั๊กไฟ โตรคัพ
 - ข. ถังน้ำ เครื่องเล่นเด็ก ผ้าปูโต๊ะ
 - ค. ขวดน้ำ ค้ามกกระทา กระเบื้องยาง
 - ง. อ่างน้ำ หมรน้ำมัน กรอบแว่นตา
19. เครื่องใช้พลาสติกชิ้นใดผลิตโดย ไม่ ใช้แม่พิมพ์
- ก. โฟม
 - ข. ถ้วยน้ำ
 - ค. กุญพลาสติก
 - ง. ตุ๊กตาเด็กเล่น
20. ปัญหาที่เกิดจากการใช้พลาสติกในอาคารนอกเหนือจากวัตถุดิบในพลาสติกแล้ว ยังอาจต้องประสบปัญหาเกี่ยวกับเรื่องใด
- ก. ราคาแพงขึ้นอย่างรวดเร็ว
 - ข. การขจัดของเสียจากโรงงานซึ่งเป็นสารพิษ
 - ค. การขจัดพลาสติกที่ใช้แล้วให้หมดไป
 - ง. มีสารสังเคราะห์ชนิดใหม่ขึ้นทดแทนพลาสติก
21. ข้อใดเป็นตัวอย่างผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ผลิตโดยใช้แม่พิมพ์
- ก. มีผนังหนา
 - ข. ผิวภายนอกเรียบไม่มีรอย
 - ค. มีภายในกลวง
 - ง. มีรอยตะเข็บปรากฏชัดเจน
22. ข้อใดจัดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดของการกำจัดพลาสติกที่ใช้แล้วในปัจจุบัน
- ก. ทุกวิธีสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง
 - ข. ไม่มีวิธีใดที่ดีที่สุดโดยไม่มีข้อเสีย
 - ค. ทุกวิธีมีผลเสียต่อสภาพแวดล้อม
 - ง. ไม่มีวิธีใดที่จะกำจัดพลาสติกได้หมดสิ้น

23. วัสดุเสริมกำลังของไฟเบอร์กลาส คืออะไร
- ก. ผ้า
 - ข. โยหิน
 - ค. โยแก้ว
 - ง. กระดาษ
24. การผลิตพลาสติกเสริมกำลัง ทำได้โดยใช้วิธีการใด
- ก. ทำให้มีความหนามากขึ้น
 - ข. เลือกใช้สารพลาสติกที่มีความแข็งแรงมาก
 - ค. ใช้สารพลาสติกที่มีสมบัติแข็งแรงมาผสมกัน
 - ง. ใช้วัสดุบางอย่างผสมหรืออัดให้ติดอยู่กับภายในเนื้อพลาสติก
25. ถ้าทำการสำรวจและเก็บรวบรวมพลาสติกที่ใช้แล้วจากกองขยะตามแหล่งชุมชนต่าง ๆ นักเรียนคิดว่าผลิตภัณฑ์พลาสติกพวกใดจะพบมากที่สุด
- ก. ถุงพลาสติก
 - ข. โฟม และฟองน้ำเทียม
 - ค. ภาชนะพลาสติกที่ผลิตโดยการหล่อแบบ
 - ง. จะมีผลิตภัณฑ์พลาสติกหลายอย่างปริมาณไม่แตกต่างกัน
26. ของใช้พลาสติกในข้อใดได้จากการผลิตโดยกรรมวิธีอัดแบบทั้งหมด
- ก. ช้อน, จาน
 - ข. ขวด, หลอดกาแฟ
 - ค. ถุงมือ, รองเท้าบูท
 - ง. ไม้บรรทัด, ปากกาปาก
27. กระบวนการในการผลิตเครื่องใช้พลาสติกประเภทใดที่ไม่สามารถใช้ได้กับพลาสติกเทอร์โมเซตติง
- ก. การหล่อแบบ
 - ข. การฉีดเข้าแบบ
 - ค. การอัดแบบลมเป่า
 - ง. การอัดแบบดูดเอาอากาศออก

28. การกำจัดพลาสติกโดยการเผามีข้อดีอย่างไร
- กำจัดพลาสติกได้หมดสิ้น
 - เป็นวิธีที่ประหยัดและปลอดภัยที่สุด
 - เก็บค่าจากการเผากำจัดพลาสติกใช้เป็นปุ๋ยได้
 - เป็นวิธีที่ไม่ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ
29. ข้อใดเป็นคำกล่าวที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับขางสังเคราะห์
- ขางสังเคราะห์เป็นพอลิเมอร์ชนิดเดียวกับพลาสติก
 - ขางสังเคราะห์นิยมใช้ทำขางรถยนต์ รองเท้า ถุงมือขาง
 - ขางสังเคราะห์มีความต้านทานต่อน้ำมันและก๊าซธรรมชาติและมีความยืดหยุ่นดี
 - การผลิตขางสังเคราะห์ให้มีคุณภาพต้องนำขางธรรมชาติมาผสมกับพลาสติกบางชนิด
30. การนำเส้นใยสังเคราะห์และเส้นใยธรรมชาติมาทอผสมกันปรากฏผลอย่างไร
- ไม่เป็นที่นิยม เพราะไม่สวย
 - เป็นที่นิยมมาก เพราะซักรีดง่ายใส่สบาย
 - ทำไม่ได้ เพราะเส้นใยทั้งสองชนิดทำปฏิกิริยากัน
 - ทำไม่ได้ เพราะไม่สามารถทำให้เป็นเนื้อเดียวกันได้

จากข้อมูลในตารางใช้ตอบคำถามข้อ 31-32

เส้นใยตัวอย่าง	ระยะยืตัวของเส้นใยที่แรงดึง 1 นิวตัน (เซนติเมตร)	แรงดึงทำให้เส้นใยขาด (นิวตัน)
ผ้าฝ้าย	0.4	2.5
ไนลอน	0.9	6.3
ไหมไทย	0.3	3.5
เคโตรอน	0.4	7.1

31. ท่านจะเลือกใช้เส้นใยชนิดใดสำหรับทำเสื้อยืด

- ก. ไนลอน
- ข. ผ้าฝ้าย
- ค. ไหมไทย
- ง. เคโตรอน

32. เส้นใยชนิดใดมีความเหนียวมากที่สุด

- ก. ไนลอน
- ข. ผ้าฝ้าย
- ค. ไหมไทย
- ง. เคโตรอน

33. เส้นใยใดที่ทำขึ้นโดยนำวัตถุดิบซึ่งเป็นสารโมเลกุลใหญ่ตามธรรมชาติ เช่น เซลลูโลส มาผ่านกรรมวิธีทางเคมีเพื่อให้เป็นเส้นยาว

- ก. เส้นใยสังเคราะห์
- ข. เส้นใยประดิษฐ์
- ค. เส้นใยธรรมชาติ
- ง. เส้นใยกึ่งสังเคราะห์

34. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะของเส้นใยสังเคราะห์เมื่อเปรียบเทียบกับเส้นใยธรรมชาติ

- ก. ย้อมสีง่าย
- ข. ซักได้ง่าย
- ค. การยับย่นมันน้อ
- ง. คูดับเหงื่อไม่ดี

35. ข้อใดเป็นเหตุผลสำคัญที่สุด ที่ทำให้มนุษย์จำเป็นต้องผลิตเส้นใยสังเคราะห์ขึ้นมาใช้
- เพื่อแสดงวัฒนธรรมของมนุษย์ยุคใหม่
 - เส้นใยธรรมชาติมีปริมาณไม่เพียงพอและสมบัติไม่ตรงกับความต้องการ
 - เพื่อให้สอดคล้องและทันต่อความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในสมัยปัจจุบัน
 - เส้นใยสังเคราะห์มีสมบัติเหมาะสมกับการใช้งานมากกว่าเส้นใยธรรมชาติในทุกด้าน
36. ผ้าฝ้ายเหมาะสำหรับทำเครื่องนุ่งห่มในประเทศร้อนเพราะเหตุผลในข้อใด
- มีเส้นใยบางและนุ่ม
 - ฝ้ายเป็นพืชเมืองร้อน
 - ฝ้ายดูดความชื้นได้ดี
 - ฝ้ายทนต่อสภาพกรดและเบสได้ดี
37. ผลิตภัณฑ์ชนิดใดผลิตขึ้นโดยใช้วัตถุดิบที่เป็นโปรตีนในน้ำนม
- ผ้าขนสัตว์เทียม
 - พวงมาลัยรถ
 - ผ้าไหมเทียม
 - ผ้าแพรเทียม
38. ข้อแตกต่างระหว่างเรองกับไนลอน คือข้อใด
- เรองใช้วัตถุดิบจากพืช ส่วนไนลอนใช้วัตถุดิบจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม
 - เรองใช้วัตถุดิบที่เป็นผลผลิตจากพืช ส่วนไนลอนใช้วัตถุดิบจากอากาศและแร่ธาตุ
 - เรองใช้วัตถุดิบจากอากาศและแร่ธาตุ ส่วนไนลอนใช้วัตถุดิบที่เป็นผลผลิตจากพืชโดยตรง
 - เรองใช้วัตถุดิบทำปฏิกิริยากันได้สารมอนอเมอร์ ส่วนไนลอนใช้วัตถุดิบที่ได้จากพืชโดยตรง
39. กระบวนการในข้อใดเป็นการผลิตเส้นใยวิสคอสเรอง
- เซลลูโลส $\rightarrow$ โปรตีน $\rightarrow$ เส้นใยโปรตีน
 - อากาศ $\rightarrow$ น้ำ + ถ่าน $\rightarrow$ มอนอเมอร์ $\rightarrow$ พอลิเมอร์ $\rightarrow$ หลอมเหลว $\rightarrow$ เส้นใยไนลอน
 - เซลลูโลส $\rightarrow$ เดิมสารเคมี $\rightarrow$ อัดฉีดลงในสารละลายกรดซัลฟิวริก $\rightarrow$ เส้นใยเซลลูโลส
 - คาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำ + แสงสว่าง $\rightarrow$ น้ำตาล $\rightarrow$ กระบวนการควบแน่นเส้นใยเซลลูโลส

40. ผ้าในลอนมีข้อดีกว่าผ้าป่านในด้านใด

- ก. ซ้อมติดสีได้ง่ายกว่า
- ข. สวมใส่เย็นสบายกว่า
- ค. ทนความร้อนได้ดีกว่า
- ง. ซักให้สะอาดได้ง่ายกว่า

41. ลักษณะเส้นใยชนิดใดเมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะเห็นลักษณะที่แตกต่างจากเส้นใยชนิดอื่น

- ก. ไหม
- ข. ฝ้าย
- ค. ไนลอน
- ง. วัสดุสังเคราะห์

42. ข้อใดเป็นเส้นใยธรรมชาติที่ได้จากแร่ธาตุ

- ก. ไชแก้ว
- ข. ไนลอน
- ค. ไชหิน
- ง. ไชโลหะ

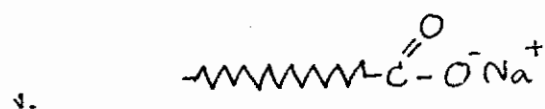
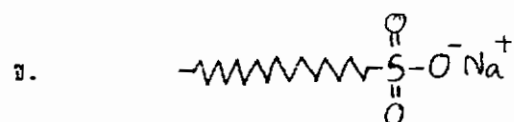
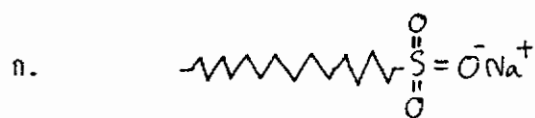
43. การเติมเกลือแกงลงไปในการทำสบู่ เพื่อเหตุผลใด

- ก. สบู่มีฟองมากขึ้น
- ข. สบู่ละลายน้ำได้ดีขึ้น
- ค. ทำให้สารสบู่ที่ได้อ่อนนุ่มเป็นก้อน
- ง. ได้เนื้อสบู่มากขึ้นทำให้ราคาถูกลง

44. "โซลสบู่" เกิดจากการทำปฏิกิริยาของสารในข้อใด

- ก. น้ำมันทำปฏิกิริยากับสบู่ได้ไม่สมบูรณ์
- ข. เกลือของแคลเซียมทำปฏิกิริยากับโซดาไฟ
- ค. เกลือของโซเดียมหรือโพแทสเซียมทำปฏิกิริยากับสบู่
- ง. เกลือของแคลเซียมหรือแมกนีเซียมทำปฏิกิริยากับสบู่

45. ข้อใดเป็นโครงสร้างของสบู่



46. เพราะเหตุใดจึงไม่ควรใช้ผงซักฟอกสระผม

ก. ล้างฟองออกยาก เพราะมีฟองมาก

ข. หนังศีรษะเป็นสะเก็ด เพราะหนังลอก

ค. ทำให้ผมแห้ง เพราะผงซักฟอกขจัดไขมันออก

ง. แสบหนังศีรษะ เพราะมีความเป็นเบสมากกว่าสบู่

47. ผงซักฟอกมีผลต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร

ก. ทำให้น้ำมีสภาพเป็นเบสสูง

ข. ทำให้น้ำมีสภาพเป็นกรดสูง

ค. ทำให้ปริมาณก๊าซออกซิเจนในน้ำเพิ่มมากขึ้น

ง. ทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำเพิ่มมากขึ้น

48. สาเหตุที่ทำให้ผงซักฟอกมีประสิทธิภาพในการซักล้าง ในน้ำกระด้างเหนือกว่าสบู่

- ก. ผงซักฟอกมีสภาพความเป็นเบสมากกว่าสบู่ ทำให้สามารถละลายไขมันได้ดีกว่าสบู่
- ข. ผงซักฟอกสามารถลดแรงดึงของน้ำได้มากกว่าสบู่ ทำให้เกิดปริมาณฟองมากกว่าสบู่
- ค. ผงซักฟอกมีส่วนผสมของสารฟอสเฟต ทำให้น้ำมีสภาพความเป็นเบสเหมาะแก่การซักล้าง
- ง. ผงซักฟอกสามารถรวมตัวกับแคลเซียมหรือแมกนีเซียมในน้ำกระด้างและละลายน้ำได้ ทำให้ไม่เกิดคราบสกปรกจับเสื้อผ้าหรือภาชนะ

49. หน้าที่บ้านของการิณามีสระน้ำใสสะอาดปลาอาศัยอยู่ชุกชุม เนื้อผิวน้ำใกล้ขอบสระมีผักตบชวาอยู่ 2-3 กอ ถ้าผู้มาใช้ น้ำในสระนี้ เหนือที่ที่มีผงซักฟอกปนอยู่ลงไปสม่ำเสมอในอนาคต สระแห่งนี้จะมีสภาพเช่นไร

- ก. ผักตบชวาและสัตว์น้ำจะเพิ่มปริมาณมากขึ้น
- ข. ทั้งพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในสระแห่งนี้จะตายหมด
- ค. น้ำจะใส เพราะสิ่งสกปรกจะมีการตกตะกอนเพิ่มมากขึ้น
- ง. ผักตบชวาจะเจริญเติบโตและขยายพันธุ์มากขึ้นจนสระน้ำตื้น

50. ข้อใดกล่าวถึงบทบาทของสารสังเคราะห์ที่มีต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์ไม่ถูกต้อง

- ก. การใช้ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากสารสังเคราะห์อาจก่อให้เกิดปัญหาต่อผู้ใช้ และสภาพสิ่งแวดล้อม
- ข. ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากสารสังเคราะห์กำลังได้รับความนิยม และนำมาใช้กันมากขึ้นอย่างรวดเร็ว
- ค. ผลิตภัณฑ์จากสารสังเคราะห์ช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพและปริมาณอันจำกัดของวัสดุธรรมชาติ
- ง. ผลิตภัณฑ์จากสารสังเคราะห์ช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนผลิตภัณฑ์จากการกลั่นปิโตรเลียมให้ลดลง

51. จากการทดสอบสบู่และผงซักฟอก พบว่าสารละลายสบู่แก่เงินที่มี $\text{PH}=3$ ส่วนผงซักฟอกขาวฟองมี $\text{PH}=11$ นักเรียนคิดว่าถ้าใช้สารทั้งสองชนิดนี้ในการซักล้างจะให้ผลต่างกันอย่างไรและเพราะเหตุใด

- ก. สบู่ละลายไขมันได้ดีกว่าผงซักฟอก เพราะสบู่มีความเป็นเบสน้อยกว่าผงซักฟอก
- ข. สบู่ละลายไขมันได้น้อยกว่าผงซักฟอก เพราะสบู่มีความเป็นเบสน้อยกว่าผงซักฟอก
- ค. ผงซักฟอกละลายไขมันได้ดีกว่าสบู่ เพราะผงซักฟอกมีสารเคมีเป็นส่วนประกอบมากกว่า
- ง. ความสามารถในการละลายไขมัน จะไม่แตกต่างกันเพราะต่างก็เป็นสารที่ใช้ละลายไขมันได้

52. สารฟอสเฟตในผงซักฟอก มีผลต่อสภาพแวดล้อมอย่างไร

- ก. ทำให้น้ำมีสีค้ำและกลิ่นเน่าเหม็น
- ข. ทำให้พิษน้ำขาดสารอาหารที่จำเป็น
- ค. ทำให้อากาศเหนือผิวน้ำมีออกซิเจนน้อยลง
- ง. เป็นพิษทำให้ผักตบชวาเติบโต และแพร่พันธุ์ได้เร็ว

53. สารใดที่ช่วยให้ผงซักฟอกมีประสิทธิภาพในการชำระล้างได้

- ก. ซิลิเกต
- ข. ฟอสเฟต
- ค. คาร์บอเนต
- ง. เซลลูโลส

54. การหลีกเลี่ยงอันตรายที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากการนำสารสังเคราะห์มาใช้ควรปฏิบัติตามข้อใด

- ก. ใช้ในปริมาณเล็กน้อย
- ข. เลือกใช้เฉพาะสิ่งที่จำเป็น
- ค. เลือกใช้เฉพาะสิ่งที่สวยงาม
- ง. เลือกใช้เฉพาะสิ่งที่มีราคาแพง

55. โครงสร้างของสบู่และผงซักฟอกมีลักษณะอย่างไร

- ก. ทุกส่วนละลายได้ทั้งในน้ำและในไขมัน
- ข. ทุกส่วนไม่ละลายทั้งในน้ำและในไขมัน
- ค. ส่วนที่แตกตัวเป็นไอออนละลายในน้ำมัน ส่วนไม่แตกตัวละลายในน้ำ
- ง. ส่วนที่แตกตัวเป็นไอออนละลายในน้ำ ส่วนไม่แตกตัวละลายในน้ำมัน

56. ปัจจุบันนิยมใช้ผงซักฟอกในการซักล้างมากกว่าสบู่ เพราะเหตุผลข้อใด

- ก. ใช้แล้วผิวหนังไม่มีอาการแพ้
- ข. ใช้ซักล้างได้ดีทั้งในน้ำอ่อนและน้ำกระด้าง
- ค. ราคาถูกกว่ามีฟองมาก ไม่เปลืองผงซักฟอก
- ง. ผลิตง่าย และมีผลเสียต่อสภาพแวดล้อมน้อย

57. ข้อใดไม่ใช่หลักการที่สบู่และผงซักฟอกทำให้สิ่งสกปรกหลุดออกจากเสื้อผ้า

- ก. ลดแรงตึงผิวของน้ำ
- ข. เพิ่มความเป็นกรดให้น้ำ
- ค. ละลายไขมันที่ติดกับเสื้อผ้า
- ง. ช่วยให้น้ำรวมตัวกับน้ำมันเป็นอีมัลชัน

ตารางผลการวิเคราะห์ผงซักฟอก 4 ชนิด

ชนิดของผงซักฟอก	ความเป็นกรดเบส	สารละลายในคลอโรฟอร์ม (ร้อยละ)	ฟอสเฟต (ร้อยละ)
A	10.0	18	20
B	10.5	25	25
C	9.5	20	30
D	9.0	35	25
เกณฑ์มาตรฐาน ผงซักฟอก	9.0-10.5	ไม่ต่ำกว่า 18.0	12-19

จากข้อมูลในตาราง ใช้ตอบคำถามข้อ 58-59

58. ถ้าต้องการผงซักฟอกที่สามารถทำความสะอาดได้มากที่สุดควรเลือกใช้ผงซักฟอกชนิดใด

- ก. A
- ข. B
- ค. C
- ง. D

59. จากการวิเคราะห์ผงซักฟอกทั้ง 4 ชนิด ถ้านักเรียนต้องรับผิดชอบการรักษาสิ่งแวดล้อม ไม่ให้เกิดเป็นพิษจะแนะนำประชาชนให้ใช้ผงซักฟอกชนิดใด

ก. A

ข. B

ค. C

ง. D

60. ถ้าใช้ไขมันจากสัตว์มาทำสบู่ จะได้สบู่มีลักษณะอย่างไร

ก. มีกลิ่นเหม็น

ข. เป็นก้อนแข็งเกินไป

ค. ใช้ทำความสะอาดไม่ได้

ง. เป็นก้อนอ่อน หรือเป็นสบู่เหลว

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง แบบทดสอบต่อไปนี้ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้เป็นสถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์

มีคำถาม 4 ข้อ ให้นักเรียนตอบคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ลงในกระดาษคำตอบ

สถานการณ์ 1 คุณยายลาวเปิดร้านขายดอกไม้สด และรับจัดดอกไม้ในโอกาสต่าง ๆ ที่จังหวัดนครปฐม จึงต้องมาซื้อดอกไม้ที่ปากคลองตลาด (เป็นแหล่งขายดอกไม้ราคาถูก อยู่ในกรุงเทพฯ) ทุกวัน ถ้าวันไหนขายดอกไม้ ไม่หมด ดอกไม้ที่เหลือไว้วางชั้นให้ยว บางวันก็บ้าน หรือโค้งงอใช้การไม่ได้

1. ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. คุณยายลาวขาดทุน
- ข. ดอกไม้ขายไม่หมด
- ค. ต้องไปซื้อดอกไม้ทุกวัน
- ง. ดอกไม้ที่เหลือใช้ประโยชน์ไม่ได้

2. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. ดอกไม้ขายไม่หมด
- ข. ดอกไม้คุณภาพไม่ดี
- ค. ซื้อดอกไม้มากเกินไป
- ง. ดอกไม้ที่เหลือใช้ประโยชน์ไม่ได้

3. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

- ก. ซื้อดอกไม้ให้น้อยลง
- ข. ปลุกดอกไม้ไว้ขายเอง
- ค. หาวิธีเก็บดอกไม้ให้สดอยู่ได้นาน
- ง. ซื้อดอกไม้ให้พอดีกับที่ต้องการใช้

4. จากการที่นักเรียนได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

- ก. คุณยายลาวไม่ขาดทุน
- ข. ดอกไม้ขายหมดทุกวัน
- ค. ไม่ต้องไปซื้อดอกไม้ทุกวัน
- ง. ดอกไม้ที่เหลือยังใช้ประโยชน์ได้

สถานการณ์ที่ 2 โรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งปล่อยน้ำทิ้งในบ่อที่เตรียมไว้ซึ่งอยู่ใกล้ที่พักคนงาน ทำให้คนงานส่วนใหญ่มีอาการอ่อนเพลีย ปวดศีรษะเป็นไข้บ่อย ๆ และในที่สุดคนงานต้องออกไปรักษาตัวที่โรงพยาบาล

5. ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร
 - ก. ต้องปิดโรงงาน
 - ข. คนงานเจ็บป่วย
 - ค. คนงานย้ายออก
 - ง. บ่อน้ำทิ้งมีสารพิษ
6. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร
 - ก. คนงานอยู่กันอย่างแออัด
 - ข. คนงานทำงานหนักเกินไป
 - ค. สารพิษตกค้างในบ่อน้ำทิ้ง
 - ง. เจ้าของโรงงานไม่ดูแลคนงาน
7. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร
 - ก. จัดที่พักให้คนงานใหม่
 - ข. จัดสิ่งแวดล้อมในโรงงานให้มีระบบ
 - ค. ก่อจัดสารพิษก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ
 - ง. ไม่ให้คนงานใช้น้ำที่ปล่อยออกจากโรงงาน
8. จากการที่นักเรียนได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร
 - ก. คนงานไม่เจ็บป่วย
 - ข. คนงานอยู่อย่างสะดวกสบาย
 - ค. คนงานสามารถทำงานได้เต็มที่
 - ง. กิจกรรมของโรงงานเจริญรุ่งเรือง

สถานการณ์ที่ 3 บ้านหลังหนึ่งปลูกอ้อยริมแม่น้ำ ทุกปีเมื่อมีการวัดเนื้อที่ พบว่าเนื้อที่โดยรอบบริเวณบ้านลดลง โดยเฉพาะเนื้อที่บริเวณใกล้กับฝั่งแม่น้ำที่เป็นที่โล่ง

9. ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. เกิดน้ำท่วมบ้านทุกปี
- ข. น้ำในแม่น้ำมีปริมาณมากขึ้น
- ค. เนื้อที่ของบริเวณบ้านลดลง
- ง. บ้านหลังนี้อ้อยใกล้แม่น้ำมากเกินไป

10. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. น้ำกัดเซาะดิน
- ข. ป่าถูกทำลายน้ำจึงท่วม
- ค. คนทิ้งขยะมากแม่น้ำจึงตื้นเขิน
- ง. การสร้างเขื่อนกั้นน้ำทำให้น้ำมากขึ้น

11. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

- ก. ปลูกต้นไม้ริมตลิ่ง
- ข. ปลูกป่าทดแทนป่าที่ถูกทำลาย
- ค. ห้ามประชาชนทิ้งขยะลงในแม่น้ำ
- ง. ให้เขื่อนปล่อยน้ำในปริมาณที่น้อยลง

12. จากการที่นักเรียนได้เสนอวิธีแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

- ก. น้ำไม่ท่วมบ้านหลังนี้
- ข. แม่น้ำสาสนีจะมีขนาดกว้างกว่าเดิม
- ค. บ้านหลังนี้จะมีบริเวณบ้านเพิ่มขึ้นทุกปี
- ง. บ้านหลังนี้จะมีบริเวณบ้านไม่เปลี่ยนแปลง

สถานการณ์ที่ 4 บริเวณที่ซื้อและรอบหนองน้ำทำหมู่บ้านแห่งหนึ่ง มีใบไม้ที่หล่นจากต้นไม้
รอบหนองน้ำที่ถมอยู่เป็นจำนวนมาก แต่ชาวบ้านต้องตักน้ำจากหนองน้ำนี้ไปใช้ดื่มหรืออาบน้ำ
เมื่อเวลาใกล้ค่ำหรือกลางคืนชาวบ้านจะไม่กล้ามาตักน้ำที่หนองน้ำเพราะมีคนเห็นดวงไฟลอยขึ้น
จากหนองน้ำเสมอ ทำให้ทุกคนหวาดกลัวว่าคงมีผีปอบอยู่ในหมู่บ้าน

13. ปัญหานี้สถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. ไม่มีน้ำประปาใช้
- ข. มีผีปอบอยู่ในหมู่บ้าน
- ค. มีดวงไฟลอยขึ้นมาจากหนองน้ำ
- ง. ใบไม้ที่หล่นลงในหนองน้ำทำให้น้ำสกปรก

14. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. หมู่บ้านนี้ไม่มีไฟฟ้าใช้
- ข. มีผีปอบออกมากินปลาในหนองน้ำ
- ค. รอบ ๆ หนองน้ำมีฟอสฟอรัสเรืองแสง
- ง. ดวงไฟเกิดจากใบไม้ที่ทับถมทำให้เกิดก๊าซธรรมชาติที่เรืองแสงได้

15. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

- ก. ติดตั้งไฟที่หนองน้ำให้สว่าง
- ข. ทำให้น้ำประปาใช้ในหมู่บ้าน
- ค. สืบหาคนที่เป็ปอบแล้วไล่ออกจากหมู่บ้าน
- ง. ทดลองใช้ชาวบ้านเชื่อว่าดวงไฟเกิดจากอะไร

16. จากการที่นักเรียนได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

- ก. หมู่บ้านนี้มีน้ำประปาใช้
- ข. ไม่มีผีปอบอาละวาดในหมู่บ้านอีก
- ค. ชาวบ้านมีความเข้าใจเกี่ยวกับดวงไฟ
- ง. หมู่บ้านนี้มีไฟฟ้าใช้ในเวลากลางคืน

สถานการณ์ที่ 5 คุณกาสฟ้ากลับจากเที่ยวกับเพื่อน ๆ และซื้อส้มพุ่มาฝากที่บ้านเมื่อกลับมายังบ้าน ก็วางส้มลงต่าง ๆ ไว้บนโซฟาด้วยความอ่อนเพลียจึงหลับไป พอตื่นขึ้นมาเห็นกระรอกที่เลี้ยงไว้นอนตอมน้ำลายพุ่มปากอยู่บนโซฟา

17. ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. กระรอกตาย
- ข. กระรอกกินส้มพุ่ม
- ค. ทุกคนไม่ได้กินส้มพุ่ม
- ง. ส้มพุ่มมีชาฆ่าแมลงตกค้าง

18. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. คุณกาสฟ้านอนหลับนานเกินไป
- ข. คุณกาสฟ้าซื้อส้มพุ่มรสชาติแพงมาก
- ค. ชาฆ่าแมลงตกค้างในส้มพุ่มปริมาณมาก
- ง. กระรอกกินส้มพุ่มที่มีชาฆ่าแมลงตกค้าง

19. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

- ก. เลือกส้มพุ่มที่มีแมลงกัดกินบ้าง
- ข. ห้ามไม่ให้เกษตรกรใช้ชาฆ่าแมลง
- ค. ล้างส้มพุ่มให้สะอาดก่อนรับประทาน
- ง. นำส้มพุ่มที่ซื้อไปเก็บไว้ระยะหนึ่งก่อน

20. จากการที่นักเรียนได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

- ก. กระรอกไม่ตาย
- ข. กินส้มพุ่มได้อย่างปลอดภัย
- ค. เกษตรกรจะเลิกใช้ชาฆ่าแมลง
- ง. ชาฆ่าแมลงจะไม่ตกค้างในส้มพุ่ม

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวหทัยรัช ชื่อสกุล วังสุวรรณ

เกิดวันที่ 25 เดือนพฤษภาคม พุทธศักราช 2510

สถานที่เกิด อำเภอละแ่น จังหวัดชุมพร

สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 1 หมู่ 2 ตำบลทุ่งหลวง อำเภอละแ่น
จังหวัดชุมพร

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน อาจารย์ 1 ระดับ 4

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนกัลยาณิศจีรธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2523 ประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนชุมชนบ้านเขาหลวง อำเภอละแ่น
จังหวัดชุมพร

พ.ศ. 2525 มัธยมศึกษาปีที่ 2 จากโรงเรียนมัธยมด่านขุนทด อำเภอด่านขุนทด
จังหวัดนครราชสีมา

พ.ศ. 2527 มัธยมศึกษาปีที่ 4 จากโรงเรียนสววิวิทยา อำเภอสวี จังหวัดชุมพร

พ.ศ. 2529 มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนละแมวิทยา อำเภอละแ่น
จังหวัดชุมพร

พ.ศ. 2533 กศบ. (วิชาเอกเคมี) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา

พ.ศ. 2539 กศ.ม. (วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา กลุ่มวิชาเคมี)

จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

ผลของการสอนโดยใช้แผนที่มีโนมตีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 ภายภาพชีวภาพด้านมโนมตี และความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
 ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

บทคัดย่อ

ของ

เกื้อรัช รังสุวรรณ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

ธันวาคม 2539

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศ
ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มนต์ กับที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนศิลป์
โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 1
ปีการศึกษา 2539 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน
กลุ่มทดลองสอนโดยใช้แผนที่มนต์ กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู ใช้เวลาในการทดลอง 24 คาบ
คาบละ 50 นาที ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control Group Pretest-
Posttest Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ t-test แบบ Independent ในรูป Difference
Score

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนกของนักเรียนที่ได้รับการสอน
โดยใช้แผนที่มนต์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .01
2. ผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน
โดยใช้แผนที่มนต์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดย
ใช้แผนที่มนต์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดย
ใช้แผนที่มนต์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

THE EFFECT OF INSTRUCTION BY USING THE CONCEPT MAPPING ON ACHIEVEMENT
IN PHYSICAL AND BIOLOGICAL SCIENCE CONCEPT AN PROBLEM SOLVING
ABILITIES OF MATHAYOM SUKSA V STUDENTS

AN ABSTRACT

BY

HATHAIRAT RUNGSUVAN

Presented in partial fulfillment of the requirements for the
Master of Education degree in Science Education
at Srinakharinwirot University

December 1996

The purpose of this study was to compare Mathayom Suksa V students' Achievement in Science Concept and Scientific problem solving activities through the methods using the Concept mapping and the teacher's manual.

The subjects were 60 Mathayom Suksa V Students of Kulayaneesri-thammarat School, Amphore Muang, Nakhonsrithammarat Province during the first semester at 1996 academic year. The subjects were divided into experimental and control groups with 30 Students in each. The experimental group was taught by using the method of the Concept Mapping While, The control group was taught by using the method of the Teacher's manual. The Randomized Control Group pretest-Posttest Design was used in this study. The t-test (Difference-Score case) was used to analysis the data.

The results of this study indicated that :

1. There was a significant difference in the classificational concept achievement between the experimental and control groups at the .01 level.

2. There was a significant difference in the correlational concept achievement between the experimental and control groups at the .01 level.

3. There was a significant difference in the theoretical concept achievement between the experimental and control groups at the .01 level.

4. There was a significant difference in the scientific problem solving activities between the Experimental and control groups at the .01 level.