

507
W170
A.2

8



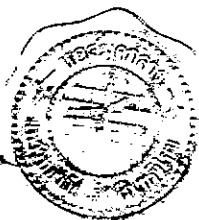
ความสัมพันธ์และแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างการับรู้การเรียนการสอน
วิชาวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร

ปริญญานิพนธ์

ของ

พรรณี ภาณุตานนท์

20 ก.ย. 2528



เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาคุณวุฒิปดึก
กุมภาพันธ์ 2528

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

104757

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำวันสี่และคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปัญหานี้
ฉบับนี้แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิพิเศษของ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธาน
.....กรรมการ

.....กรรมการ

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน
.....กรรมการ

.....กรรมการ
.....กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

เนื่องด้วยได้รับความกรุณาอย่างสูงจากคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท
ทั้งสามท่านคือรองศาสตราจารย์ ดร. สมบูรณ์ ชิตพงศ์ อาจารย์ ดร. โกวิท ประวาลพุกษ์
และอาจารย์ ดร. ชูติมา วัฒนศิริ ที่ได้เสียสละเวลาอย่างเต็มที่ในการให้คำแนะนำ
ที่มีคุณค่าและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดมา การวิจัยครั้งนี้จึงสามารถเริ่มต้นและดำเนินการ
มาจนสำเร็จลงได้ด้วยดี ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทั้งสามท่านไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร. กมล ภูประเสริฐ ที่ได้กรุณารับเชิญเป็นกรรมการ
สอบและได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ อาจารย์ ดร. ปรีชา วงษ์สุทธิ อาจารย์
ดร. พิศาล สร้อยบุรุษ อาจารย์ ดร. ชงชัย ชิวปรีชา ที่ได้ให้คำแนะนำบางประการ
ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้เป็นผู้ตัดสินข้อความของแบบสอบถาม และอาจารย์ ดร. มিলินทร์
สำเภาเงิน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ ขอขอบคุณ
อาจารย์ละเอียด กิระอนันต์ ผู้สร้างแบบทดสอบที่ใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวม
ข้อมูล ผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจาก
อาจารย์สุวิมล เก็นสุนทร อาจารย์สนองศรี รุกกิชฐ อาจารย์ผ่องศรี ทีเสริม
อาจารย์กนก จันทร์ขจร อาจารย์ณรงค์ ตามรักษา อาจารย์อุทัยวรรณ วรรณวิ
อาจารย์ปัทมรงค์ สนั่นเลิศ อาจารย์สมจิต วิสารทวงศ์ อาจารย์ศรีนภา อริยญาเกษมสุข
อาจารย์จรัสโนม นาโค อาจารย์วีระ วิโนทัย อาจารย์เน่งน้อย บุรณะกุล
อาจารย์สุคนธ์ สงวนพันธ์ อาจารย์จินดาพร อังสุวรรณาติ อาจารย์มนตรี คงสทิพย์
อาจารย์ชูจิต พิทักษ์ผล อาจารย์วรุณ ปิตยานนท์ อาจารย์สังข์ อัครัญญู และ
อาจารย์สุภารัตน์ สุนพงษ์สิมานนท์ นอกจากนี้ยังได้รับความช่วยเหลือในวาระต่าง ๆ
ระหว่างดำเนินการวิจัยจากอาจารย์ ดร. ชลัช จงสืบพันธ์ อาจารย์โกวิท วงศ์สุรวัฒน์
คุณนงลักษณ์ ขายหาค คุณสุภาพร ลีกิจวัณณะ และคุณสุเมธ ลีกิจวัณณะ การวิจัยเรื่องนี้
ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย ทุนงบประมาณแผ่นดินจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
ผู้วิจัยขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้ หายที่สุดขอเทิดพระคุณผู้มีพระคุณสูงสุดของผู้วิจัยคือคุณพ่อ คุณแม่
ซึ่งท่านได้สนับสนุนการศึกษาและการทำปริญญาโทของผู้วิจัยมาโดยตลอด

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	6
	ความสำคัญของการวิจัย	9
	ขอบเขตของการวิจัย	9
	นิยามศัพท์เฉพาะ	11
2	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย	14
	พัฒนาการของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	14
	การสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้	28
	ความหมาย ความสำคัญและการวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์	39
	องค์ประกอบของกระบวนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์	47
	การจัดลำดับเนื้อหา	48
	การจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้	51
	การให้คำแนะนำ	54
	การใช้คำถาม	56
	การมีส่วนร่วม	64
	การใช้สื่อการเรียนการสอน	66
	การเสริมแรง	75
	สมมติฐานในการวิจัย	80

3	วิธีดำเนินการวิจัย	84
	ประชากร	84
	กลุ่มตัวอย่าง	84
	ตัวแปรที่ศึกษา	86
	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	87
	วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล	99
	การวิเคราะห์ข้อมูล	101
4	ผลการวิเคราะห์	102
5	สรุป อภิปรายผล และขอเสนอแนะ	114
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	114
	วิธีดำเนินการวิจัย	115
	การวิเคราะห์ข้อมูล	117
	สรุปผลการวิจัย	117
	อภิปรายผล	120
	ขอเสนอแนะ	124
	บรรณานุกรม	126
	ภาคผนวก	133

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	แสดงเนื้อหาในแต่ละระดับที่นำมาพิจารณาจำลาคับ	49
2	แสดงรายชื่อโรงเรียนและจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ...	85
3	แสดงจำนวนข้อคำถามที่ใช้วัดการรับรู้ของนักเรียนแต่ละด้าน ...	88
4	แสดงจำนวนข้อคำถามที่ใช้วัดทักษะขั้นผสมแต่ละทักษะ	93
5	ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์หุคูณเมื่อใช้ทักษะการจักรกระทำกับข้อมูล เป็นเกณฑ์	102
6	ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์หุคูณเมื่อใช้ทักษะการแปลความหมาย ของข้อมูลและการสรุปเป็นเกณฑ์	104
7	ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์หุคูณเมื่อใช้ทักษะการสร้างสมมติฐาน เป็นเกณฑ์	105
8	ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์หุคูณเมื่อใช้ทักษะการออกแบบการทดลอง และดำเนินการทดลองเป็นเกณฑ์	106
9	แสดงค่า ไอเกนส์แวลล्यू และค่าสหสัมพันธ์คาโนนิกอล	107
10	ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิกอล	109
11	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ	111
12	แสดงค่าน้ำหนัก B ของตัวแปรอิสระแต่ละตัวที่ส่งผลต่อตัวแปร เกณฑ์ แต่ละตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ	119

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	โครงสร้างเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ สสวท.พัฒนาขึ้น	22
2	การจัดลำดับเนื้อหาในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	23
3	แผนภาพแสดงสาเหตุของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	82

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้และส่วนที่เป็นความรู้ ซึ่งได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ สมมติฐานและกฎ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้ครอบคลุมมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม และทำให้มีการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ฉะนั้นวิทยาศาสตร์จึงเป็นแรงผลักดันทางสังคมและเป็นส่วนสำคัญของวัฒนธรรม (นิคา สะเพียรชัย 2520 : 4) นักการศึกษาทั้งหลายต่างก็ตระหนักดีว่า วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรมในโลกปัจจุบันและเยาวชนของชาติจะต้องได้รับการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการที่ถูกต้อง เพื่อช่วยให้เขาคว้างชีวิตอยู่ในโลกของวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพ

ในสมัยก่อนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มักจะเน้นการถ่ายทอดเนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ให้นักเรียนจดจำ แต่เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์ได้ถูกค้นพบมากขึ้นจนไม่สามารถนำมาถ่ายทอดให้นักเรียนจดจำได้หมด และหากว่านักเรียนสามารถจดจำได้มาก ก็อาจไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันเท่าใดนัก ดังนั้นกระทรวงศึกษาธิการจึงได้ทำการเปลี่ยนแปลงหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ และได้ประกาศใช้ทั่วประเทศ เมื่อ พ.ศ. 2519 เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้ถูกต้องเหมาะสมกับสภาพของโลกวิทยาศาสตร์ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ หลักสูตรวิทยาศาสตร์ใหม่นี้ เน้นเสริมสร้างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แก่ผู้เรียน (ธีระชัย ปุรุณโชติ 2526 : 33) ดังปรากฏในวัตถุประสงค์ของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับ

มัธยมศึกษาทั้งตอนต้นและตอนปลายว่า "เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์" * ทั้งนี้เนื่องจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์แต่ละขั้นตอนนั้น จะประสบผลสำเร็จหรือล้มเหลวขึ้นอยู่กับความสามารถ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน (นิคม ทาแดง และ สุจินต์ วิสวธีรานนท์ 2526 : 48) นักการศึกษาจำนวนมากได้เห็นพ้องต้องกันว่า การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในวัยเด็กเป็นวัตถุประสงค์ที่สำคัญประการหนึ่งของการศึกษา (Jaus. 1975 : 439) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้จากความจริงนั้นมีค่าสูง เนื่องจากนักเรียนสามารถจะนำทักษะนั้นไปใช้หรือจัดกระทำกับความรู้ได้เมื่อเขาจบจากโรงเรียนไปแล้ว (Jaus. 1975 : 439 citing Okey. 1972)

เพื่อให้สอดคล้องกับปรัชญาและจุดมุ่งหมายของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ การเรียนการสอนตามหลักสูตรใหม่นี้จึงเน้นกระบวนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์มากกว่าการถ่ายทอดเนื้อหาความรู้ตามแบบเดิม ซึ่งไม่สอนให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในวิธีแก้ปัญหา ยุทธศาสตร์ประการหนึ่งของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนก็คือ จัดให้นักเรียนได้ฝึกทักษะต่าง ๆ ซึ่งสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือปัญหาอื่นๆ ที่อาจพบได้ในอนาคต การสอนแบบนี้จะช่วยให้นักเรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติวิธีการกำหนดปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา (The American Association for the Advancement of Science. 1970 : 11)

ในปัจจุบัน แม้จะเป็นปีที่สิบของการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ฉบับนี้แล้ว แต่นักการศึกษาหลายท่านมีความเห็นว่า ผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนยังไม่เป็นที่น่าพอใจ การที่นักเรียนยังมีผลการเรียน

ในระดับที่ไม่น่าพอใจนี้อาจเนื่องมาจากปัจจัยต่าง ๆ หลายประการ ซึ่ง บลูมได้เสนอไว้โดยอาศัยผลการวิจัยของเขาเอง และคนอื่น ๆ ที่ผ่านมาทั้งระดับมหภาค (Macro) และระดับจุลภาค (Micro) ซึ่งสรุปได้ว่าพฤติกรรมด้านความรู้-การศึกษาก่อนเรียนของนักเรียนส่งผลต่อความแตกต่างในผลสัมฤทธิ์ได้ประมาณ 50% ในขณะที่ลักษณะด้านอารมณ์-จิตใจส่งผลได้ประมาณ 25% และคุณภาพการสอนส่งผลได้ประมาณ 25% ถ้าใช้พฤติกรรมด้านความรู้-การคิด และด้านอารมณ์-จิตใจประกอบกันส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ได้ประมาณ 60% และเมื่อใช้คุณภาพการสอนรวมด้วยจะส่งผลต่อความแตกต่างในผลสัมฤทธิ์ได้มากกว่า 80% และถ้าอยู่ใต้สภาพการณ์ที่ดีพร้อมทุกอย่าง ตัวแปรทั้ง 3 จะส่งผลต่อความแตกต่างในผลสัมฤทธิ์ได้ถึง 90% (Bloom, 1976 : 108, 135, 174)

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวนักเรียนคือ พฤติกรรมด้านความรู้-การคิด และลักษณะด้านอารมณ์-จิตใจ ซึ่งเป็นความพร้อมของนักเรียนก่อนเรียนนั้นเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความแตกต่างในผลการเรียนของนักเรียนมากกว่าปัจจัยด้านคุณภาพการสอน ดังนั้นเพื่อพิจารณาจากทฤษฎีของบลูม จะพบว่าการปรับปรุงด้านคุณภาพการสอนนั้นให้ประโยชน์ต่อการพัฒนาผลการเรียนได้ไม่มากนัก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการศึกษาของบลูมเกี่ยวกับคุณภาพการสอนนั้นเป็นการศึกษาจากระบบของสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ในชั้นเรียน ซึ่งเป็นสิ่งแวดล้อมที่อยู่ภายนอกตัวนักเรียน ไม่ได้ศึกษาจากภายในตัวนักเรียนทั้ง ๆ ที่ในความเป็นจริงแล้วในขณะที่นักเรียนกำลังเรียนอยู่นั้นนักเรียนย่อมจะมีความรู้สึกนึกคิดต่อพฤติกรรมการจัดการเรียนการสอนของครูเกิดขึ้นภายในตัวนักเรียนด้วย หากนักเรียนพึงพอใจหรือมีความรู้สึกที่ดีต่อพฤติกรรมการเรียนการสอนที่ครูเป็นผู้จัดขึ้นแล้ว นักเรียนย่อมเรียนได้ดีกว่าเมื่อมีความรู้สึกที่ไม่ดีต่อพฤติกรรมเหล่านั้น นั่นคือการเรียนรู้ของนักเรียนย่อมขึ้นอยู่กับ การรับรู้ต่อสิ่งแวดล้อม คือสภาพการจัดการเรียนการสอนของครู และการเรียนรู้จะเกิดขึ้นไม่ได้เลยหากว่าไม่มีการรับรู้หรือไม่มีประสบการณ์มาก่อน (จำเนียร ช่วงโชติ 2515 : 11)

การรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ในการเรียนรู้เป็นส่วนสำคัญยิ่งของกระบวนการเรียนรู้ (Travers. 1963 : 53) นั่นคือความรู้สึกนึกคิดภายในของนักเรียน เป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากต่อการที่นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้หรือแสดงพฤติกรรมต่าง ๆ แต่บลูมไม่ไ้กล่าวถึงในแง่ของการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะของการสอนที่มีคุณภาพ ซึ่งเขาได้เสนอไว้ 4 ประการ ซึ่งได้แก่ (Bloom. 1976 : 115 - 124)

1. การแนะนำ (Cues) หมายถึง การบอกจุดมุ่งหมายของการเรียน การสอนและงานที่ต้องทำให้นักเรียนทราบอย่างชัดเจนว่าต้องทำอะไรบ้าง และทำอย่างไร

2. การมีส่วนร่วม (Participation) หมายถึง การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนได้ฝึกหัดและรู้จักตอบสนอง

3. การเสริมแรง (Reinforcement) หมายถึง การที่ครูรู้จักให้รางวัลและลงโทษให้เหมาะกับยูเรียนและโอกาส

4. การให้ข้อมูลย้อนกลับและการแก้ไขข้อบกพร่อง (Feedback/correction) หมายถึง การวินิจฉัยและแจ้งให้นักเรียนแต่ละคนทราบผลการเรียน และข้อบกพร่องต่าง ๆ และครูต้องแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนควบคู่กันไป เพื่อเป็นการปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนโดยอาศัยข้อมูลย้อนกลับ

-- ผู้วิจัยเห็นว่าลักษณะต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของการสอนที่มีคุณภาพนั้น ควรจะเป็นลักษณะการจัดการเรียนการสอนของครูที่นำมาซึ่งความรู้สึกที่ดีของนักเรียนด้วย ในการจัดการเรียนการสอนของครูต้องคำนึงถึงความรู้สึกนึกคิดและความต้องการของนักเรียน เนื่องจากพฤติกรรมการเรียนการสอนที่ครูเป็นผู้จัดขึ้นนั้นต้องผ่านกระบวนการรับรู้ของนักเรียนก่อน แล้วจึงเกิดการเรียนรู้ กระบวนการรับรู้ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ อากาการสัมผัส การแปลความหมายจากอาการสัมผัส และการใช้

ความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมเพื่อช่วยแปลความหมาย นั่นคือการรับรู้เป็นการแปลหรือตีความหมายของการสัมผัสที่ได้รับออกมาเป็นสิ่งที่หนึ่งสิ่งใดที่มีความหมาย ในการแปลความหมาย คนเราต้องใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมหรือความจำเริญที่มีมาก่อนเป็นเครื่องช่วย และการที่จะแปลความใดก็ได้หรือถูกต้องเพียงใดนั้นต้องอาศัยสติปัญญา ความเฉลียวฉลาด การสังเกตพิจารณา ความสนใจและความตั้งใจ ตลอดจนคุณภาพของจิตใจในขณะนั้นด้วย (จำเนียร ชวงโชติ 2515 : 81 - 86) โรเจอร์ และ ออลพอร์ต (Roger and Allport) ต่างก็มีความเห็นเช่นเดียวกันว่ามนุษย์เรามีความต้องการโดยกำเนิดที่จะเรียนรู้วิธีการที่จะรู้แจ้งเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัว และหลีกเลี่ยงจากการถูกควบคุมบังคับโดยแรงกดดันภายนอกตัวเขา (Samual. 1981 : 92) ดังนั้นบรรยากาศในการเรียนรู้ที่จึงต้องช่วยให้นักเรียนรู้สึกพอใจและมีความสุขในการเรียน จะเห็นได้ว่าการรับรู้ของนักเรียนเป็นความรู้สึกนึกคิดภายในตัวนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้เป็นอย่างดี กล่าวคือมีการรับรู้ก่อนแล้วจึงเกิดการเรียนรู้ และเมื่อมีการเรียนรู้แล้วก็ช่วยให้การรับรู้ง่ายขึ้น และเร็วขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความประสงค์จะศึกษาเกี่ยวกับการรับรู้ของนักเรียนที่มีต่อพฤติกรรมการจัดการเรียนการสอนของครูตามลักษณะต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของการเรียนการสอนที่มีคุณภาพ เพื่อจะไต่ถามว่าลักษณะต่าง ๆ ของการสอนที่มีคุณภาพนี้ได้นำไปเกิดความรู้สึกอย่างไรในตัวนักเรียน นักเรียนมีการรับรู้อย่างไรเกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนการสอนต่าง ๆ และการรับรู้เหล่านี้มีผลกระทบต่อผลการเรียนของนักเรียนอย่างไร การศึกษาการรับรู้ของนักเรียนสามารถทำได้โดยให้นักเรียนเป็นผู้รายงานโดยตรง ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนสามารถบอกถึงความรู้สึกและพฤติกรรมของเขาได้ประหนึ่งว่าเขาเป็นผู้สังเกตโดยตรง (Travers. 1963 : 53)

องค์ประกอบของการสอนที่มีคุณภาพที่ผู้วิจัยนำมาศึกษาครั้งนี้มี 7 ประการ คือ การจัดลำดับเนื้อหา การจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ การให้คำแนะนำ

การใช้คำถาม การมีส่วนร่วม การใช้สื่อการเรียนการสอน และการเสริมแรง องค์ประกอบเหล่านี้เป็นองค์ประกอบของการสอนที่สอดคล้องกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry method) เป็นหลัก ดังรายละเอียดในบทที่ 2

ส่วนผลการเรียนของนักเรียนที่นำมาศึกษา คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นผสม (Integrated Science Process Skills) 4 ประการ คือ การจัดการกับข้อมูล การแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป การสร้างสมมติฐาน และการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง การเลือกศึกษาทักษะขั้นผสม 4 ประการดังกล่าว เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้กระทำกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นช่วงที่กำลังพัฒนาทักษะขั้นผสม และไต่ผ่านการพัฒนาทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic skills) มาพอสมควรในขั้นต้น ๆ ถ้านักเรียนมีทักษะทั้ง 4 ก็อาจอนุมานได้ว่านักเรียนมีทักษะขั้นพื้นฐานมาพอสมควร

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์และแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างชุดตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ 7 ประการที่เป็นองค์ประกอบของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมแต่ละทักษะ

1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างชุดของตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดลำดับเนื้อหา การจัดลำดับประสบการณ์เรียนรู้ การให้คำแนะนำ การใช้

คำถาม การมีส่วนร่วม การใช้สื่อการเรียนการสอน และการเสริมแรง กับทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล

1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างชุดของตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดลำดับเนื้อหา การจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ การให้คำแนะนำ การใช้คำถาม การมีส่วนร่วม การใช้สื่อการเรียนการสอน และการเสริมแรง กับทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป

1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างชุดของตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดลำดับเนื้อหา การจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ การให้คำแนะนำ การใช้คำถาม การมีส่วนร่วม การใช้สื่อการเรียนการสอน และการเสริมแรง กับทักษะการสร้างสมมติฐาน

1.4 ความสัมพันธ์ระหว่างชุดของตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดลำดับเนื้อหา การจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ การให้คำแนะนำ การใช้คำถาม การมีส่วนร่วม การใช้สื่อการเรียนการสอน และการเสริมแรง กับทักษะการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง

2. ความสัมพันธ์ระหว่างชุดของตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ 7 ประการ ที่เป็นองค์ประกอบของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การจัดลำดับเนื้อหา การจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ การให้คำแนะนำ การใช้คำถาม การมีส่วนร่วม การใช้สื่อการเรียนการสอน และการเสริมแรง กับชุดตัวแปรด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม 4 ทักษะ คือ ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล ทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป ทักษะการสร้างสมมติฐาน และทักษะการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง

3. แบบแผนความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลของชุดตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ 7 ประการ ที่เป็นองค์ประกอบของการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาแต่ละทักษะ

3.1 แบบแผนความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลของชุดตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดลำดับเนื้อหา การจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ การให้คำแนะนำ การใช้คำถาม การมีส่วนร่วม การใช้สื่อการเรียนการสอน และการเสริมแรง ที่มีต่อทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล

3.2 แบบแผนความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลของชุดตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดลำดับเนื้อหา การจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ การให้คำแนะนำ การใช้คำถาม การมีส่วนร่วม การใช้สื่อการเรียนการสอน และการเสริมแรง ที่มีต่อทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป

3.3 แบบแผนความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลของชุดตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดลำดับเนื้อหา การจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ การให้คำแนะนำ การใช้คำถาม การมีส่วนร่วม การใช้สื่อการเรียนการสอน และการเสริมแรง ที่มีต่อทักษะการสร้างสมมติฐาน

3.4 แบบแผนความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลของชุดตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดลำดับเนื้อหา การจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ การให้คำแนะนำ การใช้คำถาม การมีส่วนร่วม การใช้สื่อการเรียนการสอน และการเสริมแรง ที่มีต่อทักษะการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง

ความสำคัญของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพการเรียนการสอนในแง่ที่ให้ความสำคัญต่อความรู้สึกนึกคิดภายในตัวนักเรียน โดยศึกษาจากการรับรู้ของนักเรียน ซึ่งต่างไปจากการศึกษาของบลูม (Bloom) ที่ศึกษาคุณภาพของการเรียนการสอนจากระบบของสิ่งแวดล้อมในชั้นเรียน ผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นส่วนเสริมสิ่งที่ขาดไปในทฤษฎีของบลูม ทำให้ทราบว่าการรับรู้ของนักเรียนต่อลักษณะการเรียนการสอนต่าง ๆ นั้นมีผลต่อผลการเรียนของนักเรียนอย่างไร
2. ผลจากการศึกษาเรื่องนี้จะเป็นประโยชน์ในการเลือกพฤติกรรมการเรียนการสอนที่นำไปสู่ความรู้สึกที่ดี และผลการเรียนที่ดีของนักเรียนไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้ได้ดี
3. เป็นแนวทางสำหรับการศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ในกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2527
2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบหลายชั้น (Multi - stage Random Sampling) จำนวน 19 ห้องเรียน มีขั้นตอนในการสุ่มคือ สุ่มโรงเรียนจากเขตการปกครองแต่ละเขตมาเขตละ 1 โรงเรียน เนื่องจากมีเพียง 22 เขต ที่มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นศึกษาอยู่ จึงสุ่มมาได้จำนวน 22 โรงเรียน ต่อจากนั้นจึงสุ่มห้องเรียนที่ได้รับการสุ่มในชั้นแรกมาโรงเรียนละ 1 ห้องเรียน ได้เป็น 22 ห้องเรียน ข้อมูลที่ได้รับมาสามารถนำมาใช้วิเคราะห์ได้ 19 ห้องเรียน ประกอบด้วยนักเรียนจำนวน 780 คน

3. ตัวแปรที่ศึกษา แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.1 ตัวแปรต้น (Independent variables) หมายถึง การรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ 7 ประการ ที่เป็นองค์ประกอบของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่

3.1.1 การรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดลำดับเนื้อหา

3.1.2 การรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้

3.1.3 การรับรู้ของนักเรียนด้านการให้คำแนะนำ

3.1.4 การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้คำถาม

3.1.5 การรับรู้ของนักเรียนด้านการมีส่วนร่วม

3.1.6 การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้สื่อการเรียนการสอน

3.1.7 การรับรู้ของนักเรียนด้านการเสริมแรง

3.2 ตัวแปรตาม (Dependent variables) หมายถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งในที่นี้จำกัดขอบเขตเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสม 4 ทักษะ ได้แก่

3.2.1 การจัดกระทำกับข้อมูล

3.2.2 การแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป

3.2.3 การสร้างสมมติฐาน

3.2.4 การออกแบบทดลองและดำเนินการทดลอง

4. ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เดือนกันยายน พุทธศักราช 2527 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2527

นิยามศัพท์เฉพาะ

คำศัพท์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีความหมายจำกัดดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม หมายถึง ทักษะในการใช้วิธีการหรือการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ 4 ทักษะ ซึ่งละเอียด กิระอนันต์ ไค้นยามไว้ทั้งนี้ (ละเอียด กิระอนันต์ 2525 : 5 - 6)

1.1 การจัดกระทำกับข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลต่าง ๆ มาจัดระบบเสียใหม่ เพื่อให้มีความหมายหรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้นและง่ายต่อการเข้าใจหรือง่ายต่อการแปลความในขั้นต่อไป อาจเป็นการถ่ายทอดข้อมูลดิบเป็นกราฟ ตาราง หรือแผนภูมิ เป็นต้น

1.2 การแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป หมายถึง ความสามารถในการตีความและสรุปผลจากข้อมูลให้เป็นภาษาที่รักถูกถูกต้องสมเหตุผลไม่คลุมเครือ

1.3 การสร้างสมมติฐาน หมายถึง การใช้ความรู้ ความคิดเดิมเพื่อคาดคะเนคำตอบของปัญหาที่ต้องการจะทดลองหรือคาดคะเนความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล

1.4 การออกแบบทดลองและดำเนินการทดลอง หมายถึง การวางแผนหรือเลือกแบบการทดลองและควบคุมการทดลองให้เหมาะสม เพื่อพิสูจน์สมมติฐานหรือตอบปัญหาต่าง ๆ

2. การจัดลำดับเนื้อหา หมายถึง การพิจารณาจัดลำดับของความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ที่เป็นเนื้อหาในระดับหัวข้อเรื่อง

3. การจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ หมายถึง การพิจารณาจัดลำดับสภาพการณ์แวดล้อมเพื่อให้นักเรียนสนใจและกระทำการเรียนรู้ ซึ่งแสดงออกมาในรูปแบบ

ของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งที่ปฏิบัติโดยครูและปฏิบัติโดยนักเรียน ทั้งนี้ต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา

4. การให้คำแนะนำ หมายถึง การชี้แนวทางหรือนำให้นักเรียนสามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในกระบวนการแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง

5. การใช้คำถาม หมายถึง การใช้คำถามของครูในการกระตุ้นให้นักเรียนสนใจหรือถามให้เกิดความคิดประเภทต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคำถามระดับสูงที่จะส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดในระดับสูง อันจะนำไปสู่การสร้างมโนคติในระดับสูงขึ้น นอกจากนี้ยังรวมถึงการใช้คำถามได้เหมาะสม

6. การมีส่วนร่วม หมายถึง การที่นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างกระตือรือร้น ทั้งในด้านการปฏิบัติในการทำการทดลองและการอภิปราย ซึ่งได้แก่การถามคำถาม การตอบคำถาม การใช้ความคิด การทำงานเป็นกลุ่ม เป็นต้น

7. การใช้สื่อการเรียนการสอน หมายถึง การที่ครูสามารถเลือกชนิดของสื่อการเรียนการสอนได้เหมาะสมกับขั้นตอนของการเรียนการสอนและเรื่องที่จะสอน และนำมาพิจารณาจัดระบบและลำดับการใช้ได้เหมาะสมกับสถานการณ์ของการเรียนการสอนแต่ละครั้ง

8. การเสริมแรง หมายถึง การที่ครูสามารถเลือกใช้ชนิดของตัวเสริมแรงและประเภทของการเสริมแรงให้เหมาะสมกับสถานการณ์ และตัวนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์มากขึ้น

9. การรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ 7 ประการ ที่เป็นองค์ประกอบของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่

9.1 การรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดลำดับเนื้อหา

9.2 การรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้

9.3 การรับรู้ของนักเรียนด้านการให้คำแนะนำ

9.4 การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้คำถาม

9.5 การรับรู้ของนักเรียนด้านการมีส่วนร่วม

9.6 การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้สื่อการเรียนการสอน

9.7 การรับรู้ของนักเรียนด้านการเสริมแรง

การรับรู้ของนักเรียนทั้ง 7 ด้าน วัดได้จากการให้นักเรียนตอบแบบวัด

การรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับพฤติกรรมการจัดการเรียนการสอนของครูวิชาวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 1 - 7 ตามลำดับ

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

ในบทนี้ ผู้วิจัยจะได้นำเสนอเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย โดยแยกกล่าวเป็น
เรื่องต่าง ๆ ตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้ คือ

พัฒนาการของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
การสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้
ความหมาย ความสำคัญ และการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
องค์ประกอบของกระบวนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

พัฒนาการของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย เริ่มมีขึ้นอย่างจริงจัง เมื่อปี พ.ศ.
2438 และได้มีการเปลี่ยนแปลงมาเป็นระยะ ๆ จนกระทั่งมีการพัฒนาหลักสูตรวิชา
วิทยาศาสตร์ครั้งใหญ่เมื่อประมาณสิบกว่าปีมานี้ หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยม
ศึกษาตอนต้น ซึ่งเป็นผลจากการพัฒนาหลักสูตรครั้งสำคัญนี้ได้ประกาศใช้ทั่วประเทศ
เมื่อปีการศึกษา 2520 และเป็นหลักสูตรที่ใช้มาจนปัจจุบันนี้

บุสดี ตามไท • (บุสดี ตามไท 2527 : 84 - 91) ได้เรียบเรียง
เกี่ยวกับความเป็นมาและลักษณะของหลักสูตรการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของไทยในสมัย
ต่าง ๆ ตั้งแต่ พ.ศ. 2438 จนถึงปัจจุบัน โดยเน้นเฉพาะหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ก่อน พ.ศ.

2520

การสอนวิทยาศาสตร์อย่างเป็นทางการเป็นจริงเป็นจังในประเทศไทยได้เริ่มมีขึ้นใน พ.ศ. 2438 โดยกำหนดไว้ในหลักสูตรพุทธศักราช 2438 ซึ่งเป็นหลักสูตรฉบับแรก ในขณะนั้นไม่ได้ใช้คำว่า "วิทยาศาสตร์" แต่มีการเรียนการสอนวิชา "ศาสตร์" ซึ่งคงจะแปลมาจากคำว่า "Science" นั้นเอง โดยให้เรียนในประโยค 3 ถึง 4 ปี (ระบบการศึกษาขณะนั้นเป็น 3 : 3 : 4) และยังไม่ได้กำหนดเป็นชั้นประถม มัธยม โดยกำหนดให้มีการเรียนการสอนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ พืชและสัตว์ สรีรวิทยา กลศาสตร์และฟิสิกส์ โดยที่ให้มีการเรียนการสอนด้วยวิธีการสังเกตและทดลอง ด้วย

ต่อมาใน พ.ศ. 2448 หลักสูตรมัธยมมีการกำหนดให้เรียนวิชา วิทยา ซึ่งแต่เดิมเคยเรียกว่า "ศาสตร์" โดยเรียนเรื่องเกี่ยวกับธรรมชาติ เช่น กลางวัน กลางคืน ส่วนของร่างกายสัตว์ เป็นต้น หนังสือที่ใช้ในสมัยนั้นเรียกว่า หนังสือบทเรียน ค่ายของ เรียบเรียงโดยขุนจรต ชวนะพันธุ์ ซึ่งมีการระบุจุดมุ่งหมายของการสอนและ แนะนำอุปกรณ์การสอนไว้ทุกบท แต่ใช้คำว่า "เครื่องใช้" ในการสอนแทน วิธีสอนดังกล่าว นั้นว่าทันสมัย เพราะให้นักเรียนมีโอกาสได้เห็นของจริงและทดลองปฏิบัติ ใน พ.ศ. 2454 กำหนดให้เรียนฟิสิกส์ออกกราฟี สรีรศาสตร์ สุขวิทยา และแปรรูปกิดฟิสิกส์ ในระดับ มัธยมศึกษา หลักสูตรนี้กำหนดเฉพาะความมุ่งหมายและรายการสอนเท่านั้น มิได้กำหนด วิธีสอนไว้ด้วย

หลักสูตรพุทธศักราช 2464 ได้ใช้ชื่อวิชาว่า "วิทยาศาสตร์" แทนคำว่า "วิทยา" เป็นครั้งแรก ซึ่งการสอนก็มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก และการศึกษาระดับมัธยม ก็ยังมีได้มีถึงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ใน พ.ศ. 2480 มีการประกาศใช้หลักสูตรใหม่ ซึ่งกำหนดให้เรียนวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาบังคับตั้งแต่นั้นประมปีที 1 - 4. เรียกชื่อว่า วิชา "วิทยาการ" มีลักษณะคล้าย

บทเรียนด้วยของที่เคยใช้ในสมัยเดิม ส่วนในระดับมัธยมต้นก็มีลักษณะเป็นวิชาวิทยาศาสตร์เบื้องต้น คือ เป็นการเก็บเอาความรู้เบื้องต้นของวิทยาศาสตร์แขนงต่าง ๆ ที่เคยสอนอยู่ในมัธยมปลายมาจัดเป็นวิทยาศาสตร์ทั่วไป เพื่อให้เป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนต่อและสามารถประกอบอาชีพและดำรงชีวิตได้ นอกจากนั้นยังมีการเพิ่มความรู้ใหม่ ๆ ที่เป็นผลิตภัณฑ์ของความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วย เช่น เครื่องบิน เครื่องยนต์ เป็นต้น

หลักสูตรฉบับนี้มีได้กำหนดความมุ่งหมายเฉพาะในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และวิธีสอนสำหรับระดับมัธยมต้นไว้ อย่างไรก็ตาม ในสมัยนี้กระทรวงศึกษาธิการได้สร้างเครื่องมือทดลองวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมขึ้นเป็นครั้งแรก เป็นเครื่องมือทดลองที่สามารถใช้ได้หลาย ๆ ชั้น และมีการฝึกอบรมครูประจำการให้รู้จักใช้เครื่องมือเหล่านั้น ๆ ด้วย

ระหว่าง พ.ศ. 2482 - 2488 เกิดสงครามโลกครั้งที่ 2 ขึ้น ทำให้ความเจริญก้าวหน้าทางการศึกษา ซึ่งรวมทั้งวิทยาศาสตร์ต้องหยุดชะงักลง และหลังจากที่องค์การสหประชาชาติถูกจัดตั้งขึ้นมาใน พ.ศ. 2488 และประเทศไทยได้เข้าร่วมเป็นสมาชิกด้วย องค์การ UNESCO ซึ่งเป็นองค์การหนึ่งในสหประชาชาติ มีหน้าที่ส่งเสริมการศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรม และองค์การ USOM ของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีหน้าที่ให้ความช่วยเหลือทางวิชาการแก่ประเทศต่าง ๆ ได้ส่งผู้เชี่ยวชาญมาช่วยพัฒนาการศึกษาในประเทศไทย นอกจากนั้นยังมีการก่อตั้งสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยขึ้นในปี พ.ศ. 2490 และมีสาขาครูวิทยาศาสตร์ขึ้นใน พ.ศ. 2494 เหตุการณ์ดังกล่าวเป็นแรงผลักดันที่สำคัญซึ่งก่อให้เกิดการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์

พ.ศ. 2493 มีการเปลี่ยนแปลงหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีการกำหนดวัตถุประสงค์เฉพาะของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ด้วย และเปลี่ยนชื่อวิชาจากคำว่า "วิทยาศาสตร์" มาเป็น "วิทยาศาสตร์เบื้องต้น" เนื้อหาส่วนใหญ่จะคล้ายของหลักสูตรพุทธศักราช 2480 และมีการเพิ่มเติมรายละเอียดมากขึ้นกว่าเดิม โดยรวมเรื่องราวเกี่ยวกับ

ระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ไว้ด้วย สำหรับวิธีสอนก็ได้กำหนดไว้เฉพาะ แต่ใช้วิธีสอน
ทั่ว ๆ ไป ซึ่งได้แก่การสอนนักเรียนในห้องเรียนหรือห้องประชุม หรืออาจพานักเรียนไป
เรียนกลางแจ้งหรือไต่ร่มไม้แล้วแต่ความเหมาะสม

ใน พ.ศ. 2503 มีการจัดระบบการศึกษาเป็น 7 : 3 : 2 และประกาศ
ใช้หลักสูตรใหม่ ซึ่งจัดให้วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาบังคับตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึง
เตรียมอุดมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเรียกว่า วิชาวิทยาศาสตร์ หลักสูตร
ฉบับนี้ได้ระบุจุดประสงค์ของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะไว้อย่างละเอียด นอกจาก
จะให้เข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์แล้ว จุดมุ่งหมาย
ยังกำหนดเกี่ยวกับการเสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ไปใช้ในชีวิตประจำวัน การใช้และบำรุงรักษาเครื่องมืออุปกรณ์และผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลของ
ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ การสงวนรักษาทรัพยากรธรรมชาติ ตลอดจนการเสริมสร้าง
ความสนใจและเห็นคุณค่าของผลงานวิทยาศาสตร์ในทางสันติด้วย

เนื้อหาของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในขณะนี้มีการ
เพิ่มขึ้นจากเดิมบ้าง เช่น แหล่งแร่ของไทย และรัตนชาติที่ค้นพบในประเทศไทย ประวัติของ
นักวิทยาศาสตร์คนสำคัญ ๆ ส่วนวิธีสอนก็ได้กำหนดให้มีการทดลองโดยใช้เครื่องมือง่าย ๆ
โดยมีการจัดทำคู่มือครูเป็นการแนะแนวการสอนตามหลักสูตร การวัดและประเมินผลก็มีการ
กำหนดให้มีคะแนนระหว่างปีทุกวิชา ซึ่งได้จากการสอบย่อย การปฏิบัติการทดลอง การทำ
แบบฝึกหัด รายงาน และอื่น ๆ

หลังจากกระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรพุทธศักราช 2503 มา
ได้ระยะหนึ่ง ได้มีโครงการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาขึ้นในประเทศต่าง ๆ
หลายโครงการ ซึ่งมีหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้วย เช่น โครงการ Introductory
Physical Science (IPS) โครงการ Intermediate Science Curriculum
Study (ISCS) ของประเทศสหรัฐอเมริกา โครงการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของมูลนิธิ

นัฟฟิลด์ (Nuffield Foundation) ของประเทศอังกฤษ และ Australian Science Education Project (ASEP) ของประเทศออสเตรเลีย

โครงการเหล่านี้ทำให้เกิดความตื่นตัวในเรื่องการพัฒนาการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก นอกจากนั้น การที่องค์การศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติให้การสนับสนุนโดยช่วยเหลือในด้านการเงินเกี่ยวกับโครงการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ก็เป็นสิ่งสำคัญที่ผลักดันให้เกิดการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ขึ้นในภูมิภาคเอเชีย โดยมีกรุงเทพมหานครเป็นศูนย์กลางของการดำเนินโครงการทดลองสอนวิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยเริ่มใน พ.ศ. 2508 และหลังจากนั้นก็มีการทดลองสอนวิชาฟิสิกส์ระดับเดียวกัน โดยให้มีวิธีสอนและอุปกรณ์ที่ทันสมัยและเหมาะสมกับสภาพท้องถิ่น โครงการดังกล่าวได้รับผลดีเป็นที่น่าพอใจ และได้รับการสนับสนุนให้ดำเนินการต่อไป ใน พ.ศ. 2515 คณะรัฐมนตรีมีมติให้จัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ขึ้น เพื่อริเริ่มดำเนินการส่งเสริมการค้นคว้า และวิจัยหลักสูตรวิธีสอน การวัดผลการสอนเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ดำเนินการค้นคว้าปรับปรุงและจัดทำแบบเรียน แบบฝึกหัด หนังสืออ่านประกอบและคู่มือครู เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ตลอดจนดำเนินการฝึกอบรมครู อาจารย์ นิสิตและนักศึกษา เกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทุกระดับการศึกษา หลักสูตร และสื่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของไทยก็ได้รับการพัฒนาเป็นการใหญ่ตั้งแต่นั้นมา

2. การพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ฉบับ พ.ศ.

2520

สสวท. ได้ริเริ่มดำเนินการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พร้อม ๆ กับระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตั้งแต่ พ.ศ. 2514 ด้วยการศึกษาโครงการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในประเทศต่าง ๆ แล้วจึงเริ่มศึกษาและสำรวจเกี่ยวกับภาวะ

การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปตามโรงเรียนต่าง ๆ ในประเทศไทย นอกจากนั้น ยังได้รวบรวมหนังสือและเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับหลักสูตรและการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปในขณะนั้น เพื่อนำมาวิเคราะห์ทั้งในด้านเนื้อหา วิธีสอนและวิธีประเมินผล

ขั้นตอนที่สำคัญอีกขั้นหนึ่งในการพัฒนา ก็คือ การประชุมปฏิบัติการซึ่งจัดขึ้นระหว่าง วันที่ 7 เมษายน - 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2514 ผู้เข้าร่วมประชุมประกอบด้วย นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ ศึกษาในเทคนิควิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ อาจารย์จากมหาวิทยาลัย ตลอดจนที่ปรึกษาจากต่างประเทศ ได้ร่วมกันศึกษาหลักสูตรของชาติต่าง ๆ โดยเฉพาะหลักสูตร ASEP ของประเทศออสเตรเลีย ISCS ของประเทศสหรัฐอเมริกา Nuffield ของประเทศอังกฤษ และหลักสูตรพุทธศักราช 2503 ของประเทศไทย เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในด้านเนื้อหา วิธีสอนและอื่น ๆ ซึ่งพบว่าในขณะนั้น การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยมีการเน้นเนื้อหาเป็นส่วนใหญ่ มีการทำงานทดลองบ้าง แต่ก็เป็นการทำงานเพื่อสนับสนุนกฎ หลักการ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น กิจกรรมส่วนใหญ่จะเป็นของครู นักเรียนเป็นผู้ฟัง การสอนด้วยวิธีดังกล่าวเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาความคิด ตลอดจนเจตคติและวิธีการน้อยกว่าที่ควร นอกจากนั้นก็พบว่า เนื้อหาบางตอนก็ล้าสมัยไปแล้ว ผู้เข้าร่วมประชุมจึงได้ร่วมกันพิจารณาวางจุดประสงค์ ขอบข่ายเนื้อหา ตลอดจนแนวความคิดหลักต่าง ๆ ที่นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาควรเรียน โดยแบ่งเป็นแต่ละระดับชั้น จากนั้นจึงพัฒนาแบบเรียน คู่มือครู ตลอดจนอุปกรณ์ขึ้น เพื่อนำไปใช้สอนนักเรียนในโครงการดำเนินการสอนของ สสวท. โดยเริ่มตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในปีการศึกษา 2517 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3 ในปีการศึกษาต่อ ๆ มา และกระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรฉบับใหม่นี้ทั่วประเทศในปีการศึกษา 2520

ก่อนการประกาศใช้หลักสูตรฉบับนี้ทั่วประเทศ สสวท. กรมการฝึกหัดครูและกรมสามัญศึกษาได้ร่วมกันจัดการอบรมครูทั่วประเทศขึ้น เพื่อให้ครูได้เข้าใจถึงจุดประสงค์ เนื้อหา วิธีสอน การประเมินผล ตลอดจนอุปกรณ์ที่ใช้ในหลักสูตรใหม่

ลักษณะของหลักสูตร หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
ที่ สสวท. พัฒนาขึ้น มีลักษณะเด่น ๆ ที่ควรกล่าวถึงหลายประการ ดังนี้

1. จุดประสงค์ เช่นเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์สาขา
อื่น ๆ ผู้ดำเนินการพัฒนาจะต้องกำหนดจุดประสงค์ของหลักสูตรเสียก่อน เพื่อเป็นแนวทาง
ให้ทราบว่าจะให้นักเรียนระดับนี้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไปทำไมและเพื่ออะไร จุดประสงค์
ของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับนี้กำหนดไว้ว่า

1.1 เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีพื้นฐานของ
วิชาวิทยาศาสตร์

1.2 เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของ
วิชาวิทยาศาสตร์

1.3 เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

1.4 เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์

1.5 เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อ

มวลมนุษยและสภาพแวดล้อม

2. เกณฑ์ในการเลือกเนื้อหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีมากมายและ
ก้าวหน้าไปอย่างไม่หยุดยั้ง ดังนั้นจึงไม่สามารถที่จะถ่ายทอดความรู้ทั้งหมดให้แก่ นักเรียนได้
จึงจำเป็นที่จะต้องเลือกเนื้อหาเพียงบางส่วนมาบรรจุในหลักสูตร เกณฑ์ในการเลือกเนื้อหา
สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีดังนี้

2.1 สอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่

2.2 มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันพอที่จะเห็นโครงสร้างของความรู้

ทางวิทยาศาสตร์

2.3 ให้หลักการทางวิทยาศาสตร์พอที่จะใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ

ได้บ้าง

2.4 เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด ความสามารถและวัยของผู้เรียน

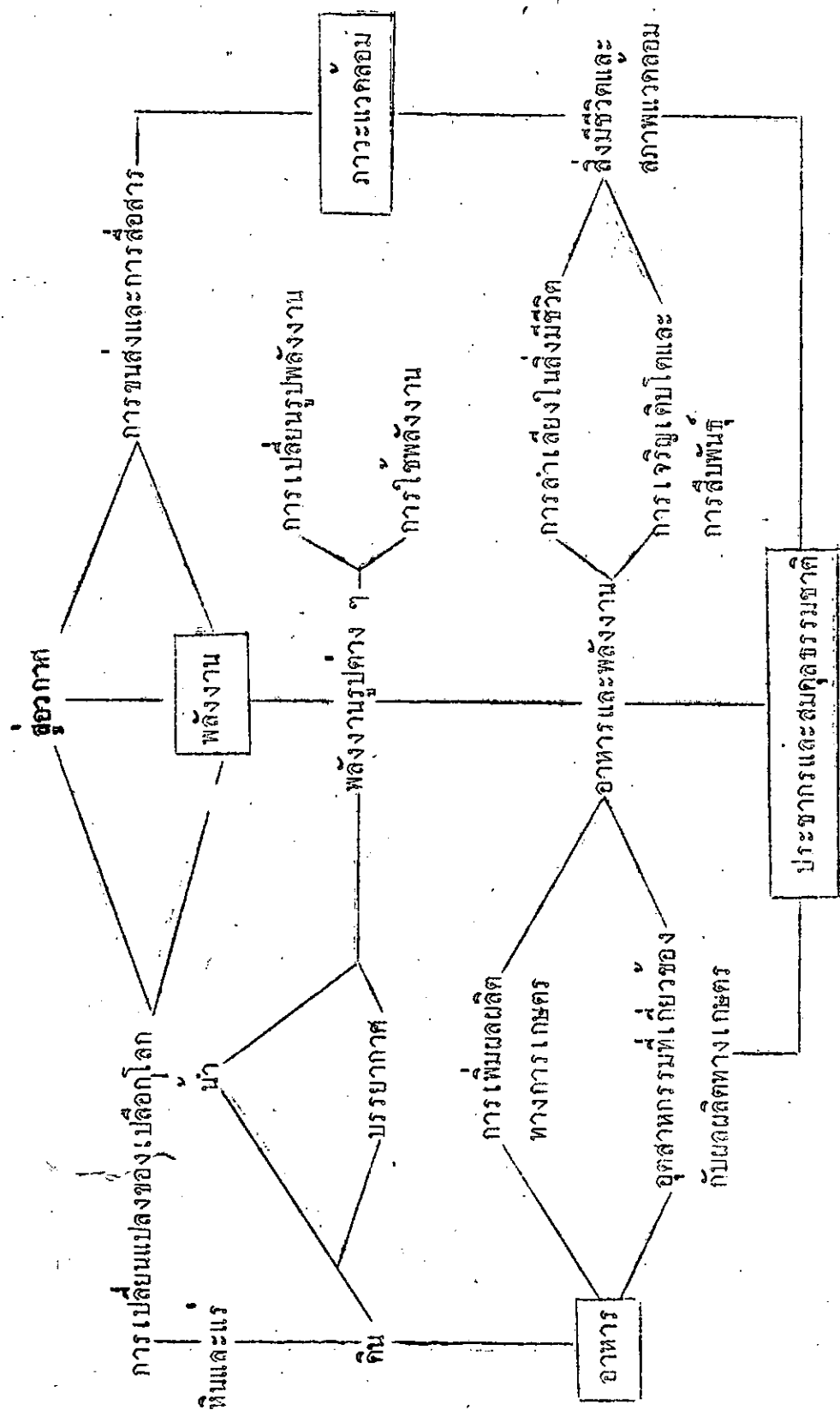
2.5 อยู่ในข่ายที่ครูจะสอนได้ และอยู่ในขอบเขตของอุปกรณ์ที่พอจะหาได้ในประเทศ

2.6 มีตัวอย่างการประยุกต์หลักการทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และเทคโนโลยีอื่น ๆ

2.7 ช่วยในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ส่วนบุคคล และให้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้และการสงวนทรัพยากรธรรมชาติ รวมทั้งการรักษาสภาพแวดล้อม

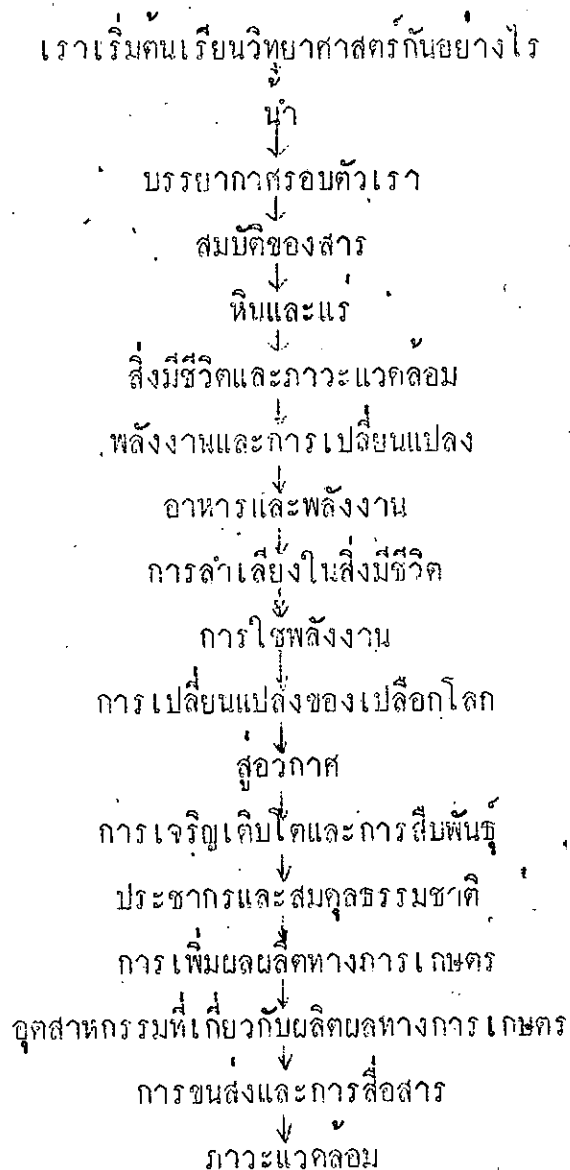
3. ขอบข่ายของหลักสูตร ขอบข่ายเนื้อหาของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่ สสวท. พัฒนาขึ้น แสดงให้เห็นเป็นโครงสร้างได้ ดังภาพประกอบ 1





ภาพประกอบ 1 โครงสร้างเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ สสท. พัฒนาขึ้น

การจัดลำดับเนื้อหาโคออร์ดิเนชันหลักการที่ว่า ควรให้นักเรียนได้เริ่มศึกษาจากสิ่งใกล้ตัวเสียก่อน แล้วจึงขยายวงกว้างออกไปจนถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 การจัดลำดับเนื้อหาในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

การเสนอเนื้อหาจะเป็นไปในลักษณะผสมผสานระหว่างแขนงวิชาต่าง ๆ คือ เคมี ชีววิทยา และฟิสิกส์ โดยพยายามจะให้สอดคล้องกับสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวันให้มากที่สุด ทั้งนี้โดยยึดหลักสำคัญที่จะให้นักเรียนได้พยายามเรียนรู้หลักการทางวิทยาศาสตร์ และแนวความคิดที่สำคัญ ๆ ด้วยตนเองให้มากที่สุด ด้วยการลงมือทำการทดลองเอาจากวัสดุรูปลักษณะการเสนอเนื้อหาได้ดังนี้

1. มุ่งให้ความสำคัญแก่ตัวนักเรียน โดยให้นักเรียนมีโอกาสดำกิจกรรมมากที่สุด
2. ใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสดำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. ให้นักเรียนมีความสุข น่าสนใจ

4. เป็นการผสมผสานกันในแขนงวิชาต่าง ๆ และระหว่างภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

4. สิ่งที่ได้จากการพัฒนาหลักสูตร หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นดังกล่าวมีส่วนประกอบสำคัญที่เป็นผลจากการพัฒนา คือ สื่อการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วยแบบเรียน คู่มือครู อุปกรณ์ ตลอดจนเอกสารเสริมบทเรียน

4.1 หนังสือเรียนมีอยู่ 6 เล่ม ซึ่งบรรจุเนื้อหาไว้ตามขอบข่ายของเนื้อหา ดังที่ได้กล่าวไว้ในข้อ 3

4.2 คู่มือครู เป็นหนังสือที่สร้างขึ้นสำหรับครู เพื่อใช้ในการดำเนินการสอน ในคู่มือครูแต่ละบทจะประกอบด้วย จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ลำดับแนวความคิดต่อเนื่อง สรุปแนวความคิดที่สำคัญภายในบท และแนวดำเนินการสอน อย่างค่อนข้างละเอียดสำหรับแต่ละหัวข้อ ซึ่งมีข้อแนะนำตั้งแต่การนำเข้าสู่บทเรียน รายการอุปกรณ์และสารเคมีที่ต้องใช้ในแต่ละการทดลอง และการเตรียมล่วงหน้าที่สำคัญก็คือแนวทางสำหรับการอภิปรายก่อนการทดลอง กิจกรรมขณะทำการทดลองและการอภิปรายหลังการทดลอง นอกจากนั้น ยังมีข้อแนะนำเพิ่มเติมสำหรับครูอีกด้วย ซึ่งข้อแนะนำนี้อาจจะเป็นความรู้เพิ่มเติมในบางเรื่องหรือการเลือกวัสดุอุปกรณ์ทดแทนอื่น ๆ

4.3 เอกสารเสริมบทเรียน มีทั้งที่ทำขึ้นสำหรับครูและนักเรียน เช่น เอกสารประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีเรื่องของแนวการสอนแผนใหม่ วิธีประเมินผล การจัดและการใช้อุปกรณ์ คู่มือการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ คู่มือเกี่ยวกับการผลิตอุปกรณ์ ทดแทนจากวัสดุที่หาง่ายหรือวัสดุเหลือใช้ เป็นต้น

4.4 อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเป็นอุปกรณ์ราคาถูก ทำจากวัสดุที่มีในประเทศ เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสใช้และทดลองด้วยตนเองมากที่สุด

5. กระบวนการเรียนการสอน กระบวนการเรียนการสอนที่แนะนำไว้ในหลักสูตร มีลักษณะเป็นการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ทั้งนี้เพื่อบ่งหมายที่จะส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเองอย่างเป็นขั้นตอน รู้จักค้นคว้าหาเหตุผลและสามารถแก้ปัญหาได้ ด้วยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ กิจกรรมสำคัญที่แนะนำไว้ในกระบวนการเรียนการสอนแบบนี้คือ

1. การทดลอง

2. การอภิปรายซักถามระหว่างครูกับนักเรียน

กิจกรรมทั้ง 2 ประการนี้จะทำให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะต่าง ๆ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ การคำนวณ การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความข้อมูลและสรุปผล ซึ่งรวมเรียกว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์" นอกจากนั้น การอภิปรายซักถามจะช่วยทำให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเองอีกด้วย โดยที่ครูอาจเป็นผู้เริ่มตั้งปัญหาชวนคิดให้นักเรียนเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนหรือการทดลอง หากเป็นการทดลอง ครูจะต้องอภิปรายก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ซึ่งครูจะต้องพยายามตั้งคำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปหรือแนวความคิดหรือหลักการที่สำคัญ ๆ ของบทเรียนนั้น ๆ

ในการเรียนการสอนแบบนี้ มิได้กำหนดให้ครูเท่านั้นที่เป็นฝ่ายตั้งปัญหาถาม แต่ต้องการให้ทั้งครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เมื่อนักเรียนมีข้อคิดซัก ครูควรหาวิธีตอบ ในลักษณะที่จะกระตุ้นให้คิดมากกว่าจะตอบคำถามโดยตรง ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ในการเรียน การสอนแบบนี้ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยเหลือผู้ให้คำแนะนำเท่านั้น สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่ง นอกเหนือจากความรู้พื้นฐานและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จะได้จากการเรียน การสอนแบบนี้คือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายถึงความมีเหตุผล ใจกว้างยอมรับ ฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น ยอมเปลี่ยนความคิดเมื่อมีข้อมูลใหม่มาสนับสนุน ความซื่อสัตย์ และ ความมีระเบียบ

การใช้หลักสูตร

1. การเตรียมการ

1.1 โครงการดำเนินการสอน ก่อนจะนำหลักสูตรนี้ออกใช้ทั่วประเทศ ได้มีการนำไปสอนในโรงเรียนในโครงการดำเนินการสอนทั้งในกรุงเทพฯ และต่างจังหวัด 12 โรงเรียน เพื่อดูความเป็นไปได้ในเรื่องของเวลา ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน และความเหมาะสมกับสภาพของสังคม ตลอดจนความสามารถของครู แล้วจึงนำข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มาปรับให้แบบเรียน คู่มือครู อุปกรณ์เหมาะสมยิ่งขึ้น ก่อนนำออกใช้ทั่วประเทศ

1.2 การอบรมครู : เนื่องจากจำนวนครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมีมาก สสวท. จึงได้จัดอบรมอาจารย์จากวิทยาลัยครู ซึ่งเป็นศูนย์การอบรม 13 แห่ง เพื่อชี้แจง ถึงจุดมุ่งหมาย หลักการ เนื้อหา วิธีใช้ อุปกรณ์ แบบเรียนและคู่มือครู อย่างละเอียด จากนั้น แต่ละศูนย์จึงจัดการอบรมให้ครูประจำการในบริเวณใกล้เคียงก่อนจะประกาศใช้หลักสูตร ทั่วประเทศ

นอกจากนี้ยังมีการ เตรียมการใช้หลักสูตรโดยสอดแทรกเรื่องเกี่ยวกับหลักสูตรนี้เข้าไป ในวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของนิสิตที่เรียนอยู่ในระดับอุดมศึกษากว

2. การติดตามผล เพื่อเป็นการประเมินผลหลักสูตรและเป็นการแก้ปัญหาให้ครูผู้สอน ได้จัดให้มีการติดตามผลขึ้นดังนี้.

2.1 เยี่ยมโรงเรียนทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค

2.2 ส่งแบบสอบถามเกี่ยวกับปัญหาการใช้แบบเรียน คู่มือครู และอุปกรณ์ไปยังครู นักเรียนและผู้บริหาร

2.3 ทำการวิจัย

2.4 ให้บริการทางวิชาการโดยตอบปัญหาทั้งทางจดหมายและโทรศัพท์

3. การจัดตั้งศูนย์บริการการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวกับการขาดแคลนอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ อุปกรณ์ชำรุดและครูไม่สามารถซ่อมแซมได้ ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู การผลิตวัสดุทัศนวัสดุที่ใช้ประกอบการสอน ตลอดจนการประเมินผล สสวท. ร่วมกับกรมการฝึกหัดครู ได้จัดตั้งศูนย์บริการการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้นที่วิทยาลัยครูทั้ง 36 แห่ง

3. การปรับปรุงหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป หลังจากการประกาศใช้ทั่วประเทศ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นฉบับ พ.ศ. 2520

หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปที่พัฒนาขึ้นสำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนต้นฉบับ พ.ศ. 2520 นั้น เป็นหลักสูตรที่จัดทำขึ้นเพื่อรับนักเรียนที่จบชั้นประถมศึกษา หลักสูตรพุทธศักราช 2503 เนื่องจากใน พ.ศ. 2521 ได้มีการเปลี่ยนแปลงระบบการศึกษาจาก 7 : 3 : 2 เป็น 6 : 3 : 3 และมีการประกาศใช้หลักสูตรประถมศึกษาฉบับใหม่ คือ หลักสูตรพุทธศักราช 2521 ขึ้น ทำให้ในปีการศึกษา 2527 จะเป็นปีแรกที่มีนักเรียนจบหลักสูตรประถมศึกษาพุทธศักราช 2521 นอกจากนั้น ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก็ดำเนินไปอย่างไม่หยุดยั้ง ที่สำคัญก็คือในระหว่างการใช้หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ฉบับ พ.ศ. 2520 มีการติดตามผลทั้งในรูป

ของการออกไปเยี่ยมโรงเรียน การส่งแบบสอบถาม การวิจัย และการจัดประชุมปฏิบัติการ ซึ่งได้ข้อมูลมากมายเกี่ยวกับการใช้หลักสูตร จากเหตุผลดังกล่าวทำให้ต้องปรับปรุงแบบเรียน คู่มือครู และอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับสภาพการณ์ดังกล่าวมาแล้ว แต่เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องงบประมาณ การปรับปรุงในครั้งนี้จึงเป็นการปรับปรุงไม่มากนักเกินไป วิธีสอนยังคงรูปเดิม มีการปรับปรุงเฉพาะส่วนที่จำเป็นเท่านั้น

การสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry method) หรือที่นักการศึกษาบางคนเรียกว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนหรือการสอนแบบสืบสอบ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง เริ่มต้นจากการที่นักเรียนมีข้อสงสัยในสิ่งใดสิ่งหนึ่งและพยายามที่จะหาคำตอบหรือข้อสงสัยเหล่านั้น โดยอาจเริ่มสำรวจข้อมูลต่าง ๆ มาประกอบการพิจารณา โดยการไต่ถามหรือสอบสวนหาสาเหตุต่าง ๆ เช่น พยายามตั้งคำถามหลายแง่หลายมุมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น ๆ โดยตรง หรือทำการทดลองเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาหรือข้อสงสัย (สมสุข วีระพิจิตร 2526 : 45) การสอนแบบนี้เน้นการที่นักเรียนลงมือกระทำ (Learning by doing) ซึ่งตรงกับแนวคิดของ จอห์น ดีวอี้ (John Dewey) ที่เน้นการเรียนรู้ด้วยการกระทำและเข้ามีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ในกระบวนการเรียนการสอน การสอนแบบนี้ นักเรียนจะเป็นผู้ค้นคว้าเอง ไม่ใช่เป็นเพียงผู้สังเกตการณ์หรือผู้รับถ่ายทอด พฤติกรรมในห้องเรียนจะเป็นระบบที่นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ (Student-centered) บทบาทของนักเรียนคือ เป็นผู้ร่วมงานที่กระตือรือร้นในการค้นคว้าหาความรู้ ซึ่งจะทำให้ นักเรียนค้นพบความสามารถของตนเองในการเรียนรู้ถึงวิธีการเรียนรู้ที่ใช้สติปัญญาของตนในการแก้ปัญหา ความสามารถในการแก้ปัญหานี้จะมีคุณค่าอย่างยิ่งในภายหลังที่จบจากโรงเรียนไปแล้ว ส่วนบทบาทของครูก็คือเป็นผู้จัดการเรียนสถานการณ์ที่จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้

แสดงบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ ครูจะเป็นผู้ตั้งคำถามต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนค้นพบ
 ด้วยตนเอง สิ่งที่น่าสนใจในการสอนแบบนี้คือการตั้งคำถาม ไม่ใช่การบอกทุกสิ่งทุกอย่างแก่
 นักเรียน หรืออาจให้นักเรียนเป็นผู้ถามก็ได้ (ธีระชัย ปุณณโชติ 2517 : 46 - 47)
 นอกจากนี้ครูยังต้องเตรียมพร้อมที่จะสร้างความสนใจและสนับสนุนกระบวนการสืบสวนสอบสวน
 ของนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนใคร่รู้เพิ่มเติมควยว่าเขาได้ค้นพบอะไร ด้วยวิธีการอย่างไร
 (สมสุข ธีระพิจิตร 2526 : 46)

ขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การดำเนินการสอนแบบสืบเสาะ
 หาความรู้ เป็นกระบวนการที่ค่อนข้างซับซ้อน จึงยากแก่การกำหนดขั้นตอนอย่างละเอียด
 ชัดเจน แต่อย่างไรก็ตามได้มีผู้แบ่งขั้นตอนของการเรียนการสอนแบบนี้ไว้หลายแนวทาง
 ดังจะกล่าวต่อไปนี้ เช่น

ซุคแมน (Suchman) เป็นผู้คิดค้นวิธีสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้
 (Inquiry) โดยเน้นการใช้คำถามของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนค้นพบหลักการและกฎเกณฑ์
 ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวคิดของ ซุคแมน แบ่งออก
 เป็น 3 ขั้นตอน คือ (วิญญู วัชรวิชัยโรติ 2521 : 43 - 45 อ้างอิงมาจาก
 Suchman. 1962)

1. ตั้งปัญหา ในขั้นนี้ ครูสร้างเหตุการณ์ที่ขัดแย้งกันในหลักการ เพื่อให้นักเรียน
 เกิดข้อสงสัยระหว่างโครงสร้างของการรับรู้และความคิดเห็นเดิมกับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่
 ทำให้นักเรียนเกิดความกระหายที่จะสืบค้นต่อไป

2. ซักถาม ในขั้นนี้ นักเรียนจะตั้งคำถามเพื่อซักครู โดยจะต้องตั้งคำถามนั้น
 ให้อยู่ในรูปที่จะตอบว่า "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" เท่านั้น การกำหนดให้ถามเช่นนั้นก็เพื่อให้
 การสืบค้นเป็นไปในแบบอุปมา (Inductive) ใ้มากที่สุดที่จะทำได้

นักเรียนจะได้รับภาระกระตุ้นให้รวบรวมข้อมูลโดยการถาม ซึ่งเป็นการบังคับให้
 เด็กใช้เหตุผลเชิงอุปมาและนักเรียนจะทำการทดสอบสมมติฐานหรือทฤษฎีของเขา โดยการ

ทดลองคว่ำคำพูดเป็นส่วนใหญ่ ครูไม่จำเป็นต้องจัดหาวัสดุมาให้เด็กได้ทำการทดลองเพิ่มเติม เพราะถ้าให้เด็กได้ทำการทดลองจริง ๆ แล้วจะทำให้เด็กไม่ต้องคิด

ในขั้นนี้ ครูจะส่งเสริมให้นักเรียนกำหนดตัวแปรอิสระต่าง ๆ และทำนายผลของมัน ที่มีต่อตัวแปรตามด้วยตนเอง เด็กจะถามครูแต่เพียงว่า การทำนายของเขาเป็นไปตามที่คิดหรือไม่ ครูจะตอบแต่เพียงว่า "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" เท่านั้น หรืออาจจะบอกว่าการทดลองคว่ำคำพูดของนักเรียนยังมีการควบคุมยังไม่ดีพอก็ได้ นักเรียนจะคิดแปลงการทดลอง (คว่ำคำพูด) จนกว่าจะค้นพบความสัมพันธ์ที่ต้องการ

3. วิจารณ์กระบวนการสืบค้นคว่ำคำถาม ในขั้นนี้ ครูช่วยวิจารณ์ว่านักเรียนควรจะปรับปรุงการถามอย่างไร บางครั้งครูจะเปิดโอกาสโดยให้เครื่องมือบันทึกเสียงให้นักเรียนได้ฟังคำถามของตนเอง แล้ววิจารณ์ว่าตอนใดไม่เหมาะสมและควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไร

วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอนของ **ทูลแมน** ที่กล่าวมานั้น **วีรยุทธ วิเชียรโชติ** (**วีรยุทธ วิเชียรโชติ 2521 : 46**) เห็นว่ายังไม่เหมาะกับเด็กไทย เพราะเป็นวิธีการที่ยังขาดระบบโครงสร้างที่แน่นอน แม้ว่าอาจจะเหมาะกับเด็กอเมริกัน ที่มีพื้นฐานของความซำ่กถามปัญหาและคิดเห็นอยู่แล้วพอสมควร แต่ถ้าจะนำมาใช้กับเด็กไทยซึ่งไม่ค่อยชอบซักถามและยังค่อยความสามารถในทางความคิด ก็อาจทำให้เด็กไทยเกิดความท้อแท้และเบื่อหน่ายต่อวิธีการนี้ ดังนั้น **วีรยุทธ วิเชียรโชติ** จึงได้พัฒนาการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ขึ้นให้มีระบบโครงสร้างที่แน่นอน โดยได้นำหลักวิธีวิจัยมาสังเคราะห์กับหลักการเรียนรู้อย่างมีระบบโครงสร้างของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ตามลำดับดังนี้ (**วีรยุทธ วิเชียรโชติ 2521 : 46**)

1. ขั้นสังเกตปัญหา
2. ขั้นสังเกต
3. ขั้นอธิบาย

4. ขั้นทำนายและทดลอง

5. ขั้นควบคุมและคิดสร้างสรรค์

หลักการเรียนรู้ที่นำมาสังเคราะห์ คือ หลักของการรับเข้าโครงสร้างและการปรับปรุงโครงสร้างของ เพียเจต์ (Piaget) และ ออซูเบล (Ausubel) ตามหลักการนี้ถือว่าผู้เรียนรู้เป็นกระบวนการผกผันระหว่างการรับประสบการณ์เข้าสู่โครงสร้างเดิม ถ้าประสบการณ์นั้นมีโครงสร้างสอดคล้องกับโครงสร้างการเรียนรู้และความคิดของผู้เรียน แต่ประสบการณ์นั้นเป็นสิ่งใหม่ โครงสร้างเดิมของผู้เรียนไม่สามารถจะรับไว้ได้ ผู้เรียนก็จะปรับขยายโครงสร้างการเรียนรู้และความคิดของตน เพื่อที่จะรับประสบการณ์ใหม่นั้นเข้าโครงสร้างได้

จากหลักการนี้ ดังนั้นเมื่อจะมีการเรียนรู้ประสบการณ์ใหม่ ครูจึงควรที่จะสร้างความพร้อมในเชิงโครงสร้างการเรียนรู้และความคิดให้กับผู้เรียนก่อนที่จะมีการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ การรับเข้าสู่โครงสร้างจะเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ ถ้าครูจะส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในชั้นเรียน เด็กจะเรียนรู้โดยการใช้ความรู้เดิมเป็นแนวทางในการรับรู้และในการคิด เช่น ครูถามนักเรียนว่า "สัตว์ชนิดหนึ่งมีสี่ขา ชอบกินปลาเป็นอาหาร สัตว์นั้นคืออะไร?" เด็กอาจตอบว่า "แมว" การที่เด็กตอบเช่นนั้นเพราะเด็กนำความรู้เดิมหรือโครงสร้างการเรียนรู้เดิมเกี่ยวกับ "แมว" มาใช้ในการรับรู้ ประสบการณ์ (คำพูดของครู)

แต่ถ้าครูกลับบอกเด็กว่า "ไม่ใช่แมว" เด็กจะเกิดความสับสนและงุนงง ทั้งนี้เพราะโครงสร้างเดิม ความรู้เดิมของเด็กไม่สามารถจะรับรู้ประสบการณ์ใหม่นี้ได้ เด็กจึงเกิดความจำเป็นที่จะต้องปรับขยายโครงสร้างการเรียนรู้และความคิดของตนเอง เพื่อจะเข้าใจประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ กระบวนการนี้เรียกว่า "การปรับขยายโครงสร้างการเรียนรู้และความคิด" กระบวนการนี้เป็นการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงขยายโครงสร้างเดิมเพื่อจะรับความรู้ใหม่นั้นให้มาสัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือโครงสร้างเดิมได้ ถ้าไม่มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง

โครงสร้างเดิมก็ไม่มีความสามารถจะรับความรู้ใหม่ได้ เช่น ตัวอย่างดังกล่าวมาแล้ว ครูจะต้องช่วยให้นักเรียนปรับขยายสัณยภาพหรือความคิดรวบยอดของสัตว์ที่กินปลาว่ามีหลายชนิด ไม่ใช่มีเฉพาะแมวที่เป็นสัตว์กินปลา เช่น เสือปลาก็ชอบกินปลา ตัวนากก็ชอบกินปลา เป็นต้น

ส่วนหลักการวิจัยเบื้องต้นที่นำมาสังเคราะห์ได้แก่ขั้นตอนของการวิจัยแบบธรรมชาติ ดังนี้

1. การสังเกต โดยอาศัยประสาทสัมผัสทั้ง 5 เพื่อบรรยายสิ่งแวดล้อมว่าอะไรคืออะไร และอะไรคือปัญหา
 2. การอธิบาย โดยใช้เหตุผลเพื่อหาสาเหตุของปัญหา อธิบายธรรมชาติและอธิบายว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น
 3. การทำนาย โดยการตั้งสมมติฐานเชิงทำนายเพื่อพิสูจน์คำอธิบายและการนำกฎเกณฑ์ที่ได้พิสูจน์แล้วไปใช้ทำนายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นใหม่ในอนาคต หรือที่เกิดขึ้น ณ ที่อื่น ๆ
 4. การควบคุม โดยการนำกฎเกณฑ์และหลักการที่ค้นพบไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมสิ่งแวดล้อมเพื่อให้สนองความต้องการของมนุษย์
- คาร์วิน และ ซัน (Carin and Sund. 1975) ได้แบ่งขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหา อาจกระทำได้หลายรูปแบบ เช่น ใช้การอภิปราย การสนทนา การซักถาม การเล่าเหตุการณ์ และการใช้อุปกรณ์ ประกอบการอภิปราย สถานการณ์หรือปัญหาควรเป็นสถานการณ์หรือปัญหาที่อยู่ใกล้ตัว ถึงจุดความสนใจของนักเรียน และสามารถโยงไปสู่การออกแบบการทดลองที่ต้องการได้
2. การตั้งสมมติฐาน การตั้งสมมติฐานจะต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาในขั้นแรกเป็นหลักโดยใช้คำถามที่ต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน เพื่อนำไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้

3. การออกแบบการทดลอง ครูอาจใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่การออกแบบการทดลองและระบุวิธีการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ครูและนักเรียนช่วยกันตั้งไว้

4. การทดสอบสมมติฐาน กิจกรรมในขั้นตอนนี้ได้แก่ การทำการทดลองและบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น

5. การเขียนข้อสรุปที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน ครูอาจใช้คำถามโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลองเพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้ปัญหาข้างต้น และควรจะมีคำตอบที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย

สำหรับขั้นตอนของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ของไทยที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้วางแนวทางของการสอนเป็นขั้นตอนใหญ่ ๆ 3 ขั้นตอน ทั้งนี้โดยพิจารณาจากกิจกรรมที่สำคัญในกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งได้แก่การอภิปราย และการทดลอง จึงได้แบ่งขั้นตอนของการสอนเป็น 3 ขั้นตอนต่อไปนี้คือ

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นการเริ่มต้นเพื่อจะนำไปสู่การกำหนดปัญหาหรือแนะแนวให้นักเรียนคิดออกแบบการทดลองหรือตั้งสมมติฐาน และหาวิธีทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานแล้วแต่กรณี ผลพลอยได้จากขั้นตอนนี้คือการช่วยฝึกและปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น

2. การทดลอง เป็นส่วนสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ในการที่จะนำไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ฝึกให้นักเรียนรู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่น แต่ถึงแม้ว่าการทดลองจะเป็นส่วนสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ก็ตาม ในบางกรณีครูอาจดำเนินการสอนไปตามกระบวนการของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยไม่มีการทดลองก็ได้ แต่ทั้งนี้กิจกรรมที่นำมาแทนในส่วนนี้ได้แก่ การซักถาม การยกข้อมูลที่มียูก่อนมาอภิปรายสรุปผล หรือการจำลองสถานการณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลมาอภิปราย

สรุปผล แล้วแต่ความเหมาะสม ทั้งนี้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จึงอาจเกิดขึ้นโดย
ไม่มีการทดลองเลยก็ได้

3. การอภิปรายหลังการทดลอง ครูจะต้องพยายามตั้งคำถามเพื่อนำนักเรียน
ไปสู่ข้อสรุปหรือแนวคิดหรือหลักการสำคัญ ๆ ของบทเรียนนั้น ๆ

วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีประโยชน์เป็นวิธีสอนใด ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับสัมพันธกับ
วิธีสอนแบบอื่น ๆ เพียงแต่วิธีสอนแบบนี้มีลักษณะบางอย่างแตกต่างไปจากการสอนโดยวิธี
อื่น ๆ และถ้าจะให้การเรียนการสอนโดยวิธีนี้ได้ผลสมบูรณ์เต็มที่แล้วครูก็ควรจะนำวิธีสอน
แบบอื่น ๆ เข้ามารวมผสมผสานใช้กระบวนการเรียนการสอนแบบนี้อย่างเหมาะสมด้วย ซึ่ง
ในปัจจุบันนี้ยังไม่มีข้อมูลยืนยันว่าจะมีวิธีสอนหรือกิจกรรมใดดีที่สุด หรือตรงกับวัตถุประสงค์
ของการเรียนการสอน หรือเหมาะกับเนื้อหาวิชาทุกบททุกตอน หรือเหมาะสมกับทุก ๆ
สถานการณ์ ทั้งนี้ การสอนจะมีประสิทธิภาพเพียงใด บทเรียนมีชีวิตชีวาแค่ไหนขึ้นอยู่กับการ
ศิลปะในการสอนของครู (สมสุข ชีระพิจิตร 2526 : 8 - 9)

แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้

ธีระชัย ปุณณโชติ (ธีระชัย ปุณณโชติ 2517 : 44 - 45) ได้กล่าวถึง
หลักจิตวิทยาของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีที่สุด ถ้าหากได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ
อย่างเต็มที่ เช่น นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นถ้าหากได้ลงมือทำการทดลองด้วยตนเอง
แทนที่เพียงแต่อ่านตำราหรือฟังคำอธิบายของครูเท่านั้น

2. การชมเชย การให้รางวัลหรือการสนับสนุนให้กำลังใจ ช่วยให้เกิดการ
เรียนรู้ได้ดีกว่าการลงโทษ เพราะการชูหรือลงโทษอาจทำให้เกิดแนวโน้มในทางหลีกเลี่ยง
จากการเรียนรู้ได้

3. การเรียนรู้จะถูกถ่ายโยง (Transfer) ได้ดีต่อเมื่อผู้เรียนเห็นความเป็นไปได้ในการถ่ายโยงความรู้นั้น ๆ (Transfer of learning) และมีโอกาสที่จะนำเอาความรู้นั้น ๆ ไปใช้

4. สิ่งที่มีความหมายต่อผู้เรียน จะสามารถเรียนรู้ได้ง่ายที่สุดและจดจำได้ดีที่สุด

5. นักเรียนมักจะเรียนรู้สิ่งอื่น ๆ ด้วย นอกเหนือไปจากสิ่งที่ครูคิดว่ากำลังสอนอยู่

6. สิ่งแวดล้อมที่ดีและกว้างขวาง จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น ห้องเรียนหรือห้องปฏิบัติการที่ดีคือมีเครื่องมือหรืออุปกรณ์มาก ก็ยิ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากขึ้น ห้องเรียนที่ว่างเปล่าและไม่มีสิ่งที่น่าสนใจจะมีแรงกระตุ้นต่อการเรียนรู้ได้น้อยมาก

7. รายละเอียดของเนื้อหา ควรจะจัดให้เป็นหมวดหมู่หรือเป็นระเบียบอย่างดีเสียก่อนที่จะสอน (Structured pattern) มิฉะนั้นแล้ว จะทำให้เกิดการลืมอย่างง่ายดาย

8. การเรียนรู้จากการอ่านจะเกิดขึ้นได้ดี ถ้าหากว่าจะใช้เวลาในการทบทวนสิ่งที่ได้อ่านไปแล้วแทนที่จะอ่านซ้ำอีก

9. การสอนที่ได้เตรียมมาแล้วเป็นอย่างดี จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้มากขึ้น

10. นักเรียนมีแนวโน้มที่จะเรียนรู้ในแนวเกี่ยวกับที่ถูกทดสอบ เช่น ถ้าเราออกข้อสอบแก่เด็กเพื่อทดสอบแต่เพียงข้อเท็จจริงต่าง ๆ (Facts) นักเรียนก็มักจะพยายามจดจำข้อเท็จจริงต่าง ๆ เท่านั้น

11. นักเรียนจะเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ถ้านักเรียนรู้วัตถุประสงค์ของการเรียนในเรื่องนั้น ๆ และครูชี้ให้เห็นถึงวิธีที่จะนำไปสู่จุดมุ่งหมายนั้น ๆ

12. หน้าที่ของครูในกระบวนการเรียนรู้ก็คือ การแนะแนวทางแก่นักเรียนแต่ละคน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้

13. นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้จากเพื่อนนักเรียนด้วยกัน ดังนั้นการทำงานร่วมกันเป็นหมู่ในห้องปฏิบัติการจึงสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ได้

14. ถ้าจะสอนเกี่ยวกับรายละเอียดของเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ควรจะให้เข้าใจความหมายหรือหลักการของเรื่องทั้งหมดเสียก่อน แล้วจึงค่อยสอนรายละเอียดปลีกย่อยต่อไปภายหลัง

วิรุทธ วิเชียรโชติ (วิรุทธ วิเชียรโชติ 2521 : 37 - 39) ได้กล่าวถึงลักษณะของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในลัทธิจิตวิทยาการศึกษาไว้ดังนี้

1. กระบวนการเรียนการสอนเน้นการตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนสังเกต อธิบาย ทำนายและควบคุมสถานการณ์ที่เป็นปัญหา นักเรียนช่วยกันอภิปรายหัวข้อปัญหาเพื่อหาสาเหตุ และเพื่อหาทางแก้ปัญหานั้น แล้วนำวิธีแก้ปัญหานั้นไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

2. การเรียนเน้นการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า ตลอดจนการใช้ความคิดไตร่ตรองหาเหตุผล

3. การเรียนรู้เน้นให้เกิดความคิดในเชิงวิเคราะห์ สังเคราะห์ การมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล มีความคิดในทางสร้างสรรค์และเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม

4. การเรียนรู้ ยึดตัวผู้เรียนและกระบวนการคิดการกระทำเป็นศูนย์กลาง

5. ในการสอนการเรียน นักเรียนเป็นผู้ซักถาม อภิปรายและลงมือกระทำเป็นส่วนใหญ่ ครูเป็นเพียงผู้กระตุ้นคอยคำถาม

6. ครูและนักเรียนช่วยกันตั้งคำถาม ส่วนใหญ่นักเรียนตั้งคำถาม แล้วหาคำตอบด้วยตนเอง

7. นักเรียนเป็นผู้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ค้นพบกฎเกณฑ์ด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่

8. นักเรียนผลัดกันเป็นผู้นำ ครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ

9. นักเรียนเป็นผู้คิด เป็นผู้กระทำและเป็นผู้จับบันทึกความรู้ที่ค้นพบด้วยตนเอง

สมสุข ชีระพิจิตร (สมสุข ชีระพิจิตร 2526 : 54) ได้ให้ข้อเสนอแนะบางประการเกี่ยวกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนไว้ดังนี้

1. ครูจะต้องเตรียมวางแผนกิจกรรมและคำถามให้รอบคอบ พยายามทำการทดลองและสาธิตล่วงหน้าทั้งหมด เพื่อจะได้ทราบปัญหา หรือกระบวนการทดลองที่อาจจะต้องเน้นให้นักเรียนระมัดระวังเป็นพิเศษ

2. ให้โอกาสแก่นักเรียนในการทดลองแก้ปัญหาและตอบคำถามต่าง ๆ เพราะนักเรียนจะเรียนได้ดีที่สุดคือเมื่อได้มีการปฏิบัติหาประสบการณ์ด้วยตนเอง

3. ครูจะต้องทำหน้าที่กระตุ้นความคิดของนักเรียนโดยใช้คำถามต่าง ๆ เพื่อเร้าความสนใจและจะต้องสนใจปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนรู้สึกว่าเขามีส่วนร่วมในการค้นหาคำตอบนั้น ๆ ด้วย

4. ถึงแม้ว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนจะใช้เวลานานมากในแต่ละครั้ง หากจะให้ผลดีคุณค่า คือ นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการในการแสวงหาความรู้และสามารถจดจำความรู้นั้นได้นาน ครูอาจจะต้องยอมให้นักเรียนใช้เวลาในการคิด และแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยไม่รีบแนะวิธีการที่ถูกต้องเร็วเกินไป แต่คอยช่วยแนะนำหากเห็นว่านักเรียนไม่สามารถคิดหาคำตอบได้ด้วยตนเอง

5. เอาใจใส่นักเรียนให้ทั่วถึงทั้งชั้น โดยให้นักเรียนทั้งหมดมีโอกาสร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างทั่วถึง

6. ครูควรใช้เทคนิคต่าง ๆ มาช่วยในการสอนวิธีนี้ แทนที่จะสอนด้วยลักษณะเดียวกันในทุกบทเรียน

การ์คเนอร์ (Gardner. 2523 : 28 - 29) ได้เสนอวิธีสอนวิทยาศาสตร์ให้โดยลงไว้ดังนี้

1. ท่านจะต้องกระตุ้นให้ท่านทำใจให้ไกล ๆ เห็นว่าท่านรักทั้งวิชาวิทยาศาสตร์ที่ท่านสอนอยู่ และลูกศิษย์ของท่านเอง หากท่านยังไม่รู้สึกเช่นนั้นก็พยายามค้นหาสาเหตุและแก้ไขสถานการณ์

2. ปฏิบัติต่อนักเรียนเป็นรายบุคคลไป ทำหายคนที่เรียนเก่ง ให้กำลังใจคนที่เรียนช้า และอย่าละเลยคนที่เรียนปานกลาง

3. สนุกที่จะเรียนรู้ไปพร้อม ๆ กับลูกศิษย์ของท่านด้วย หลังจากที่ผ่านความไม่มั่นคงในระยะเริ่มแรกไปแล้ว วิธีสอนเช่นนี้เป็นวิธีที่มีชีวิตชีวาและมีประสิทธิภาพ นักเรียนเองไม่หวังว่าท่านจะทราบคำตอบของทุกคำถามที่นักเรียนถาม เมื่อสอนกันแบบสืบสวน สืบสวน

4. ถามคำถาม แทนที่จะบอกนักเรียนเสียทุกอย่าง

5. นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อได้ทำแบบทดลอง ให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมด้วยตลอดเวลา เช่น ทำการทดลอง อภิปรายผลการทดลอง และเชื่อมโยงความคิดหลักถามและตอบคำถาม รวมทั้งแก้ปัญหา ให้เขาได้ทำงานของเขาเองมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

6. สำนวนว่าคุณใช้เวลาคอยคำตอบจากนักเรียนนานเพียงใด ท่านใช้เวลาให้นักเรียนคิดก่อนตอบบ้างหรือไม่

7. สำนวนว่าคุณใช้เวลาอยู่หน้าห้องนานเท่าไร เมื่อเทียบกับเวลาที่ท่านม้ายืนอยู่กลางห้องในหมู่นักเรียน พยายามเคลื่อนไหวให้มาก แทนการแสดงตัวเป็นผู้มีอำนาจเต็มทีและเคร่งครัดในการสอน

8. ลองฟังเสียงของท่านเองซิ ให้ความรู้สึกว่าการเรียนรู้เป็นเรื่องน่าตื่นเต้นหรือเปล่า มันให้ความรู้สึกว่าท่านเป็นห่วงเป็นใยลูกศิษย์ของท่านหรือเปล่า หรือว่าฟังดูเหมือนท่านเบื่อและรำคาญการสอน

9. เตรียมให้พร้อมสำหรับการสอนแต่ละวัน ท่านได้ทดลองและสาธิตล่วงหน้าบ้างหรือไม่ วัสดุและอุปกรณ์ทุกอย่างพร้อมที่จะใช้หรือไม่ ท่านเตรียมการสอนไว้ดีแล้วหรือยัง ไม่ว่าจะโดยเขียนลงบนกระดานหรือโดยคิดไว้ในใจก็ตาม

ความหมาย ความสำคัญ และการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความหมายและความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมหรือวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้หรือค้นหาคำตอบของปัญหา นับเป็นองค์ประกอบหนึ่งของวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษาปัจจุบันเห็นว่าเป็นความจำเป็นที่จะต้องฝึกให้นักเรียนจนสามารถนำไปใช้ได้อย่างคล่องแคล่ว และเกิดความชำนาญในการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมกับเรื่องราวที่ต้องการศึกษาหรือปัญหาที่ต้องการแก้ไขและหาคำตอบหรืออาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่าจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์จะต้องหมายรวมถึงการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย นักการศึกษาหลายคนได้ยืนยันในทำนองเดียวกันว่า โดยอาศัยกระบวนการดังกล่าวจะทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดรวบยอดและหลักการทางวิทยาศาสตร์ รู้จักการใช้สติปัญญาในการแก้ปัญหา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ตลอดจนค้นหาคำความรู้ใหม่ ๆ เชิงวิทยาศาสตร์ได้ อยู่เสมอ อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวางแม้กับวิชาการแขนงอื่นด้วย

โดยมีจำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยมีจำนวนและลักษณะต่างกัน ซึ่งเมื่อพิจารณาโดยรวม ๆ แล้วจะเห็นว่าเนื้อหาสาระใกล้เคียงกันจะต่างกันบางตรงที่การจัดแต่ละแบบนั้นเน้นที่กิจกรรมต่างกัน ตัวอย่างของการจัดประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่

The American Association for the Advancement of Science (AAAS.) ได้ระบุกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ประการ ในจำนวนนี้เป็นกระบวนการขั้นพื้นฐานเสีย 8 ประการ และเป็นกระบวนการขั้นสูง 5 ประการ คือ (The American Association for the Advancement of Science. 1970 : V)

1. กระบวนการขั้นพื้นฐาน (Basic processes)

1.1 การสังเกต (Observing)

1.2 การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและเวลา (Using space time relationships)

1.3 การจัดประเภท (Classifying)

1.4 การใช้เลขจำนวน (Using numbers)

1.5 การวัด (Measuring)

1.6 การสื่อความหมาย (Communicating)

1.7 การพยากรณ์ (Predicting)

1.8 การลงข้อวินิจฉัย (Inferring)

2. กระบวนการขั้นผสม (Integrated processes)

2.1 การควบคุมตัวแปร (Controlling variables)

2.2 การตีความจากข้อมูล (Interpreting data)

2.3 การสร้างสมมติฐาน (Formulating hypotheses)

2.4 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)

2.5 การทดลอง (Experimenting)

โอเค และ ฟิเอล (Okey and Fiel) ได้ระบุทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 10 ประการ คือ (Okey and Fiel. 1973 : 1 - 10)

1. การกำหนดตัวแปร (Identifying variable)

2. การสร้างตารางจากข้อมูล (Constructing a table of data)

3. การเขียนกราฟ (Constructing a graph)

4. การอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ (Describing relationship between variables)

5. การรวบรวมและจัดกระทำกับข้อมูล (Acquiring and processing data)

6. การวิเคราะห์กระบวนการทดลอง (Analyzing investigation)
7. การตั้งสมมติฐาน (Constructing hypotheses)
8. การให้นิยามปฏิบัติการ (Defining variable, operationally)
9. การออกแบบการทดลอง (Designing investigation)
10. การดำเนินการทดลอง (Experimenting)

สำหรับในประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นผู้พัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ได้กำหนดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่เห็นว่า จำเป็นจะต้องปลูกฝังให้นักเรียนไว้เป็นจำนวน 9 ทักษะด้วยกัน ซึ่งทักษะทั้ง 9 นี้ ได้อาศัยแนวทางมาจากทักษะที่ AAAS. ได้จัดไว้ 13 ทักษะ แต่เนื่องจากเห็นว่า บางทักษะสามารถรวมเป็นทักษะเดียวกันได้ ทางสาขาวิชาต่าง ๆ จึงตกลงกันว่า มีทักษะใดบ้างที่จำเป็นและต้องปลูกฝังให้นักเรียนและทักษะใดที่รวมกันได้บ้าง ผลการพิจารณา ได้เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 9 ทักษะต่อไปนี้ (สาขาวิจัยและประเมินผล 2518 : 8 - 9)

1. การสังเกต
2. การเลือกและใช้เครื่องมือ
3. การบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย
4. การจัดการเกี่ยวกับข้อมูล
5. การแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป
6. การสร้างสมมติฐาน
7. การออกแบบและดำเนินการทดลอง
8. การศึกษาคำนวณ
9. การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ

ต่อมา สสวท. ได้ปรับปรุงการจัดประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใหม่ให้ละเอียดขึ้นเป็น 13 ทักษะ โดยอาศัยแนวทางการจัดประเภทจากของ AAAS. เช่นกัน ดังนั้นในปัจจุบันทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ สสวท. ได้พิจารณาเสนอขึ้นใหม่จึงมีอยู่ 13 ทักษะ คือ

1. การสังเกต
2. การวัด
3. การจำแนกประเภท
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ
5. การคำนวณ
6. การสื่อความหมาย
7. การลงความเห็นจากข้อมูล
8. การพยากรณ์
9. การตั้งสมมติฐาน
10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร
12. การทดลอง
13. การตีความและสรุปผลข้อมูล

การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นอยู่ในปัจจุบันทำได้โดยการใช้อย่างทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาของไทยมีอยู่เพียงไม่กี่ฉบับเท่านั้น เช่น แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 สร้างขึ้นโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน

49 ข้อ และเป็นแบบอัตนัยจำนวน 7 ข้อ แบบทดสอบนี้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 9 ทักษะ (เดิม) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบส่วนที่เป็นแบบปรนัยเท่ากับ .66 ส่วนที่เป็นอัตนัยไม่ไ้รายงานผลไว้ (ละเอียด กิระอนันต์ 2525 : 18 อ้างอิงมาจาก หน่วยทดสอบและประเมินผล 2518)

สำหรับแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้แก่ แบบทดสอบของ สุรินทร์ สังข์ทอง มาโนช วาตะพุกณะ และ อนันต์ จันทร์ทวี จึงจะได้นำกล่าวถึงตามลำดับต่อไปนี้ คือ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างโดย สุรินทร์ สังข์ทอง เมื่อปี 2522 มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 60 ข้อ วัด 13 ทักษะ คือ การสังเกต การวัด การใช้ตัวเลข การจักรจำพวก การสื่อความหมาย การสรุปอ้างอิง การทำนาย การให้นิยามเชิงปฏิบัติการ การควบคุมตัวแปร การสร้างสมมติฐาน การตีความหมายข้อมูล การออกแบบการทดลอง การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา จากการนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้ค่าความเชื่อมั่นซึ่งวิเคราะห์โดยวิธี KR - 21 เท่ากับ .76 ข้อสอบอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ 43 ข้อ และต่ำกว่าเกณฑ์ 17 ข้อ (ละเอียด กิระอนันต์ 2525 : 18 - 19 อ้างอิงมาจาก สุรินทร์ สังข์ทอง 2522) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่สร้างโดย มาโนช วาตะพุกณะ มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ วัด 9 ทักษะตามที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระบุไว้แต่เดิม แบบทดสอบฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเรื่อง สมรรถนะด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบุญวัฒนา นครราชสีมา ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบฉบับนี้เท่ากับ .89 (มาโนช วาตะพุกณะ 2523) แบบทดสอบอีกฉบับหนึ่งที่ใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 คือ ฉบับที่สร้างโดย อนันต์ จันทร์ทวี แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 28 ข้อ

วัดทักษะชั้นผสม 4 ทักษะ คือ การจักรกระทำกับข้อมูล การแปลความหมายของข้อมูล และการสรุป การสร้างสมมติฐาน และการออกแบบและดำเนินการทดลอง แบบทดสอบฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนชั้น ม.ศ. 2 และ ม. 2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี KR - 21 แต่ละทักษะมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .3760 .2256 .2941 .4949 ตามลำดับ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบรวมทั้งฉบับเท่ากับ .6695 และเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Split - half แต่ละทักษะมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .3966 .4674 .4109 .5453 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบรวมทั้งฉบับเท่ากับ .7536 (อนันต์ จันทรแก้ว 2523)

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปัจจุบันพบว่ามียุ่หนึ่งฉบับ คือฉบับที่สร้างโดย ละเอียก กิระอนันต์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มุ่งสร้างให้เป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพ ก็มีความเที่ยงตรงและมีความเชื่อมั่นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีโครงสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเรื่องหนึ่งเรื่องใดโดยเฉพาะ แบบทดสอบฉบับนี้มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 28 ข้อ วัดทักษะชั้นผสม 4 ทักษะเช่นเดียวกับของ อนันต์ จันทรแก้ว เนื่องจากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมฉบับนี้เป็นฉบับที่ผู้วิจัยเลือกนำมาใช้ในการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นตัวแปรเกณฑ์ในการวิจัยครั้งนี้ จึงจะกล่าวถึงรายละเอียดของแบบทดสอบฉบับนี้ ดังต่อไปนี้คือ (ละเอียก กิระอนันต์ 2525)

1. การสร้างแบบทดสอบมีขั้นตอนดังนี้

1.1 สร้างแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ซึ่งมีเนื้อหาสอดคล้องกับนิยามปฏิบัติการของทักษะแต่ละทักษะ แต่ไม่อิงเนื้อหาในแบบเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของกระทรวงศึกษาธิการ ลักษณะของข้อคำถามใช้การสร้าง

สถานการณ์ขึ้นแล้วถามคำถามจากสถานการณ์นั้น สถานการณ์ที่สร้างมีภาพ ตาราง กราฟ ข้อความอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างประกอบ จึงเป็นลักษณะที่ผู้สร้างเห็นว่าสามารถ กระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ ทั้งยังสามารถสร้างสถานการณ์แปลกใหม่สำหรับใช้ในการ วัตถุประสงค์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวางอีกด้วย ลักษณะข้อคำถามแบบนี้เป็นแบบเดียวกับ แบบทดสอบฉบับอื่น ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น แบบทดสอบที่สร้างขึ้นครั้งแรกมีจำนวน 45 ข้อ เป็นข้อสอบวัดทักษะการจักรกระทำกับข้อมูล 10 ข้อ วัดทักษะการแปลความหมาย ของข้อมูลและการสรุป 11 ข้อ วัดทักษะการสร้างสมมติฐาน 13 ข้อ และวัดทักษะการออกแบบ และดำเนินการทดลอง 11 ข้อ

1.2 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ครูเชี่ยวชาญ จำนวน 19 ท่าน ทัดสินว่า ข้อสอบใดวัดทักษะใด โดยยึดนิยามปฏิบัติการ เป็นเกณฑ์ ครูเชี่ยวชาญ 14 ท่าน จาก 19 ท่าน ให้ความอนุเคราะห์ตรวจความถูกต้องของคำตอบด้วย

1.3 คัดเลือกและปรับปรุงแบบทดสอบที่ครูเชี่ยวชาญตรวจแล้ว เพื่อนำไปใช้ในการทดลองสอบครั้งที่ 1 แบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วครั้งนี้ ประกอบด้วยข้อสอบวัดทักษะการ จักกระทำข้อมูล 10 ข้อ วัดทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป 9 ข้อ วัดทักษะ การสร้างสมมติฐาน 10 ข้อ และข้อสอบวัดทักษะการออกแบบการทดลองและดำเนินการ ทดลอง 11 ข้อ รวมทั้งสิ้น 40 ข้อ

2. การดำเนินการสอบ

2.1 การทดลองสอบครั้งที่ 1 นำแบบทดสอบที่ได้จาก 1.3 ไปทดสอบกับ นักเรียนที่กำหนดไว้ใน การทดลองสอบครั้งที่ 1 ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของ โรงเรียนหอวังและโรงเรียนศิลาจารย์พิพัฒน์ จำนวน 176 คน ต่อจากนั้นนำผลการสอบมา วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อการคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ จากการทดลองสอบ ครั้งนี้ ทำให้ได้ข้อสอบสำหรับนำไปใช้ในการทดลองสอบครั้งที่ 2 จำนวน 32 ข้อ เป็นข้อสอบ

วัดทักษะการจัดกระทำข้อมูล 9 ข้อ วัดทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป 7 ข้อ วัดทักษะการสร้างสมมติฐาน 8 ข้อ และข้อสอบวัดทักษะการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง 8 ข้อ

2.2 การทดลองสอบครั้งที่ 2 นำแบบทดสอบที่ได้จาก 2.1 ไปทดสอบกับกลุ่มนักเรียนที่กำหนดไว้ในการทดลองสอบครั้งที่ 2 ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสัณทราภรณ์วิทยาลัยและโรงเรียนวัดประดู่ในทรงธรรม จำนวน 148 คน โดยให้ทำควบคู่กับแบบทดสอบของ อนันต์ จันทะทวี ผลที่ได้จากการทดสอบครั้งนี้ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบและหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นกับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบของ อนันต์ จันทะทวี จากการทดลองสอบครั้งที่ 2 ทำให้ได้ข้อสอบที่จะนำไปใช้ในการทดสอบจริง 28 ข้อ เป็นข้อสอบวัดทักษะการจัดกระทำข้อมูล 8 ข้อ วัดทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป 6 ข้อ วัดทักษะการสร้างสมมติฐาน 7 ข้อ และวัดทักษะการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง 7 ข้อ

2.3 การทดสอบจริง นำแบบทดสอบที่ได้จาก 2.2 ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบจริง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 886 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษา 13 โรงเรียนในกรุงเทพมหานคร โดยดำเนินการทำนองเดียวกันกับการทดลองสอบครั้งที่ 2

3. การวิเคราะห์ข้อมูลและผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 หาการะดับความยากง่ายและอำนาจจำแนก โดยใช้เทคนิค 27% ผลปรากฏว่าข้อสอบที่มีความยากง่ายปานกลางมีจำนวน 13 ข้อ ข้อสอบที่ค่อนข้างยาก 9 ข้อ ข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย 6 ข้อ และข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกดีมีจำนวน 14 ข้อ อำนาจจำแนกดี 6 ข้อ อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ 5 ข้อ และค่าอำนาจจำแนกต่ำ 3 ข้อ ซึ่งข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกต่ำ 3 ข้อนี้ ผู้สร้างได้ทำการปรับปรุงให้ดีขึ้นในภายหลัง

3.2 หากค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR - 20 ผลปรากฏว่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ .82 เมื่อคิดค่าความเชื่อมั่นแยกตามทักษะย่อยจะได้ค่าดังนี้ ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล .55 ทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป .44 ทักษะการสร้างสมมติฐาน .54 และทักษะการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง .57

3.3 หากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นกับคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบของ อนันต์ จันทะทวี โดยใช้สูตร Pearson product moment correlation coefficient แล้วทดสอบความสัมพันธ์ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01 ผลปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นกับคะแนนจากแบบทดสอบของ อนันต์ จันทะทวี คือ .74 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แยกตามทักษะย่อยดังนี้ ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล .45 ทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป .32 ทักษะการสร้างสมมติฐาน .35 และทักษะการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง .57 ทุกค่าสัมพันธ์กันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01

องค์ประกอบของกระบวนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

จากที่กล่าวมาในหัวข้อที่แล้ว จะเห็นได้ว่ากระบวนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยวิธีสืบสวนสอบสวนที่ใช้อยู่ติดกันอยู่ในปัจจุบันนี้มีแนวทางกว้าง ๆ ให้ครูยึดเป็นกรอบในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอยู่ 3 ขั้นตอน ได้แก่ การอภิปรายก่อนการทดลอง การทดลอง และการอภิปรายหลังการทดลอง แต่ในการจัดการเรียนการสอนจริง ๆ นั้นยังต้องมีขั้นตอนหรือวิธีการปลีกย่อยต่าง ๆ อีกมาก ซึ่งครูจะต้องมีความสามารถในการเลือกวิธีการและสื่อที่เหมาะสมกับเนื้อหาของบทเรียนและตัวผู้เรียนด้วย

องค์ประกอบของกระบวนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยเสนอขึ้นในการวิจัยครั้งนี้ มีไ้มุ่งเสนอในรูปที่เป็นขั้นตอนของการสอน แต่เสนอในรูปที่เป็นลักษณะสำคัญที่แบ่งออก

คุณภาพของการ เรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ องค์ประกอบ
สำคัญของกระบวนการ เรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยเสนอไว้ 7 ประการ ได้แก่
การจัดลำดับเนื้อหา การจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ การให้คำแนะนำ การใช้คำถาม
การมีส่วนร่วม การใช้สื่อการเรียนการสอน และการเสริมแรง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การจัดลำดับเนื้อหา การกิจสำคัญของครูในการจัดการเรียนการสอนเริ่ม
ขึ้นตั้งแต่การวางแผนเตรียมการสอนเนื่องจากการสอนไม่ใช่เป็นกิจกรรมที่นำไปตามบุญ
ตามกรรม แต่เป็นการทำงานอย่างมีระบบ (Shymansky and Penick. 1979 :
196) และการจัดลำดับเนื้อหานี้เป็นส่วนสำคัญของกระบวนการวางแผนเตรียมการสอน
ดังนั้นจึงถือเป็นภาระรับผิดชอบของครูที่จะต้องเตรียมจัดเนื้อหาอย่างเหมาะสมสำหรับการสอน
แต่ละครั้ง

ปรีชา วงษ์ชูศิริ (ปรีชา วงษ์ชูศิริ 2526 : 261 - 266) ได้กล่าว
ถึงการ จัดลำดับเนื้อหาและเกณฑ์สำหรับพิจารณาความเหมาะสมของการจัดลำดับเนื้อหา
ไว้ดังนี้

ในขณะที่การกำหนดขอบข่ายของเนื้อหาสำหรับการเรียนการสอนเป็นส่วนหนึ่ง
ของกระบวนการพัฒนาหลักสูตร การจัดลำดับเนื้อหาที่จะใช้สอนเป็นหน้าที่ร่วมกันระหว่างผู้
พัฒนาหลักสูตรและผู้ที่ทำหน้าที่สอน สำหรับเนื้อหาที่จัดขึ้นโดยผู้พัฒนาหลักสูตรอาจต้องมีการ
ปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอน ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับความรู้ความสามารถ
ของผู้เรียน การจัดลำดับเนื้อหาโดยผู้สอนนั้นเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการวางแผนเตรียมการ
สอน ลำดับเนื้อหาที่จัดขึ้นนั้นยังไม่สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอน ผู้สอนต้องพิจารณา
กิจกรรมการเรียนการสอนจากลำดับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนก่อน จากนั้น
จึงสามารถดำเนินการสอนตามกิจกรรมที่กำหนดไว้

เนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอนมีหลายระดับ ซึ่งแตกต่างกันดังแสดงในตาราง
ต่อไปนี้

ตาราง 1 แสดงเนื้อหาในแต่ละระดับที่นำมาพิจารณาจัดลำดับ

ระดับของเนื้อหา	เนื้อหาที่นำมาพิจารณาจัดลำดับ
โปรแกรมการศึกษา	กระบวนการที่กำหนดให้เรียนในโปรแกรมการศึกษา
กระบวนการ	เรื่องหรือบทเรียนที่ระบุในกระบวนการ
เรื่องหรือบทเรียน	หัวข้อเรื่องที่ระบุในเรื่องหรือบทเรียน
หัวข้อเรื่อง	ความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ในหัวข้อเรื่อง

การจัดลำดับเนื้อหาในระดับของเรื่องหรือบทเรียน และหัวข้อเรื่องจะเกี่ยวข้องกับการวางแผนเตรียมการสอนของครู ซึ่งการพิจารณาจัดลำดับเนื้อหาในระดับนี้หมายถึงการพิจารณาการจัดลำดับของความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ที่เป็นเนื้อหาของหัวข้อเรื่องนั้น ๆ

เนื่องจากความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริงเป็นความรู้ขั้นพื้นฐานที่นักเรียนจะนำไปใช้ในการพัฒนาโมติและมโนคติเหล่านั้นในทำนองเดียวกันจะเป็นความรู้ที่นักเรียนนำไปใช้ในการพิจารณาความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ที่เป็นกฎ หลักการ และทฤษฎี ซึ่งในท้ายที่สุดจะช่วยให้เข้าใจในโครงสร้างของความรู้ทั้งหมด นั่นคือช่วยให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง กฎ หลักการ และทฤษฎี ด้วยเหตุผลดังกล่าว ข้อเท็จจริงจึงเป็นความรู้ที่ควรจัดให้นักเรียนได้เรียนก่อนความรู้ประเภทอื่น อย่างไรก็ตามในการวางแผนเตรียมการสอนของครู ข้อเท็จจริงหาได้เป็นความรู้ที่ครูใช้เริ่มต้นในการพิจารณาจัดลำดับเนื้อหาในการสอนแต่กลับไปพิจารณาความรู้ที่เป็นหลักอย่างกว้าง ๆ เช่น ความรู้ที่เป็นกฎ หลักการ หรือทฤษฎีก่อน แล้วจึงทำการวิเคราะห์ความรู้ดังกล่าวเพื่อกำหนดความรู้ที่เป็นมโนคติ ที่เกี่ยวข้องในการ

สร้างความรู้ที่เป็นหลักอย่างกว้าง ๆ ข้างต้น และในขั้นต่อไป จึงเลือกความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริงเฉพาะที่จะใช้ในการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดที่ของการ

เนื่องจากการจัดลำดับเนื้อหาของหัวข้อเรื่องเกี่ยวกับความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ที่มีลักษณะแตกต่างกันออกไป ดังนั้นในการพิจารณาจัดลำดับเนื้อหาที่มีลักษณะดังกล่าวอาจมีความจำเป็นที่จะต้องใช้เกณฑ์ในการพิจารณาที่แตกต่างกันด้วย ทั้งนี้เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหา โดยอาจใช้เกณฑ์ในการพิจารณาความเหมาะสมของการจัดลำดับเนื้อหาดังต่อไปนี้

1. เนื้อหาที่จัดให้เรียนก่อนนั้นเป็นพื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียนเนื้อหาลำดับต่อไปจริงหรือไม่
2. การจัดลำดับของเนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับลำดับของความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่
3. ลำดับเนื้อหาที่จัดขึ้นนั้นช่วยให้นักเรียนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ต่อเนื่องของเนื้อหา (โครงสร้างของเนื้อหา) หรือไม่
4. การจัดลำดับเนื้อหาในหัวข้อเรื่องจะช่วยให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องในการเรียนหัวข้อเรื่องถัดไปหรือไม่
5. ลำดับเนื้อหาที่จัดขึ้นนั้นอยู่ในขอบข่ายที่จะสอน โดยคำนึงถึงขีดจำกัดทางความรู้ เวลาและวัสดุอุปกรณ์หรือไม่
6. ลำดับเนื้อหาที่จัดขึ้นนี้เริ่มจากเนื้อหาที่ง่ายไปสู่ยาก แต่ไม่เกินความสามารถของนักเรียนส่วนใหญ่ที่จะเรียนหรือไม่
7. การจัดลำดับเนื้อหาช่วยให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้สัมพันธ์ต่อเนื่องกัน และให้ประสบการณ์การเรียนรู้โดยตรงแก่นักเรียนหรือไม่
8. การจัดลำดับเนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนกำหนดไว้หรือไม่

9. ลำดับเนื้อหาที่จัดขึ้นนั้นเป็นเชิงสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบ โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่

2. การจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ การเรียนรู้เกิดจากประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้รับหรืออีกนัยหนึ่งก็คือ การเรียนรู้เกิดขึ้นจากการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมที่ผู้เรียนเผชิญอยู่ (Tyler, 1949 : 63) ดังนั้นความเหมาะสมของการจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้หรือกิจกรรมการเรียนรู้จึงเป็นองค์ประกอบสำคัญประการหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอนที่จะนำนักเรียนไปสู่วัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

ปรีชา วงษ์สุทธิ (ปรีชา วงษ์สุทธิ 2526 : 274 - 281) ได้กล่าวถึงการจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้และแนวทางในการประเมินความเหมาะสมของการจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ไว้ดังนี้

คำว่า "ประสบการณ์การเรียนรู้" มีความหมายแตกต่างกันจากเนื้อหาในวิชาที่เรียนหรือกิจกรรมที่ผู้สอนเป็นผู้กระทำ "ประสบการณ์การเรียนรู้" หมายถึง การปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อมที่เขาสามารถทำการเรียนรู้ได้ จากความหมายนี้จะเห็นว่าผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ที่สนใจ และลักษณะบางอย่างของสิ่งที่อยู่แวดล้อมตัวของผู้เรียนสามารถดึงดูดความสนใจของเขา ทำให้เขากระทำการเรียนรู้กับสิ่งเหล่านั้น ครูสามารถให้ประสบการณ์การเรียนรู้โดยการจัดสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เพื่อสร้างเป็นสถานการณ์ที่จะเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจและกระทำการเรียนรู้ตามที่ต้องการ ครูควรกระตุ้นความสนใจและพื้นฐานความรู้ของนักเรียนจะช่วยให้ครูสามารถคาดคะเนว่าครูควรจัดสิ่งแวดล้อมเพื่อสร้างเป็นสถานการณ์อย่างไร จึงจะเร้าความสนใจและกระทำการเรียนรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นการกระทำการเรียนรู้ที่ก่อให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้ตามที่ครูต้องการให้เกิดแก่นักเรียน

เมื่อพิจารณาตามแนวความคิดของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่กล่าวมา จะเห็นว่า บทบาทและความรับผิดชอบของครูมีไคลคลงไปจากเดิม การตระหนักถึงการ เรียนรู้ที่แท้จริงว่าจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อนักเรียนได้มีโอกาสกระทำการเรียนรู้ในสิ่งนั้น ๆ ด้วยตนเอง ทำให้ครูต้องพิจารณาสิ่งแวดล้อมซึ่งในที่นี้รวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ สถานที่ และ ตัวครูอย่างรอบคอบ เพื่อใช้ประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมเหล่านั้นในการกำหนดกิจกรรม การเรียนการสอน

เนื่องจากประสบการณ์การเรียนรู้เป็นส่วนตัว เป็นเหตุการณ์ส่วนบุคคล ซึ่ง เป็นไปไม่ได้ที่จะถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างเต็มที่ บางทีอาจจะไม่มีบุคคลสองคนได้รับ ประสบการณ์เหมือนกันจากสถานการณ์อย่างเดียวกันที่กำหนดให้ ในการกล่าวถึงประสบการณ์ จำเป็นต้องบรรยายออกมาในรูปที่มีลักษณะเห็นได้โดยบุคคลทั่วไป คือ ในรูปของกิจกรรม ต่าง ๆ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของประสบการณ์ อาจเป็นกิจกรรมที่กระทำโดยผู้สอนหรือกิจกรรมที่ กระทำโดยผู้เรียนพร้อมด้วยเนื้อหา จากเหตุผลที่กล่าวมาการจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ จะแสดงออกในรูปของลำดับกิจกรรมการเรียนการสอน

ในการจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ให้เหมาะสมต่อวัตถุประสงค์ของการ เรียน การสอนที่กำหนดไว้นั้น ถึงแม้ว่าลำดับประสบการณ์จะแปร เปลี่ยนไปตามชนิดของวัตถุประสงค์ ของการเรียนการสอนที่นำมาพิจารณาในแต่ละครั้ง ก็ยังพอมีแนวทางในการพิจารณาความ เหมาะสมของการจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้กับวัตถุประสงค์ของ การเรียนการสอนโดยทั่ว ๆ ไป แนวทางดังกล่าวซึ่งจะได้นำมาสรุปเป็นข้อ ๆ ต่อไปนี้ อาจนำไปใช้ในการประเมินความเหมาะสมของการจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ได้

1. ไม่ว่าวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนจะระบุไว้อย่างไร เพื่อให้ให้นักเรียน ได้บรรลุผลของการเรียนการสอนตรงตามวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้ นักเรียนจะต้องได้รับ ประสบการณ์ในการฝึกฝนชนิดของพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ระบุไว้ในวัตถุประสงค์ของการเรียน การสอน ทั้งนี้โดยต้องคำนึงถึงลำดับประสบการณ์ในการฝึกฝนชนิดของพฤติกรรมการเรียนรู้ ด้วย

เนื่องจากวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนมีองค์ประกอบที่เป็นคำหรือข้อความที่ระบุชนิดของพฤติกรรมการเรียนรู้ และข้อความที่ระบุชนิดของเนื้อหา ดังนั้นประสิทธิภาพการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนจะต้องเป็นลำดับประสิทธิภาพที่ให้นักเรียนได้เกี่ยวข้องกับชนิดของเนื้อหาที่ระบุในวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนด้วย

2. ประสิทธิภาพการเรียนรู้ที่นักเรียนได้รับจะต้องเป็นประสิทธิภาพที่ทำให้นักเรียนมีโอกาสฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการฝึกพฤติกรรมการเรียนรู้และเนื้อหาที่ระบุในวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน แม้เนื้อหาที่ระบุในวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนจะเป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ แต่ประสิทธิภาพที่นักเรียนได้รับในการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้นั้นอาจขาดการฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. ประสิทธิภาพการเรียนรู้ที่นักเรียนได้รับจะต้องเป็นประสิทธิภาพที่ทำให้นักเรียนพึงพอใจด้วย

4. ประสิทธิภาพการเรียนรู้ที่กำหนดขึ้นนั้นต้องการให้นักเรียนกระทำการเรียนรู้ที่อยู่ภายในขอบข่ายที่นักเรียนจะกระทำได้หรือไม่ ประสิทธิภาพการเรียนรู้ที่กำหนดขึ้นสำหรับนักเรียนนั้นควรเหมาะสมกับขีดความสามารถของนักเรียนที่เป็นอยู่ในขณะนั้น ถ้าประสิทธิภาพการเรียนรู้เกี่ยวข้องกับชนิดของพฤติกรรม และ/หรือเนื้อหาที่นักเรียนยังไม่มีความสามารถที่จะกระทำได้ การกำหนดประสิทธิภาพดังกล่าวกลับเลวตั้งแต่ต้น เพราะไม่สามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่ต้องการได้

ที่กล่าวมาเป็นเพียงแนวทางหรือเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความเหมาะสมขั้นต้นเท่านั้น ซึ่งอย่างน้อยก็ขอชักชวนภพรองที่อาจเกิดขึ้นได้บางส่วนออกไป ความเหมาะสมที่แท้จริงของการจัดลำดับประสิทธิภาพการเรียนรู้ คือ การให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนเพื่อการเรียนการสอนได้ดำเนินไปตามลำดับที่กำหนดไว้แล้ว เมื่อพิจารณาในแง่นี้จะเห็นว่าความเหมาะสมดังกล่าวขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการและที่เป็นปัจจัยที่สำคัญคือ นักเรียน ในขณะที่ลำดับประสิทธิภาพที่จัดไว้นั้นเหมาะสมต่อนักเรียน

คนหนึ่ง อาจไม่เหมาะสมต่อนักเรียนอีกหลายคนก็ได้ อย่างไรก็ตามตามที่ครูสามารถทราบสาเหตุว่าเป็นเพราะอะไร จึงทำให้ล่าช้ากับประสบการณ์การเรียนรู้ที่ครูจัดขึ้นนั้นไม่เหมาะสมต่อนักเรียนของคนที่นั้นว่าพอเพียงแล้ว เพราะที่เหลื้อยู่ก็คือการปรับปรุง ซึ่งในขณะที่เดียวกันก็เป็นการหาความรู้ในเรื่องนี้ต่อไป

3. การให้คำแนะนำ การให้คำแนะนำเป็นสิ่งที่จำเป็นประการหนึ่งในกระบวนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ซึ่งครูไม่มีหน้าที่บรรยายหรือแก้ปัญหาให้นักเรียนทั้งหมด ครูเป็นเพียงผู้แนะแนวทางและให้ความสะดวกในการแก้ปัญหาแก่นักเรียน (สุเทพ อุดาหะ 2526 : 72) ครูจะต้องชี้แนะหรือแนะนำแก่นักเรียนเพื่อให้ นักเรียนสามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองในกระบวนการแสวงหาความรู้ได้อย่างราบรื่น นักเรียนจะเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ถ้านักเรียนรู้วัตถุประสงค์ของการเรียนในเรื่องนั้น ๆ และครูชี้ให้เห็นถึงวิธีที่จะนำไปสู่จุดหมายนั้น ๆ (ธีระชัย บุ่มนโษติ 2517 : 45) การบอกให้นักเรียนรู้จุดหมายของการเรียนการสอนทำให้ทั้งนักเรียนและครูรู้จุดหมายปลายทางของการเรียนการสอน และเป็นแนวทางนำไปสู่จุดหมายอันเดียวกัน การบอกจุดหมายของการเรียนอาจบอกตรง ๆ บอกโดยใช้อคำถาม หรือบอกโดยการสาธิตประกอบ นอกจากครูจะบอกให้นักเรียนรู้จุดหมายของการเรียนแล้วครูยังต้องชี้แนะเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งอาจทำได้โดยการใช้อคำถามนำไปสู่การเรียนรู้ การใช้วัสดุอุปกรณ์ประกอบการสาธิตและการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ (กิ่งฟ้า สิ้นธุวงษ์ 2526 : 168)

คำกล่าวข้างต้นสอดคล้องกับ บลูม (Bloom. 1976 : 115 - 119) ที่ได้อธิบายว่าการให้คำแนะนำเป็นองค์ประกอบสำคัญประการหนึ่งของการสอนที่มีคุณภาพและได้ผลดี เกี่ยวกับการให้คำแนะนำไว้ว่าในการเรียนรู้ใด ๆ ก็ตามย่อมประกอบด้วยสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ และวิธีการสื่อความหมายในการให้คำแนะนำผู้เรียนว่าต้องเรียนอะไรและจะต้องทำอะไรบ้าง การให้คำแนะนำอาจทำแบบธรรมดา ๆ เช่น ใช้เสียงคือคำพูดที่เกี่ยวกับวัตถุ เหตุการณ์ หรือกิจกรรมใด ๆ หรืออาจจะใช้สัญญาณ การสาธิตหรือการชี้แจงเกี่ยวกับ

กระบวนการที่ซับซ้อน การให้คำแนะนำนี้ นอกจากใช้ในตอนเริ่มต้นกระบวนการเรียนการสอนแล้ว ยังอาจนำไปใช้ในชั้นตอนอื่น ๆ ของกระบวนการเรียนการสอนได้อีก สิ่งที่จะต้องแนะนำก็คือแนะนำว่าผู้เรียนจะต้องเรียนอะไร และจะต้องทำอะไรบ้างในกระบวนการเรียนรู้ การให้คำแนะนำสามารถทำได้หลายรูปแบบ ในการสอนนักเรียนเป็นกลุ่ม การให้คำแนะนำมักจะอยู่ในรูปของคำพูด ทาทาง นักเรียนอาจจะได้รับคำแนะนำจากครู หรือจากอุปกรณ์การสอนอื่น ๆ ให้ปฏิบัติบางสิ่งบางอย่าง เช่น เรียกสิ่งของควยคำที่กำหนดให้ ระลึกถึงสิ่งหนึ่งสิ่งใดในรูปของคำพูดหรือกลุ่มของคำพูด ให้คิดในเรื่องที่ซับซ้อนหรือให้แสดงวิธีการบางอย่างที่เป็นความชำนาญ การให้คำแนะนำไม่จำเป็นจะต้องอยู่ในรูปของคำพูดทั้งหมด แต่อาจอยู่ในรูปของภาพหรือการเห็นหรือเป็นการสาธิตให้นักเรียนทำตาม การให้คำแนะนำนอกจากจะแตกต่างกันในวิธีการนำเสนอแล้วยังแตกต่างกันในด้านความหนักเบา (Strength) ของการให้คำแนะนำอีกด้วย ความหนักเบาของการให้คำแนะนำตัดสินได้จากความเด่นสะดุดตาของสิ่งที่นำเสนอ เช่น ขนาด รูปร่าง สี ความจุ การให้คำแนะนำอาจจะมีน้ำหนักแน่นมากขึ้นถ้าได้มีการย้ำหรือแนะนำซ้ำ ๆ กัน และอาจจะเสนอในรูปที่เป็นรูปธรรม สามารถสังเกตได้ง่าย ลักษณะสำคัญอีกประการหนึ่งของการให้คำแนะนำก็คือการมีความหมายสมบูรณ์ (Meaningfulness) คำแนะนำธรรมดา ๆ ที่นักเรียนเคยพบมาก่อนเรียนรู้ได้ง่าย จะช่วยให้เรียนรู้ได้ง่ายขึ้นในเรื่องราวหรือสิ่งแวดล้อมใหม่ คำแนะนำควรจะเข้าใจได้ง่าย สะดวกต่อการนำไปใช้ในการเรียนรู้ของนักเรียน การให้คำแนะนำที่เข้าใจง่ายสำหรับนักเรียนคนหนึ่งอาจจะไม่สามารถเข้าใจได้ง่ายสำหรับนักเรียนอีกคนหนึ่ง จึงอาจมีความจำเป็นต้องใช้วิธีการแสดงออกในรูปแบบอื่น ๆ เพื่อให้มีความหมายที่สมบูรณ์ เนื่องจากนักเรียนมีความแตกต่างระหว่างบุคคล การใช้อุปกรณ์การสอนหลาย ๆ ชนิดและการใช้วิธีการแนะนำหลาย ๆ วิธี น่าจะสนองความต้องการการเรียนรู้ของนักเรียนได้ดี

4. การใช้คำถาม ไม่วาผู้สอนจะใช้วิธีสอนแบบใด การใช้คำถามก็ยังมีบทบาทสำคัญเสมอในกระบวนการเรียนการสอนนั้น ๆ คำถามนับเป็นเครื่องมือช่วยสอนที่มีศักยภาพสูงที่จะช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ (Andre. 1979 : 281) และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันนี้เทคนิคการใช้คำถามเป็นเทคนิคที่จะขาดเสียมิได้ โดยเฉพาะการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาที่มุ่งให้นักเรียนสามารถศึกษา ค้นคว้าหาความรู้ แก้ปัญหาและสรุปแนวคิดหลักได้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษา สร้างบรรยากาศทางวิชาการและอำนวยความสะดวกต่าง ๆ การใช้คำถามมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนหลายประการทั้งที่ จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช 2526 : 309 - 310) ได้สรุปไว้ว่าการใช้คำถามมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนดังนี้

1. ใช้เป็นสื่อสำหรับสำรวจและทบทวนพื้นความรู้เดิมและประสบการณ์เดิมของนักเรียน คำตอบของนักเรียนจะเป็นสื่อนำไปสู่การเรียนการสอนบทเรียนใหม่และประสบการณ์ใหม่

2. ใช้กระตุ้นความสนใจของนักเรียน ครูอาจใช้คำถามเพื่อเร้าความสนใจของนักเรียนได้ทุกขั้นตอนของการเรียนการสอน เช่น ใช้คำถามเพื่อเริ่มต้นบทเรียน ถามให้นักเรียนสังเกต ใ้หยกตัวอย่าง ใช้เพื่อเป็นสื่อเชื่อมโยงหรือเริ่มสนทนาสนทนาระหว่างครูและนักเรียน เป็นต้น การที่นักเรียนจะต้องตอบคำถามหรือทำกิจกรรมอยู่เป็นระยะ ๆ นั้น ทำให้นักเรียนต้องสนใจเรียนอยู่เสมอ

3. ใช้เสริมสร้างความสามารถทางความคิดให้แก่ นักเรียน คำถามจะช่วยให้ นักเรียนฝึกคิดหาคำตอบ หาเหตุผลและหาความรู้ได้ด้วยตนเอง การเรียนการสอนที่ปราศจากการถามจะไม่สามารถเพาะนิสัยการคิดที่ดีให้แก่ นักเรียนได้

4. คำถามที่ดีจะช่วยให้มีการอภิปรายต่อเนื่อง เป็นการขยายความคิดและแนวทางในการเรียนรู้และสรุปหลักเกณฑ์ใหม่ ๆ

5. การใช้คำถามช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน เช่น ทำให้นักเรียนมีโอกาสตอบคำถาม แสดงความคิดเห็นและตั้งคำถาม รวมทั้งกิจกรรมอื่น ๆ

6. นอกจากที่นักเรียนต้องคิดหาคำตอบในทันทีแล้ว การถามยังช่วยให้มีการค้นคว้าหาความรู้ใหม่ ๆ เพิ่มขึ้น เป็นการปลูกฝังนิสัยรักการค้นคว้า ซึ่งสอดคล้องกับวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

7. ครูอาจใช้คำถามเพื่อทบทวนหรือนำไปสู่การสรุปบทเรียนให้เข้าใจตรงกัน

8. นอกจากคำถามจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้แล้ว ยังช่วยให้ครูสามารถประเมินผลการเรียนของนักเรียนและการสอนของครูด้วย

ประเภทของคำถาม มีผู้จัดประเภทของคำถามไว้มากมาย กัน ได้แก่

แซนเดอร์ (Sanders. 1966 : 2 - 3) จัดประเภทของคำถามโดยอาศัยหลักการจัดประเภทของการคิดของ บลูม (Bloom's Taxonomy of Thinking) ไว้เป็น 7 ระดับ ดังนี้

1. ความจำ (Memory) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนระลึกถึงข้อมูลต่าง ๆ

2. การแปลความ (Translation) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนสื่อความหมายหรืออธิบายแนวคิดบางประการ โดยคำพูดของผู้เรียนเอง

3. การตีความ (Interpretation) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริง คำนิยาม คำนิยามและทักษะต่าง ๆ

4. การนำไปใช้ (Application) เป็นคำถามเกี่ยวกับปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของนักเรียน การแก้ปัญหาประเภทนี้จำเป็นต้องใช้แนวความคิดหลาย ๆ อย่างประกอบกัน

5. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนแยกแยะหาองค์ประกอบที่สำคัญหรือวิธีการเสาะแสวงหาความรู้ของสาขานั้น ๆ

6. การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนมีจินตนาการหรือเกิดความคิดในการสร้างสรรค์ต่าง ๆ

7. การประเมินค่า (Evaluation) เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนตั้งเกณฑ์มาตรฐานหรือค่านิยมที่เหมาะสมในการตัดสินปัญหาต่าง ๆ

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช 2526 : 313 - 315)

แบ่งคำถามออกเป็นสองชนิดใหญ่ ๆ และแต่ละชนิดยังแบ่งย่อยออกไปอย่างละเอียด ดังนี้

1. คำถามแคบ (Narrow questions) เป็นคำถามที่ผู้ตอบสามารถตอบคำถามได้โดยใช้ความคิดระดับพื้นฐานหรือความคิดระดับต่ำ คำตอบของคำถามประเภทนี้เป็นข้อเท็จจริง ซึ่งอาจได้จากความจำ ความรู้เดิม ประสบการณ์เดิม การสังเกต หรือการนำข้อเท็จจริงต่าง ๆ มาสัมพันธ์กัน คำถามแบบนี้จะมีคำตอบที่ถูกต้องแน่นอน

คำถามแบบแคบ แบ่งย่อยได้อีกเป็น

1.1 คำถามความจำ (Cognitive memory questions)

แบ่งออกได้เป็นคำถามให้สังเกต คำถามทบทวนความจำ คำถามให้บอกความหมายหรือนิยามของสิ่งต่าง ๆ คำถามชี้แจง

1.2 คำถามสรุปแคบ (Convergent questions) แบ่งออกได้

เป็นคำถามให้อธิบาย คำถามให้เปรียบเทียบ คำถามให้จำแนกประเภท คำถามให้ยกตัวอย่าง

2. คำถามกว้าง (Broad questions) เป็นคำถามที่ผู้ตอบต้องใช้

ความคิดระดับสูงกว่าความคิดขั้นพื้นฐานเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสม คำถามกว้างมีคำตอบที่ถูกต้องได้หลายแนวทาง ซึ่งทำให้ไม่สามารถหาคำตอบล่วงหน้าได้ คำถามประเภทนี้จะช่วยฝึกฝนนักเรียนให้ใช้ความคิดได้มากกว่าคำถามแบบแคบ นักเรียนต้องใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง ต้องศึกษาทบทวนหรือทำการทดลองซึ่งจะนำไปสู่ความรู้ใหม่ เกิดแนวคิดใหม่

รวมทั้งประเด็นปัญหาหรือคำถามใหม่ นักเรียนมีอิสระในการคิดหาคำตอบโดยไม่ต้องกังวล

เลาความต้องการของครูหรือพยายามทบทวนข้อมูลจากตำรา

คำถามกว้าง แบ่งย่อยได้อีกเป็น

2.1 คำถามเปิดกว้าง (Divergent questions) แบ่งออกได้เป็นคำถามให้ทำนาย คำถามให้วิเคราะห์ คำถามให้สังเคราะห์

2.2 คำถามประเมิน (Evaluation questions) ครูอาจใช้คำถามประเมินเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนฝึก ใช้ดุลพินิจเพื่อตัดสินสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ให้คุณค่าหรือใช้เหตุผลยืนยันสิ่งต่าง ๆ ตามเกณฑ์ที่มีอยู่ เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาได้แก่ ค่านิยม ความรู้หรือแนวคิดซึ่งเป็นที่เชื่อถือ เป็นต้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แบ่งคำถามที่ใช้ในการสอนแบบสืบสวนสอบสวนไว้ 5 ประเภท คือ

1. คำถามที่ใช้ในการสังเกต หมายถึงคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 เพื่อรับรู้และตอบปัญหา หรือเป็นการรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ปัญหา และแก้ปัญหาในขั้นต่อไป

2. คำถามที่ใช้ในการอธิบาย หมายถึงคำถามที่ผู้ตอบต้องใช้เหตุผลประกอบกับข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้จากการสังเกตหรือจากความรู้เดิม อาจใช้คำถามว่า ทำไม เหตุใดหรือจะอธิบายได้อย่างไร

3. คำถามที่ใช้ในการสร้างสมมติฐาน หมายถึงคำถามที่ถามเพื่อให้คาดการณ์ว่าจะมีอะไรเกิดขึ้น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงบางสิ่งบางอย่างหรือเป็นคำถามที่ต้องการคำคาดการณ์เพื่อขยายข้อสรุปที่ได้อธิบายไว้แล้วให้กว้างขวางออกไป เช่น เมื่อนำลูกกลมเหล็กไปเผาไฟ ลูกกลมเหล็กจะขยายตัวใหญ่ขึ้น ถ้านำลูกแก้วไปเผาไฟบ้าง ผลจะเป็นอย่างไร

4. คำถามที่ใช้ในการออกแบบการทดลองและความคุมตัวแปร หมายถึง คำถามที่ผู้ตอบจะต้องนำเอาหลักเกณฑ์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่ค้นพบจากขั้นต้น ๆ เพื่อวางแผนการทดลองในการทดลองและความคุมตัวแปรต่าง ๆ เพื่อให้เกิดผลตามต้องการ เช่น เขามีวิธีการอย่างไรที่จะทำให้เกิด ตกผลึกได้รวดเร็วยิ่งขึ้น หรือมีวิธีการใดบ้างที่จะควบคุมเสียงก้องในห้องประชุม

5. คำถามในการนำไปใช้ หมายถึงคำถามที่ถามเพื่อให้ผู้ตอบนำความรู้หรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในสถานการณ์ใหม่ ๆ เช่น เราจะนำความรู้เกี่ยวกับการขยายตัวของช่องแข็งเมื่อได้รับความร้อนไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง

ลักษณะคำถามที่ดี คำถามที่ดีจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดอย่างมีระบบ และเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คำถามที่ดีมีลักษณะสำคัญ 5 ประการ คือ (จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช 2526 : 310 - 311)

1. มีความหมายชัดเจน ไม่คลุมเครือ ใช้ภาษาที่ฟังเข้าใจง่าย ๆ เมื่อนักเรียนฟังคำถามแล้วจะเข้าใจอย่างถูกต้องว่าคำถามอะไร ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามที่ดี ถึงแม้ว่าบางครั้งนักเรียนอาจไม่รู้คำตอบก็ตาม

2. เป็นข้อความที่กะทัดรัด ไม่เยิ่นเย้อหรือยาวเกินไป และไม่ควรมีข้อความหลาย ๆ ประเด็นพร้อมกัน ควรควรถามทีละประเด็น ถ้าคำถามยาวเกินไปหรือมีหลายประเด็น นักเรียนจะจับใจความของคำถามไม่ได้ และทำให้เกิดความสับสนในการคิดหาคำตอบ

3. เป็นข้อความที่สมบูรณ์ ไม่ควรละข้อความบางส่วนของคำถาม ให้นักเรียนคิดเอาเอง เพราะจะทำให้นักเรียนไม่แน่ใจว่าคำถามอะไร เมื่อนักเรียนไม่แน่ใจในคำถาม จะทำให้นักเรียนสับสนลังเลและไม่สามารถหาคำตอบได้

4. มีความเหมาะสมกับระดับของนักเรียน คือไม่เป็นคำถามที่ยากเกินไป หรือง่ายเกินไป คำถามที่ยาวเกินไป นักเรียนตอบไม่ได้ก็จะเกิดความท้อถอย ส่วนคำถามที่ง่ายเกินไป นักเรียนไม่ได้ฝึกคิดและอาจเกิดความเบื่อหน่ายได้ ควรใช้คำถามที่ตรงประเด็น

5. เป็นคำถามที่ส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสม

กลยุทธ์ในการใช้คำถาม จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช 2526 : 316 - 317) กล่าวถึงกลยุทธ์ในการใช้คำถามว่า ในการใช้เทคนิคการใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพนั้น ครูจะต้องรู้จักลักษณะของคำถามที่ดี สามารถตั้งคำถามที่มี

ความหมายชัดเจนไม่คลุมเครือ ไขข้อความกะทัดรัดมีใจความสมบูรณ์ ตามคำถามที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไปสำหรับนักเรียน แต่เป็นคำถามที่ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิด ใช้ทั้งคำถามแคบและคำถามกว้าง เพื่อให้นักเรียนตอบคำถามอันจะนำไปสู่การเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ อย่างไรก็ตามความรู้ความสามารถของครูที่กล่าวนั้นก็ยังไม่เป็นหลักประกันว่าคำถามของครูจะได้รับคำตอบที่พึงปรารถนา ครูจะต้องมีกลยุทธ์ในการใช้คำถามด้วย

กลยุทธ์ในการใช้คำถามคือ แผนการใช้คำถามและวิธีการในการถาม ซึ่งสรุปเป็นข้อ ๆ ตามลำดับ ดังนี้

1. เตรียมคำถามไว้ล่วงหน้า ครูควรเตรียมคำถามไว้ล่วงหน้า และลองตอบคำถามนั้น ๆ เพื่อตัดคำถามที่คลุมเครือออก บางครั้งนักเรียนจะตอบคำถามอันนำไปสู่ประเด็นอื่น นอกเหนือจากวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ครูจะต้องใช้คำถามโยงให้กลับไปสู่ประเด็นที่ต้องการ ในกรณีเช่นนี้การเตรียมคำถามและลองตอบคำถามไว้ล่วงหน้าจะช่วยแก้ปัญหาได้ นอกจากนี้ครูควรเตรียมคำถามที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป เมื่อเทียบกับระดับความสามารถของนักเรียนในชั้น และเตรียมคำถามเฉพาะสำหรับนักเรียนบางคนที่เก่งมาก ๆ หรืออ่อนมาก ๆ ไว้ด้วย

2. คำนึงถึงลักษณะคำถามที่ดีและถามให้เป็นภาษาพูดง่าย ๆ การใช้คำถามเป็นการ เป็นงานเกินไป อาจทำให้นักเรียนเห็นเป็นเรื่องยากและไม่คล่องตัวที่จะตอบ

3. พยายามใช้คำถามหลาย ๆ ประเภททั้งคำถามแคบและคำถามกว้าง คำถามแคบช่วยให้นักเรียนสร้างมโนคติ ส่วนคำถามกว้างจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดในระดับสูงอันจะนำไปสู่การสร้างมโนคติในระดับที่สูงขึ้น

4. ถามนักเรียนให้ทั่วถึงทั้งชั้นเพื่อให้นักเรียนทุกคนมีโอกาสดแสดงความคิดเห็นและตอบคำถาม ครูบางคนอาจชอบถามเฉพาะนักเรียนที่ตั้งใจเรียนและตอบคำถามได้ถูกต้องซึ่งจะทำให้นักเรียนคนอื่น ๆ ช่วยขย่ำความ หรือแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมจากคำตอบของเพื่อนได้

5. ให้นักเรียนตอบคำถามทีละคน ถ้าให้นักเรียนตอบคำถามพร้อมกันทั้งชั้น จะมีนักเรียนบางคนไม่สนใจคำถาม ไม่คิดและไม่ตอบคำถาม นอกจากนี้การตอบคำถามพร้อมกันทั้งชั้นจะก่อให้เกิดความสับสนในกรณีที่มีคำตอบได้หลายคำตอบหรือหลายแนวทาง

6. ให้นักเรียนตอบคำถามด้วยความสมัครใจ การเรียกให้นักเรียนตอบคำถามโดยนักเรียนคนนั้นยังไม่พร้อม เช่น นักเรียนที่ขาดเรียนเป็นเวลานาน จะทำให้นักเรียนที่ไม่พร้อมเสียกำลังใจขาดความมั่นใจ อย่างไรก็ตามบางครั้งก็จำเป็นต้องเรียกให้นักเรียนที่มีคุณสมบัติให้ตอบคำถามบ้างเพื่อคงความสนใจของนักเรียน

7. ไม่ควรกำหนดผู้ตอบคำถามก่อนถามคำถาม เพราะการกำหนดตัวผู้ตอบคำถามก่อนถามคำถามจะทำให้นักเรียนคนอื่นไม่สนใจฟังคำถาม ไม่สนใจคิดหาคำตอบ

8. เมื่อถามคำถามแล้ว ครูควรเว้นระยะเวลาเพื่อให้นักเรียนใช้ความคิด อย่าเปลี่ยนคำถามหรือใช้หลาย ๆ คำถามในเวลาเดียวกัน เพราะนอกจากจะไม่ได้คำตอบที่ต้องการแล้ว ยังทำให้นักเรียนสับสนด้วย

9. ไม่ควรทวนคำถามหรือคำตอบเพราะจะทำให้นักเรียนไม่สนใจฟัง ในกรณีที่นักเรียนตอบคำถามเบามาก ครูควรให้นักเรียนคนนั้นตอบให้ดังขึ้น การทวนคำถามหรือคำตอบเสมอ ๆ จะฝึกนิสัยให้นักเรียนไม่ฟังคำถามหรือคำตอบแรก เพราะอย่างไรเสียครูจะถามซ้ำหรือทวนคำถามให้ใหม่

10. ควรใช้คำถามปูพื้นเมื่อนักเรียนตอบคำถามแรกไม่ได้ ครูไม่ควรตอบคำถามเสียเอง ในบางครั้งครูอาจขอให้นักเรียนคนอื่น ๆ ช่วยตอบได้

11. เมื่อได้คำตอบที่ยังไม่ชัดเจนหรือยังไม่สมบูรณ์ ครูควรถามให้นักเรียนขยายคำตอบให้ชัดเจนขึ้นและลึกซึ้งขึ้น

12. กระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงคำตอบกับประสบการณ์เดิม

13. ควรใช้ท่าทางและน้ำเสียงเป็นส่วนประกอบในการถาม ซึ่งจะช่วยให้บรรยากาศของการใช้คำถามดียิ่งขึ้น เช่น เน้นเสียงในตอนที่เห็นว่าป็นจุดสำคัญของคำถาม

ใช้หาทางถามแทนคำพูด ใช้สีหน้าและส่ายตาแสดงความเป็นปัญหาเจาะจงไปยังนักเรียน ที่ต้องการจะถาม ทั้งนี้ต้องมีคำถามต่อเนื่องมาก่อน การแสดงยอมรับคำตอบของนักเรียน ก็เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ

14. ครูจะต้องมีทักษะในการใช้คำถาม เมื่อครูสามารถใช้คำถามช่วยความ ซำนาญ ครูจะมีความมั่นใจและจะทำให้กระบวนการเรียนการสอนเป็นไปอย่างราบรื่น

กลยุทธ์ดังกล่าวมีใช้สิ่งตายตัว เช่น โดยทั่วไปครูควรเรียกนักเรียนตอบคำถาม ทีละคนนั้น ในบางครั้งครูอาจให้นักเรียนตอบคำถามพร้อม ๆ กันทั้งชั้นได้ ถ้าคำถามนั้น มีคำตอบที่ถูกต้องแน่นอนคำตอบเดียว และเสียงของนักเรียนจะไม่รบกวนห้องเรียนอื่น ๆ และครูต้องการประเมินผลการเรียนในเรื่องนั้นรวมทั้งทั้งชั้น ในกรณีที่คำตอบของนักเรียน เป็นข้อสรุปแนวคิดหลักของเรื่องที่ศึกษา ครูอาจทวนคำตอบของนักเรียนเพื่อให้นักเรียน ทั้งชั้นมีความเข้าใจตรงกัน เป็นต้น ครูจะต้องปรับวิธีการให้เหมาะสมกับสถานการณ์สภาพ ห้องเรียน นักเรียน ตลอดจนเนื้อหาวิชาที่จะสอนเพื่อให้นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

ในทัศนะของ สุเทพ อุดาหะ เห็นว่าในการใช้คำถามควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ (สุเทพ อุดาหะ 2526 : 92 - 93)

1. เมื่อครูถามนักเรียน ครูควรหยุดรอให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสัก 3 วินาที (โดยประมาณ) ไม่ควรเร่งเร้าให้นักเรียนตอบทันทีทันใด เพราะบางทีนักเรียนทราบ คำตอบ แต่ต้องอาศัยเวลาในการเรียบเรียง
2. ครูจะต้องไม่ใจร้อนตอบคำถามเสียเอง ต้องพยายามช่วยเหลือให้นักเรียน ได้หัดคิดและตอบเอง
3. หากครูเห็นว่านักเรียนใช้เวลาเนิ่นนานเกินไป ก็ไม่ควรจะไปคาดคั้นเอาคำตอบ จากนักเรียนให้ได้ เพราะการคาดคั้นไม่ได้ช่วยให้นักเรียนคิดหรือตอบได้ นอกจากทำให้นักเรียนเกิดความละอายที่ไม่สามารถตอบคำถามของครูได้ ทางที่ดีครูอาจให้นักเรียนคนอื่น ช่วยแสดงความคิดเห็นตอบปัญหานั้น

4. เมื่อครูถามครั้งแรกไปแล้ว ก็ไม่ควรจะทบทวนคำถามนั้นอีก ถ้าไม่จำเป็น เพราะจะทำให้นักเรียนไม่ตั้งใจฟัง

5. ในกรณีที่ต้องการคำตอบอย่างเดิม ครูควรหลีกเลี่ยงการเปลี่ยนคำถามบ่อย ๆ เพราะจะทำให้นักเรียนเกิดการสับสนในการคิดหาคำตอบ

6. ครูควรเลี่ยงการชี้แนวทางหรือคำตอบให้กับนักเรียนทันทีหลังจากถามแล้ว เพราะจะทำให้นักเรียนไม่คิด ค่อยการชี้แนวทางของครู

7. ครูควรหลีกเลี่ยงการถามให้นักเรียนตอบทั้งชั้น ควรจะเป็นการถามเป็นรายบุคคลให้มาก เพื่อให้ นักเรียนทุกคนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นอย่างทั่วถึง

8. ครูควรจะถามก่อนที่จะเรียกชื่อนักเรียนคนใดคนหนึ่งให้ตอบ เพื่อว่าทุกคนจะได้คิดหาคำตอบ หากครูเรียกชื่อนักเรียนหนึ่งก่อนแล้วจึงถาม จะทำให้นักเรียนคนอื่นไม่คิดตามไปด้วย

9. แม้ว่าครูอาจใช้คำถามเพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ กัน เป็นต้นว่าเพื่อการวัดผล และประเมินผลก็ตาม สิ่งที่ครูควรจะคำนึงอีกประการหนึ่งก็คือ ระดับความยากของคำถามของครู และระดับความสามารถของนักเรียนจะต้องสอดคล้องกันด้วย เมื่อครูเรียกชื่อนักเรียนคนใดแล้ว ครูจะต้องมีความเชื่อมั่นพอสมควรว่านักเรียนผู้นั้นน่าจะตอบได้ หากมีนักเรียนคนหนึ่งไม่เคยตอบคำถามของครูลูกเลยแล้ว ผลที่ตามมาจะเป็นการสร้างปมคอยให้กับนักเรียนผู้นั้น

5. การมีส่วนร่วม บลูม (Bloom. 1976 : 121 - 122) เห็นว่าการมีส่วนร่วมของนักเรียนเป็นลักษณะสำคัญประการหนึ่งของการเรียนการสอนที่มีคุณภาพ แม้ว่าการให้คำแนะนำแก่นักเรียนจะเป็นสิ่งสำคัญในกระบวนการเรียนรู้ แต่หากนักเรียนไม่ไ้ลงมือปฏิบัติหรือมีส่วนร่วมในการเรียนรู้นั้น คำแนะนำที่นักเรียนได้รับก็จะไม่ค่อยเกิดประโยชน์เท่าใดนัก นักทฤษฎีการเรียนรู้ต่างก็เห็นว่านักเรียนควรมีส่วนร่วมอย่างเต็มที่เมื่อมีการเรียนรู้

ในการเรียนเป็นกลุ่มใหญ่ ครูจะต้องแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ เพื่อให้สมาชิกในกลุ่มเล็ก ๆ นั้น สามารถลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ที่สมาชิกอื่น ๆ ในกลุ่มสามารถสังเกตเห็นได้ หลักฐานที่จะแสดงว่านักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ได้แก่ การพูด การเขียน การขาน งานที่ได้รับมอบหมาย เป็นต้น อย่างไรก็ตามการมีส่วนร่วมของนักเรียนไม่สามารถแสดงออกและถูกสังเกตเห็นได้ทั้งหมด

ในการเรียนรู้แต่ละอย่าง นักเรียนแต่ละคนต้องการลงมือปฏิบัติในปริมาณที่ไม่เท่ากัน เช่น การเรียนในห้องปฏิบัติการ นักเรียนบางคนต้องปฏิบัติซ้ำ ๆ กันหลายครั้งกว่าคนอื่น จึงจะมีความสามารถถึงขั้นบรรลุเกณฑ์ที่วางไว้ได้ จากการศึกษาจำนวนครั้งของการปฏิบัติที่นักเรียนต้องใช้ในการเรียนรู้ควยอุปกรณ์ที่มีความซับซ้อน ปรากฏว่านักเรียนที่เรียนช้าที่สุดร้อยละ 10 ต้องการการฝึกปฏิบัติมากกว่านักเรียนที่เรียนเร็วที่สุดร้อยละ 10 เป็นจำนวน 5 - 6 ครั้ง การสอนที่คอยคุณภาพนั้น จะปรากฏว่ามีนักเรียนเพียง 2 - 3 คนเท่านั้นที่ได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ และพฤติกรรมการมีส่วนร่วมจะลดน้อยลง ในกรณีนี้จะต้องพยายามเพิ่มการมีส่วนร่วมให้มากขึ้น ซึ่งอาจช่วยได้โดยใช้การเสริมแรงเป็นต้น

บทบาทของนักเรียนในการเข้ามีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นและจะขาดเสียมิได้ ถ้าหากนักเรียนไม่ได้ลงมือปฏิบัติตามกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แล้ว นักเรียนก็จะไม่มีโอกาสฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญที่ต้องใช้ในกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และทักษะเหล่านี้เป็นสิ่งที่หลักสูตรวิทยาศาสตร์ปัจจุบันมุ่งหวังให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน กิจกรรมที่นักเรียนจะต้องเข้ามีส่วนร่วมควยก็มีทั้งการอภิปรายและการทำการทดลอง ซึ่งเป็นกิจกรรมหลักของกระบวนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (วีรยุทธ วิเชียรโชติ 2521 : 37 - 39) มีความเห็นทำนองเดียวกับลุมว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน เน้นการคิด

การปฏิบัติของนักเรียนเป็นสำคัญ ถ้านักเรียนไม่มีส่วนร่วมแล้วการเรียนการสอนย่อมมีคุณภาพที่ไยยาก นักเรียนมีบทบาทเป็นผู้ซักถาม อภิปราย และลงมือกระทำเป็นส่วนใหญ่ ครูเป็นเพียงผู้กระตุ้นควบคุมคำถาม นักเรียนผลัดกันเป็นผู้นำ ครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ นักเรียนเป็นผู้คิด ผู้กระทำ และเป็นผู้จับบันทึกความรู้ที่ตนพบด้วยตนเอง

6. การใช้สื่อการเรียนการสอน นิคม ทาแกง (นิคม ทาแกง 2526 : 80 - 118) ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับความหมาย ประเภท การเลือก และการใช้ สื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

สื่อการเรียนการสอน หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร สัญลักษณ์ หุ่นจำลอง ฯลฯ ที่สามารถใช้เป็นสื่อกลางในการถ่ายทอดสารตามหลักสูตรไปยังผู้เรียน โดยผ่านการรับรู้ทางประสาทสัมผัสทั้งห้าของผู้เรียนได้

กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น มีวัตถุประสงค์หลักของกระบวนการ เน้นการถ่ายทอดและแลกเปลี่ยนความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ไปพร้อม ๆ กัน ซึ่งการที่จะดำเนินการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์นี้กระบวนการเรียนการสอนจะต้องสอดคล้องกับกระบวนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ กล่าวคือ บทเรียนวิทยาศาสตร์จะต้องจัดแบ่งออกเป็นขั้นตอนความล้าคืบจากง่ายไม่ซับซ้อนไปสู่บทเรียนที่มีความซับซ้อนขึ้นไป แต่ละบทเรียนจะต้องมีสื่อกลางที่จะทำให้เกิดสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้เกิดการรับรู้ และตอบสนองโดยผ่านประสาทสัมผัส นำมาซึ่งความเข้าใจในปัญหา สามารถดำเนินการสังเกต รวบรวมข้อมูล ตามขั้นตอนของกระบวนการแสวงหาความรู้ วิทยาศาสตร์ นำไปสู่การสรุปความรู้แต่ละบทเรียนและเข้าใจความสัมพันธ์ต่อเนื่องบทเรียน

ประเภทของสื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ นักเทคโนโลยีการศึกษาได้พยายามแบ่งประเภทของสื่อการสอนออกเป็นหลายแบบหลายลักษณะ แตกต่างกันไปตามแต่ผู้แบ่งจะยึดหลักการใดเป็นพื้นฐานในการแบ่ง ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการจำ การจัดการเลือกและการใช้ให้เหมาะสมกับงานแต่ละประเภท การแบ่งประเภทสื่อการเรียนการสอน

ที่สอดคล้องและน่าจะให้ความสะดวกในการพิจารณาเลือกและใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์ คือ การแบ่งประเภทตามลักษณะของประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้รับจากสื่อการเรียนการสอน นั้น ๆ การแบ่งประเภทตามลักษณะสื่อในกระแสด้านความคิดของนักเรียน และการแบ่ง ประเภทตามลักษณะโครงสร้างของสื่อ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การแบ่งประเภทสื่อการเรียนการสอนตามลักษณะประสบการณ์ เอ็ดการ์ เดล (Dale) เป็นผู้แบ่งประเภทของสื่อการเรียนการสอนตามลักษณะของประสบการณ์ ที่ผู้เรียนได้รับจากผลของการใช้สื่ออื่น ๆ แต่เดิมเขาแบ่งออกเป็น 11 ประเภท ต่อมา ภายหลังได้ปรับปรุงโดยรวมภาพยนตร์กับโทรทัศน์อยู่ในประเภทเดียวกัน จึงเหลือ - 10 ประเภท เรียกว่า กรวยแห่งประสบการณ์ ซึ่งเรียงตามลำดับจากรูปธรรมไปหานามธรรม ดังต่อไปนี้

1.1 ประสบการณ์ตรงที่ผู้เรียนเจตนารับเป็นสื่อของจริง ได้แก่ วัตถุ สถานการณ์หรือปรากฏการณ์จริงที่ผู้เรียนสามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 เป็น สื่อที่มีความจำเป็นต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นนำเข้าสู่บทเรียน เสนอปัญหา ชื่นทคลอง และรวบรวมข้อมูลเพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้นจากสถานการณ์การเรียนการสอน

1.2 ประสบการณ์จากสถานการณ์จำลองและหุ่นจำลอง สื่อประเภท สถานการณ์จำลองหรือหุ่นจำลองนี้ สามารถเน้นประเด็นที่ต้องการหรือกำจัดส่วนเกินที่ไม่ ต้องการจากของจริงได้ มีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในกรณีของจริง หายาก ราคาแพง มีอันตรายมาก ใหญ่โตเกินไป เล็กเกินไป สลับซับซ้อนเกินไป ฯลฯ

1.3 ประสบการณ์นาฏการ เป็นประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้รับจากการแสดง ด้วยตนเองหรือชมการแสดง เป็นสถานการณ์จำลองที่ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ ปรากฏการณ์และกระบวนการบางอย่างได้ดี

1.4 ประสบการณ์จากการทดลองสาธิตเป็นประสบการณ์ที่ได้รับจากสื่อ ซึ่ง อาจเป็นสถานการณ์จำลองหรือสถานการณ์จริง แต่เป็นสื่อที่มีจำนวนน้อย จึงสาธิตให้ดูเป็นกลุ่ม

เป็นประสบการณ์ที่จะต้องรับรู้พร้อม ๆ กัน เหมาะสำหรับการทดลองสาธิตให้ผู้เรียนสังเกต และรวบรวมข้อมูลพร้อม ๆ กันหลายคน

1.5 ประสบการณ์ทัศนศึกษา เป็นประสบการณ์ที่ได้รับจากสื่อการเรียน การสอนที่เป็นวัตถุ สถานการณ์ หรือปรากฏการณ์จริง แต่แทนที่จะเป็นการนำสื่อเข้ามาหา ผู้เรียนก็เป็นการนำผู้เรียนไปยังแหล่งของสื่อ เหมาะสำหรับการนำเข้าสู่ปัญหาหรือการสรุป บทเรียนเป็นการยืนยันข้อสรุปที่ได้จากการเรียนในห้องเรียน

1.6 ประสบการณ์ที่ได้จากนิทรรศการ สื่อที่ให้ประสบการณ์ในลักษณะ นิทรรศการนี้อาจเป็นทั้งของจริงและสิ่งจำลองต่าง ๆ แกะฉีกเรียงไว้ในรูปที่จะใช้ข้อมูล หรือเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ของผู้จัด เหมาะสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน หรือขั้นสรุปบทเรียน

1.7 ประสบการณ์จากภาพยนตร์หรือโทรทัศน์ เป็นประสบการณ์ที่ได้จาก ภาพและเสียงที่พยายามทำให้เหมือนกับประสบการณ์ตรง โดยเทคนิคการถ่ายทำเหมาะ สำหรับการเสนอเนื้อหา เสนอข้อมูลหรือสรุปบทเรียน

1.8 ประสบการณ์จากภาพนิ่ง วิดีโอและแผ่นเสียง สื่อประเภทนี้ให้ประสบการณ์ รายละเอียดในประเด็นที่ต้องการเน้นได้โดยเทคนิคการถ่ายภาพ การอัดขยายและการบันทึก คัดลอในกรณีที่เป็นเทปเสียง

1.9 ประสบการณ์จากสื่อทัศนสัญลักษณ์ ได้แก่ ภาพฉายลายเส้น วัสดุกราฟิก ต่าง ๆ สามารถเน้นโดยรูปสัญลักษณ์และสีให้เกิดความสนใจและความพึงพอใจในประเด็น ที่ต้องการจะเน้นได้

1.10 ประสบการณ์พจนสัญลักษณ์ ได้แก่ สัญลักษณ์ สูตร ภาษา คำว่าต่าง ๆ เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพในการเสนอเนื้อหา มโนคติ หลักการ ทฤษฎีหรือกฎบางอย่างได้ดี

2. การแบ่งประเภทสื่อการเรียนการสอนตามลักษณะสื่อในกระแสด้านความคิดของ
ผู้เรียน การแบ่งแบบนี้แบ่งตามทฤษฎีโครงสร้างของความคิดของบรูเนอร์ (Bruner)
 ซึ่งอธิบายไว้ว่า คนเราจะเกิดความรู้ความเข้าใจสิ่งแวดล้อมได้โดยสิ่งแวดล้อมที่เป็นวัตถุ
 ปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ทำให้เกิดสื่อหรือสิ่งแทนในกระแสด้านความคิดภายในใจหนึ่ง
 หรือทั้งสามด้าน ได้แก่ ด้านการกระทำ (Enactive representation) ภาพ
 (Iconic representation) และสัญลักษณ์ (Symbolic representation)
 ดังนั้นสื่อในที่นี้จึงหมายถึงสื่อที่เป็นวัตถุหรือสถานการณ์ กับสื่อที่เป็นลักษณะของความคิด ซึ่ง
 อาจเทียบได้กับสื่อที่แบ่งประเภทตามแบบของ เอ็ดการ์ เคล โกล์ดมัน

2.1 สื่อประเภทที่ก่อให้เกิดการกระทำ การเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหว
 กล้ามเนื้อ ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจขึ้นได้ ได้แก่ สื่อของจริง สถานการณ์จำลอง
 หุ่นจำลอง นาฏการ การทดลองสาธิตและการศึกษานอกสถานที่

2.2 สื่อประเภทที่ก่อให้เกิดภาพนึก ได้แก่ สื่อนิทรรศการ ภาพยนตร์
 โทรทัศน์ ภาพนิ่ง วิทยุและแผ่นเสียง

2.3 สื่อประเภทที่ก่อให้เกิดการคิดนึกเป็นสัญลักษณ์ ได้แก่ สื่อทัศนสัญลักษณ์
 และภาษา

3. การแบ่งประเภทของสื่อการเรียนการสอนตามลักษณะโครงสร้างของสื่อ
 หมายถึง การพิจารณาแบ่งประเภทตามเนื้อวัตถุและลักษณะขององค์ประกอบของสื่อ
 สื่อแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทคือ ประเภทวัสดุ ประเภทอุปกรณ์ และประเภทวิธีการ
 การแบ่งประเภทของสื่อแบบนี้ให้ความสะดวกต่อผู้สอนและผู้บริหารในด้านการจัดหาและ
 เตรียมสื่อการเรียนการสอนทั้งในระยะสั้นและการวางแผนระยะยาว เพราะสามารถ
 คำนวณราคาและช่วงเวลาในการใช้ได้ง่าย การแบ่งประเภทของสื่อโดยวิธีนี้แบ่งสื่อออก
 ได้ 3 ประเภท คือ

3.1 สื่อประเภทวัสดุ ได้แก่ วัสดุสิ้นเปลือง วัสดุ วัสดุ สารประกอบ ตลอดจนวัสดุของพัสดุต่าง ๆ ที่มีการใช้สิ้นเปลือง ยุปสลาย ผู้ฟังได้ง่าย ที่ใช้เป็นสื่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ส่วนมากจะเลือกมาใช้อะไรเท่าไร แล้วต้องคำนึงถึงความสิ้นเปลือง จำนวนครั้งที่ใช้ และปริมาณสำรองด้วย

3.2 สื่อประเภทอุปกรณ์ ได้แก่ สื่อการเรียนการสอนที่มีความคงทนถาวรนำมาใช้ได้หลายครั้ง โดยอาจใช้เฉพาะหรือใช้ร่วมกับสื่อการเรียนการสอนประเภทวัสดุ เช่น ภาพสำหรับทดลอง เครื่องมือสำหรับการทดลอง แผ่นป้าย หุ่นจำลอง เครื่องฉาย เครื่องเสียง เครื่องบันทึกภาพ เป็นต้น สื่อเหล่านี้มักจะมีราคาแพง แต่มีความคงทนใช้ได้นานและใช้ได้กับสื่อประเภทวัสดุใหม่ ๆ ได้ตลอดไป

3.3 สื่อประเภทวิธีการ ได้แก่ การจัดระบบ เกมหรือกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งให้ผู้เรียนกระทำเพื่อถ่ายทอดความรู้หรือกระบวนการ โดยอาจใช้สื่ออื่นประกอบด้วย แต่ประเด็นสำคัญไม่ใช่สื่อที่ประกอบ เช่น กิจกรรมที่ให้ผู้เรียนเข้าแถวหน้ากระดานเรียงหนึ่ง ยืนลูกบอลดีเหลือส่งต่อ ๆ กันไป โดยผู้เรียนไม่ต้องเคลื่อนที่เพื่อแสดงลักษณะการนำความร้อน วัสดุที่ใช้ประกอบคือลูกบอลดีเหลือนั้นไม่ใช่ส่วนสำคัญ อาจใช้หนังสือไม้ ก้อนหิน ฯลฯ แทนก็ได้ เพื่อสมมติเป็นพลังงานความร้อนเท่านั้น สื่อการเรียนการสอนประเภทวิธีการที่ใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ส่วนมากคือ การสาธิต การทดลอง เกม การแสดงบทบาท สมมติ การจำลองสถานการณ์ การฝึกปฏิบัติจริงหลังจากเรียนทฤษฎีแล้ว ทัศนศึกษา กิจกรรมอิสระและกิจกรรมโครงร่าง เป็นต้น

การเลือกและการใช้สื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

1. การเลือกสื่อเสนอขอเท็จจริง กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการปลูกฝังเจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้น กิจกรรมการเรียนการสอนแต่ละครั้งจะต้อง

ประกอบควยสถานการณ์นำผู้เรียนเข้าร่วมกระทำกิจกรรมเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาและมีโอกาสได้รับความสำเร็จคือ สามารถสรุปผลของการกระทำกิจกรรมจะเห็นได้ว่าสถานการณ์เริ่มต้นการเรียนการสอนแต่ละครั้งจะต้องเสนอสื่อเพื่อให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงก่อนเสมอ

ข้อเท็จจริง หมายถึง วัตถุและปรากฏการณ์ซึ่งมีลักษณะและสมบัติที่สามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัส สิ่งที่ได้อากการรับรู้เรียกว่าข้อมูล ในกระบวนการแสวงหาความรู้ วิทยาศาสตร์หลายขั้นตอนจะต้องเริ่มต้นจากข้อมูลและข้อเท็จจริงต่าง ๆ สื่อการเรียนการสอนที่เสนอเพื่อให้ข้อเท็จจริงนั้น สื่อประเภทที่ให้บริการตรงเป็นสื่อที่ดีที่สุด แต่ในบางกรณีของจริงอาจมีขนาดใหญ่เกินไป เล็กเกินไป ชัดชอนและมีรายละเอียดที่ไม่ต้องการมากเกินไป ดังนั้นจึงจำเป็นต้องพิจารณาเลือกสื่อให้เหมาะสมกับสถานการณ์และวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนดังต่อไปนี้

1.1 เลือกสื่อที่มีความชัดเจน ไม่ว่าสื่อที่เลือกนั้นจะเป็นของจริง หุ่นจำลองหรือภาพ ควรพิจารณาในเรื่องความชัดเจน เช่น รูปร่าง สีและลักษณะสัมพันธ์กับส่วนอื่น

1.2 เลือกสื่อที่ผู้เรียนสังเกตได้ง่าย ของจริงบางอย่างอาจมีขนาดใหญ่เกินไป เล็กเกินไปหรือมีการเปลี่ยนแปลงที่ใช้เวลานานเกินไป ไม่สะดวกต่อการสังเกตรวบรวมข้อมูลหรือเปรียบเทียบ หุ่นจำลองที่มีสีสันเหมือนจริง ภาพยนตร์เทคนิคพิเศษ เช่น ภาพช้า ภาพเร็วหรือภาพฉาย อาจเหมาะสมกว่าของจริงสำหรับการเสนอข้อมูลในลักษณะนี้

1.3 เลือกสื่อที่มีลักษณะสัดส่วนและสีตรงกับความเป็นจริงที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยเฉพาะสื่อที่แสดงลักษณะภายนอกเพื่อให้ผู้เรียนทำความเข้าใจ เปรียบเทียบและจำแนกประเภทได้ตรงกับความเป็นจริง สื่อประเภทนี้โดยมากจะเป็นประเภหุ่นจำลองทั้งแบบขยายส่วนและย่อส่วน

1.4 เลือกสื่อที่เน้นข้อเท็จจริงที่ต้องการให้ผู้เรียนสังเกต โดยอาจคัดสรรประกอบที่ไม่จำเป็นออก หรือขยายบางส่วนเป็นพิเศษ แต่จะต้องไม่ทำให้เกิดความเข้าใจผิดในส่วนนั้น ๆ

1.5 เลือกสื่อสิ่งแทนที่บอกอัตราส่วนไว้เด่นชัด สามารถวัดหรือคำนวณหาขนาดของจริงได้

2. การเลือกสื่อเสนอปัญหาและถ่ายทอดกระบวนการ ในกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น การใช้สื่อสร้างสถานการณ์ใหญ่เรียนรู้ฝึกในสภาพปัญหาและเข้าใจประเด็นปัญหา เป็นการเริ่มค้นพบเรียนที่จะนำผู้เรียนสู่กิจกรรมลูกโซ่ของการสืบเสาะหาความรู้ที่มีความหมายต่อไป สื่อการเรียนการสอนสำหรับชั้นการเสนอปัญหาหรือขั้นนำเข้าสู่บทเรียนจึงต้องเป็นสื่อที่มีความต่อเนื่องเป็นระบบเดียวกันกับสื่อถ่ายทอดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวิธีการวิทยาศาสตร์ และโดยเฉพาะการเรียนรู้เนื้อหาที่เป็นกระบวนการวิทยาศาสตร์นั้น จะต้องเรียนรู้จากประสบการณ์ของผู้เรียนโดยการกระทำกิจกรรมตามขั้นตอนและทักษะกระบวนการแต่ละขั้น จึงจะเกิดทักษะและเกิดความรู้ความเข้าใจ สื่อการเรียนการสอนที่ดีสำหรับการเสนอปัญหาและถ่ายทอดกระบวนการจึงน่าจะเป็นสื่อประเภทการกระทำ

การเลือกสื่อเพื่อนำมาใช้ในการเสนอปัญหาและถ่ายทอดกระบวนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์นั้น ควรพิจารณาเลือกให้เหมาะสมกับสถานการณ์การเรียนการสอนดังต่อไปนี้

2.1 พิจารณาความแปลกใหม่ของสื่อว่ามีลักษณะความแปลกใหม่ที่น่าสนใจหรือไม่เมื่อเทียบกับประสบการณ์หรือบทเรียนก่อน ๆ แต่ทั้งนี้ความแปลกใหม่จะต้องเป็นความแปลกใหม่ภายในเนื้อหาที่ต้องการถ่ายทอด เพราะความแปลกใหม่ที่ไม่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ต้องการถ่ายทอดจะหันเหความสนใจของผู้เรียนออกจากเนื้อหาที่ต้องการจะสอน

2.2 เลือกสื่อที่มีความปลอดภัยสูงสุดในกรณีที่มีหลายอย่างให้เลือก ทั้งนี้เพราะการใช้สื่อเสนอปัญหาและถ่ายทอดกระบวนการนั้นเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของผู้เรียน โดยเฉพาะการสอนกลุ่มใหญ่ อาจารย์อาจควบคุมและรักษาความปลอดภัยได้ยาก

2.3 เลือกสื่อที่จัดเป็นระบบสอดคล้องกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะวิธีการจัดสื่อการเรียนการสอนในลักษณะระบบของสื่อเอง จะเป็นสื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการได้ดีขึ้น

2.4 พิจารณาความถี่ของการใช้สื่อประเภทนั้น ๆ ว่าในการเรียนการสอนครั้งก่อน ๆ ได้เคยใช้มาบ่อยครั้งหรือไม่ ถ้ามีความซ้ำซากเกินไป ถึงแม้จะเป็นสื่อที่ดีก็อาจจะได้ผลด้อยลงกว่าที่ควรจะเป็น เช่น การสอนที่ผ่าน ๆ มาใช้ภาพยนตร์เป็นสื่อสอนกระบวนการมาหลายครั้งแล้วอาจต้องเปลี่ยนเป็นการสาธิตของจริงจึงได้ผลตามต้องการ เป็นต้น

3. การเลือกสื่อถ่ายทอดมโนคติ หลักการและทฤษฎี ความรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบขึ้นจากข้อเท็จจริง ซึ่งเป็นหน่วยความรู้ที่เล็กที่สุด รวมกันเข้าเป็นมโนคติ และตั้งแต่สองมโนคติขึ้นไปมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันเข้าเป็นองค์ความรู้ที่ใหญ่ขึ้นเป็นแผนเชื่อมโยงมโนคติ แผนเชื่อมโยงมโนคติในลักษณะหนึ่งเรียกว่าหลักการ และที่แตกต่างกันไปอีกแบบหนึ่งเรียกว่าทฤษฎี พื้นฐานสำคัญของความรู้วิทยาศาสตร์ต่าง ๆ คือ มโนคติการเรียนรู้ของผู้เรียนนั้น ถ้าไม่เข้าใจมโนคติก็ไม่สามารถจะเข้าใจหลักการหรือทฤษฎีที่ประกอบขึ้นจากมโนคตินั้นได้ ดังนั้นจึงพิจารณาเรื่องการเลือกและการใช้สื่อการเรียนการสอนมโนคติ หลักการ และทฤษฎีไปพร้อม ๆ กัน และควรพิจารณาลักษณะเฉพาะต่อไปนี้เพิ่มเติมจากที่กล่าวมาในสองหัวข้อที่แล้ว ดังต่อไปนี้

3.1 ลักษณะการเรียนรู้มโนคติต่าง ๆ ของผู้เรียนไม่ว่าจะเป็นมโนคติใด ๆ จะพัฒนาจากมโนคติแคบไปสู่มโนคติกว้าง ในลักษณะของการสะสม ดังนั้นสื่อการเรียนการสอนสำหรับถ่ายทอดมโนคติหนึ่ง ๆ ควรเลือกสื่อที่เป็นมโนคติด้อยไปสู่มโนคติหลัก

3.2 มโนคติทางวิทยาศาสตร์รวมกลุ่มในลักษณะที่มีโครงสร้างแน่นอน ที่เรียกว่าแผนเชื่อมโยงมโนคติ การเลือกและการพิจารณาจัดลำดับของสื่อจึงควรให้สอดคล้องกับโครงสร้างของแผนเชื่อมโยงของกลุ่มมโนคตินั้น ๆ สื่อที่ใช้อาจเป็นชุดใหญ่มีหลายสื่อและ

มีหลายโมเดลได้ เช่น ชุดสื่อแบบโปรแกรม สื่อประสม และโปรแกรมกิจกรรม เป็นต้น

3.3 ถ้าสามารถเลือกได้ควรเลือกใช้สื่อที่เสนอโมเดลเดี่ยวเป็นชุด ๆ ที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ในลักษณะกลุ่มใหญ่ กลุ่มย่อย และรายบุคคลได้ เช่น ชุดรูปภาพ ชุดทดลอง ชุดสไลด์ประกอบเสียง ฟิล์มรูปแบบเสนอโมเดลเดี่ยว (Concept film loop) เป็นต้น

3.4 เลือกสื่อโมเดล หลักการหรือทฤษฎีที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ นั้น ๆ อาจเป็นกิจกรรมขณะเรียนหรือกิจกรรมหลังเรียนก็ได้

4. หลักการใช้อุปกรณ์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เมื่อเลือกสื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้เหมาะสมกับขั้นตอนของการเรียนการสอนและเรื่องที่จะสอนแล้วต่อไปจะต้องพิจารณาจัดระบบและลำดับการใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ของการเรียนการสอนแต่ละครั้งด้วย การใช้สื่อการเรียนการสอนจึงจะได้ผลอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งควรพิจารณาใช้ตามหลักการต่อไปนี้

4.1 เสนอสื่อที่มีเนื้อหาต่อเนื่องกับความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน โดยเฉพาะถ้าเป็นการเสนอสื่อในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนหรือปัญหาบางกรณีอาจต้องอภิปรายหรือปูพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนให้พร้อมที่จะรับข้อมูลจากสื่อได้ก่อนที่จะเสนอสื่อ แต่ทั้งนี้ก็ไม่ควรจะเป็นสิ่งที่ยากเกินไป เพราะจะไม่สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้

4.2 จัดลำดับการใช้สื่อที่เลือกมาแล้วให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียนให้เชื่อมโยงสื่อและประสบการณ์ของผู้เรียนเข้าด้วยกัน

4.3 เสนอสื่อที่มีข้อเท็จจริงหรือมีลักษณะที่แตกต่างจากประสบการณ์เดิมของผู้เรียน เพื่อเป็นการกระตุ้นความสนใจอยากรู้ อยากเห็น แต่ก็ไม่ควรจะห่างหรือแตกต่างจากประสบการณ์ของผู้เรียนมากเกินไปจนไม่สามารถเชื่อมโยงข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่สังเกตได้ใหม่กับประสบการณ์เดิมได้

4.4 มโนคติ หลักการและทฤษฎีใด ๆ ก็ตาม ล้วนมีความรู้พื้นฐานหรือ มโนคติพื้นฐาน สำหรับมโนคติ หลักการหรือทฤษฎีนั้น ดังนั้นก่อนการใช้สื่อการเรียนการสอน เพื่อถ่ายทอดมโนคติ หลักการหรือทฤษฎีควรทดสอบหรือพบทวนมโนคติพื้นฐานก่อนเสมอ

4.5 จัดลำดับสื่อให้เป็นระบบต่อเนื่องจากมโนคดีย่อยไปสู่มโนคติหลักเสมอ

4.6 ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการกระทำกิจกรรมอาจเป็นขณะใช้สื่อหรือ หลังการใช้สื่อแล้วก็ได้

4.7 จัดระบบสื่อให้สอดคล้องกับกระบวนการสืบเสาะ

4.8 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกและใช้สื่อ
คิดเห็นของตนเองในโอกาสที่เห็นสมควร

4.9 หลังจากการใช้สื่อแล้ว ควรจัดกิจกรรมประเมินผล
เข้าใจของผู้เรียนทุกครั้งเพื่อจะได้จัดสื่อเสริมสำหรับผู้เรียนบางคน

7. การเสริมแรง บลูม (Bloom. 1976 : 119 - 121)

ว่า ทฤษฎีการเรียนรู้หลายทฤษฎีเห็นพ้องตรงกันว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อ มีการเสริมแรงควบคู่ไปด้วย ครูทั้งหลายต่างก็ยอมรับกันมานานแล้วในเรื่องการเสริมแรง และก็ใช้กันมานานแล้ว อย่างไรก็ตามการให้การเสริมแรงนั้นก็ยังมีความแตกต่างกันอยู่มาก ทั้งในด้านความถี่ของการให้การเสริมแรงและปริมาณของการเสริมแรงที่ให้กับนักเรียน แต่ละคนในชั้นเรียน สิ่งที่ครูจำเป็นต้องเรียนรู้คือวิธีการต่าง ๆ ในการแสดงความพอใจ หรือความไม่พอใจ รวมทั้งการยอมรับเด็ก การให้ความสนใจเด็ก การเข้าไปอยู่ใกล้ ๆ เด็ก การใช้ท่าทาง การยิ้มและการชมเชย ครูต่างก็ทราบอยู่แล้วว่าอาหาร ของเล่น หรือวัตถุต่าง ๆ ก็เป็นตัวเสริมแรงที่มีพลังมากหากใช้อย่างเหมาะสม นอกจากครูน่าจะ เรียนรู้การเสริมแรงที่เกี่ยวกับแรงขับปฐมภูมิ เช่น อาหาร ความอบอุ่น และการพักผ่อน แล้ว ก็น่าจะเรียนรู้เกี่ยวกับตัวเสริมแรงอื่น ๆ ที่ใช้ในโรงเรียนด้วย ได้แก่ ความพึงพอใจ จากสังคม และการยอมรับจากครู บิดามารดา และเพื่อนฝูง ตัวเสริมแรงอาจหมายรวมถึง

วัตถุที่มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจจากสังคมด้วย เช่น ดาวหรือคะแนน ตัวเสริมแรงอาจเกี่ยวกับความต้องการส่วนตัวที่จะรู้สึกว่าคุณเองมีค่า (น่านับถือ) ซึ่งเป็นความพึงพอใจในตนเอง และเครื่องมือ หรือวัตถุ หรือการแสดงออกใด ๆ ที่สามารถช่วยให้นักเรียนสามารถครอบครองและดำรงไว้ซึ่งความนับถือตนเอง ก็สามารถใช้เป็นตัวเสริมแรงได้ ไม่จำเป็นต้องเป็นผู้ให้การเสริมแรงเสมอไป การเสริมแรงอาจได้มาจากกลุ่มในสังคมหรือชั้นเรียนที่นักเรียนเป็นสมาชิกอยู่ อาจได้มาจากเพื่อน ๆ หรือผู้ใหญ่ รวมทั้งบิดามารดา

สิ่งที่เป็นตัวเสริมแรงสำหรับนักเรียนคนหนึ่งอาจไม่สามารถเสริมแรงนักเรียนอีกคนหนึ่งก็ได้ และอาจเป็นไปได้ที่เมื่ออยู่ในเงื่อนไขบางอย่างนักเรียนคนหนึ่งจะรับรู้ในทางบวก แต่อีกคนหนึ่งอาจรับรู้ในทางลบก็ได้ บางทีจุดสำคัญอาจอยู่ที่ว่านักเรียนแต่ละคนสามารถรับรู้การเสริมแรงได้ต่างกัน และการเสริมแรงแต่ละแบบ อาจจะไม่เหมาะสมในการเสริมแรงนักเรียนบางคนในชั้นเรียน

นอกจากนี้จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช 2526 : 320 - 324) ได้กล่าวถึงประเภทของการเสริมแรง ประโยชน์ของการเสริมแรง ลักษณะของตัวเสริมแรงทางบวกและหลักการเสริมแรงทางบวก ไว้ดังต่อไปนี้

ประเภทของการเสริมแรง การเสริมแรงอาจแบ่งได้สองประเภทตามลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างเจ้าของพฤติกรรม (นักเรียน) กับสิ่งเร้า คือ การเสริมแรงทางบวก (Positive reinforcement) กับการเสริมแรงทางลบ (Negative reinforcement)

การเสริมแรงนักเรียนทางบวก คือการเพิ่มความถี่ของพฤติกรรมนักเรียนด้วยการให้สิ่งเร้าที่นักเรียนพึงพอใจ หลังจากนักเรียนได้แสดงพฤติกรรมใดพฤติกรรมหนึ่ง สิ่งเร้าที่นักเรียนพึงพอใจนี้เรียกว่าตัวเสริมแรงทางบวก (Positive reinforcer)

การเสริมแรงนักเรียนทางลบ คือการเพิ่มความถี่ของพฤติกรรมของนักเรียนอันเนื่องมาจากความสำเร็จในการหลีกเลี่ยงสิ่งเร้าที่นักเรียนไม่พึงประสงค์ สิ่งเร้าที่นักเรียนพยายามหลีกเลี่ยงนี้เรียกว่าตัวเสริมแรงทางลบ (Negative reinforcer)

การเสริมแรงทางลบแตกต่างจากการลงโทษ เพราะการลงโทษเป็นการให้สิ่งเร้าเพื่อลดความถี่ของพฤติกรรม แต่การเสริมแรงทางลบเป็นการให้สิ่งเร้าเพื่อเพิ่มความถี่ของพฤติกรรมซึ่งจะมีผลในการถอดถอนสิ่งเร้าที่คนไม่พึงพอใจ

ประโยชน์ของการเสริมแรง การเสริมแรงมีประโยชน์โดยตรงกับการเรียนการสอน เช่น

1. ทำให้นักเรียนมีกำลังใจเรียนที่จะแสดงพฤติกรรมที่ได้รับการเสริมแรง เช่น ตั้งใจเรียน กล้าแสดงออก พยายามไต่หาความรู้ ซึ่งจะมีผลให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ

2. ช่วยให้ผู้รับพฤติกรรมของนักเรียนไปในทางที่พึงประสงค์และหลีกเลี่ยงจากพฤติกรรมที่ไม่เป็นที่ต้องการ เช่น ทำให้นักเรียนมีระเบียบวินัย มีความรับผิดชอบ ซึ่งจะมีผลต่อการจัดการชั้นเรียนที่จะช่วยส่งเสริมบรรยากาศของการเรียนรู้

ลักษณะของตัวเสริมแรงทางบวก ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ครูอาจใช้ทั้งการเสริมแรงทางบวกและการเสริมแรงทางลบกระตุ้นให้นักเรียนสนใจเรียน และมีพฤติกรรมที่พึงปรารถนาเพื่อช่วยให้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าการเสริมแรงทางลบจะช่วยให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่พึงปรารถนามากขึ้น แต่ก็อาจก่อให้เกิดผลเสียบางประการได้ เพราะการเสริมแรงทางลบนั้น ครูจะต้องให้สิ่งเร้าที่นักเรียนไม่พอใจ ตลอดเวลาเพื่อให้นักเรียนจะกล้าแสดงพฤติกรรมหลีกเลี่ยงจากสิ่งเร้านั้น สิ่งเร้าดังกล่าวอาจก่อให้เกิดปัญหาทางอารมณ์ นักเรียนอาจมีความเครียดหรือก้าวร้าวมากขึ้น ดังนั้นครูควรใช้การเสริมแรงทางบวกมากกว่าการเสริมแรงทางลบ

นักการศึกษาบางคนเรียกการเสริมแรงทางบวกว่า การเสริมกำลังใจ เพราะตัวเสริมแรงทางบวกเป็นสิ่งเร้าที่นักเรียนพึงพอใจ และมีกำลังใจที่จะแสดงพฤติกรรมที่ได้รับเสริมแรงนั้นซ้ำอีกหรือเพิ่มขึ้น การเสริมแรงทางบวกอาจแบ่งตามลักษณะของตัวเสริมแรงได้เป็น 4 ประการคือ

1. การเสริมแรงด้วยวาจา คือ การให้คำชมเชยเป็นคำเสริมแรง เช่น หลังจากนักเรียนได้แสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ ครูกล่าวก้าวหน้าชมเชยนักเรียนว่าดี ดีมาก ใช้ได้ ถูกต้องทีเดียว เป็นคำถามที่ดีหรือเป็นความคิดที่หลักแหลม เป็นต้น

2. การเสริมแรงด้วยท่าทาง คือ การใช้ท่าทางเป็นคำเสริมแรง เช่น ครู อาย้ม พยักหน้ารับ มองอย่างสนใจ ประทับมือ หรือเดินเข้าไปหานักเรียน เมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมที่ครูต้องการให้แสดงซ้ำหรือเพิ่มขึ้น

3. การเสริมแรงด้วยการให้รางวัล คือการให้รางวัล เช่น สิ่งของหรือสัญลักษณ์เป็นคำเสริมแรง การเสริมแรงด้วยรางวัลนี้รวมถึงการประกาศชื่อเป็นเกียรติยศ และการนำผลงานของนักเรียนมาแสดงไว้เป็นตัวอย่างด้วย

4. การเสริมแรงด้วยการให้นักเรียนมีส่วนร่วม คือการใช้แรงเสริมจากนักเรียน เช่น ให้นักเรียนประทับมือ หรือให้คะแนนกันเอง

หลักการเสริมแรงทางบวก ในการเสริมแรงทางบวกให้มีประสิทธิภาพนั้น มีหลัก ดังนี้

1. ให้การเสริมแรงทันทีที่นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ เพราะถ้าให้การเสริมแรงช้า โดยเฉพาะเมื่อมีพฤติกรรมอื่นแทรกซ้อน นักเรียนจะไม่รู้ว่าตนเองได้รับการเสริมแรง เพราะเหตุใด อาจเข้าใจว่าเป็นการเสริมแรงพฤติกรรมอื่นได้ ในบางทีครูไม่สามารถให้การเสริมแรงทันทีที่พฤติกรรมที่พึงประสงค์เกิดขึ้น ครูก็ควรรอไว้ก่อน จนกว่าจะมีพฤติกรรมที่พึงปรารถนาเกิดขึ้น

2. ใช้ตัวเสริมแรงที่มีความเข้มและความถี่พอเหมาะกับนักเรียนแต่ละคน คือ ไม่มากหรือน้อยเกินไป ถ้าใช้ตัวเสริมแรงน้อยเกินไปก็จะมีผลในการเสริมแรงน้อย ถ้าใช้มากเกินไปความต้องการของนักเรียน ตัวเสริมแรงนั้นก็หมดค่าและหมดสภาพเป็นตัวเสริมแรง

3. ใช้ตัวเสริมแรงที่มีลักษณะสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน เช่น นักเรียนระดับมัธยมศึกษาจะไม่เห็นคุณค่าและไม่ต้องการรางวัลประเภทดาว ในขณะที่ครูอาจเสริมแรงนักเรียนระดับประถมศึกษาด้วยการให้ดาวได้ นักเรียนบางคนต้องการคำชมเชยจากครู บางคนต้องการคะแนน บางคนต้องการให้ครูแสดงความเป็นกันเอง ครูจึงควรเลือกใช้ตัวเสริมแรงให้เหมาะสมกับความต้องการของนักเรียนแต่ละคน เพื่อให้การเสริมแรงมีประสิทธิภาพมากที่สุด

4. ในกรณีของการเสริมแรงด้วยวาจา ครูต้องใช้คำพูดและน้ำเสียงที่แสดงถึงความจริงใจ อย่างกล่าวชมเชยเกินความเป็นจริง ในบางกรณีคำว่า "ถูกต้อง" ก็เป็นคำชมเชยที่พอเพียง การชมเชยว่า "ดีมาก" ซ้ำ ๆ กันบ่อย ๆ โดยเฉพาะเมื่อพฤติกรรมนั้น ๆ น่าพอใจในชั้น "ดี" เท่านั้น จะทำให้คำชมเชยนั้นหมดสภาพของตัวเสริมแรงและนักเรียนจะขาดความเชื่อถือคำพูดของครู

5. ในการเสริมแรงด้วยวาจานั้น ควรใช้คำชมเชยต่อพฤติกรรมมากกว่าชมเชยบุคคล เช่น "สมศักดิ์ตอบคำถามได้ถูกต้องดีมาก" มากกว่าที่จะกล่าวว่า "สมศักดิ์เป็นนักเรียนที่ดีมาก"

6. ควรใช้วิธีเสริมแรงหลาย ๆ วิธี และใช้ตัวเสริมแรงหลาย ๆ ชนิด หรือให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคนและเพื่อไม่ให้เกิดความซ้ำซาก

องค์ประกอบของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาทั้ง 7 ประการ คือ การจัดลำดับเนื้อหา การจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ การให้คำแนะนำ การใช้คำถาม การมีส่วนร่วม การใช้สื่อการเรียนการสอน และการเสริมแรงต่างก็เป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับผลการเรียนของนักเรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบเหล่านี้ที่มีต่อผลการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยทำการศึกษาในแง่การรับรู้ของนักเรียน ซึ่งเป็นความรู้สึกนึกคิดภายในตัวนักเรียนที่มีต่อพฤติกรรมการจัดการเรียนการสอนตามลักษณะต่าง ๆ ทั้ง 7 ประการ เพื่อดูว่าการ

รับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ แต่ละลักษณะที่เป็นองค์ประกอบของการเรียนการสอนที่มีคุณภาพนั้นมีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพียงใด และมีแบบแผนความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผลเป็นอย่างไร

การกำหนดแบบแผนความสัมพันธ์เชิงเหตุผลและผล ผู้วิจัยใช้เวลาเป็นตัวกำหนดลำดับที่มาของตัวแปรที่เป็นองค์ประกอบของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ จึงสามารถกำหนดได้ดังนี้คือ ตัวแปรที่เกิดขึ้นก่อนการเรียนการสอนในชั้นเรียนประกอบด้วย การจัดลำดับเนื้อหา และการจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกันแล้ว การจัดลำดับเนื้อหาเป็นตัวแปรที่มาก่อนการจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ อย่างไรก็ตาม ประสบการณ์การเรียนรู้ควรจะสอดคล้องกับเนื้อหาที่กำหนดไว้ ตัวแปรที่เกิดขึ้นในขณะมี การเรียนการสอน ได้แก่ การให้คำแนะนำ การใช้คำถาม มีส่วนร่วม การใช้สื่อการเรียน การสอนและการเสริมแรง ตัวแปรเหล่านี้ (ยกเว้นการเสริมแรง) เป็นตัวแปรที่มีขึ้นเมื่อ มีการจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้มาแล้ว คือ ต้องอาศัยประสบการณ์การเรียนรู้เป็น หลักในการจัดให้เหมาะสม จึงถือว่าการให้คำแนะนำ การใช้คำถาม การใช้สื่อการเรียน การสอนและการมีส่วนร่วมเป็นตัวแปรที่อยู่ในลำดับเดียวกัน นอกจากนี้การให้คำแนะนำ การใช้คำถามและการใช้สื่อการเรียนการสอน ยังสามารถเกิดขึ้นก่อนและส่งผลต่อการมี ส่วนร่วมได้อีกด้วย ส่วนการเสริมแรงเป็นตัวแปรที่ส่งเสริมสนับสนุนการมีส่วนร่วมของ นักเรียน และมีผลต่อผลการเรียนของนักเรียนด้วย

จากที่กล่าวมาผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานไว้ ดังนี้

สมมติฐานในการวิจัย

1. ชุดตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ 7 ประการ ที่เป็นองค์ประกอบของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม 4 ประการ

1.1 ชุดตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดลำดับเนื้อหา การจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ การให้คำแนะนำ การใช้คำถาม การมีส่วนร่วม การใช้สื่อการเรียนการสอน และการเสริมแรง มีความสัมพันธ์กับทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล

1.2 ชุดตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดลำดับเนื้อหา การจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ การให้คำแนะนำ การใช้คำถาม การมีส่วนร่วม การใช้สื่อการเรียนการสอน และการเสริมแรง มีความสัมพันธ์กับทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป

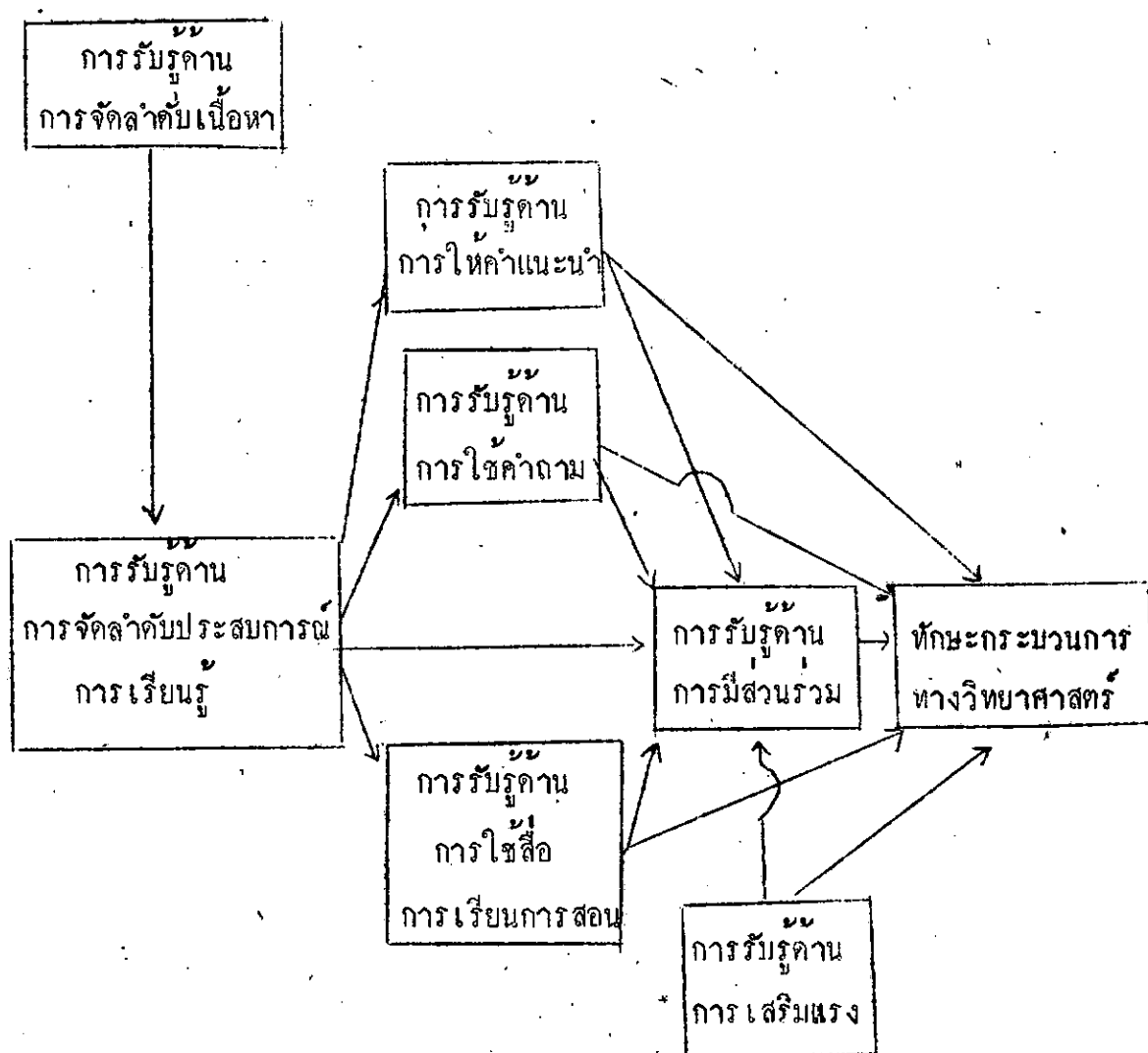
1.3 ชุดตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดลำดับเนื้อหา การจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ การให้คำแนะนำ การใช้คำถาม การมีส่วนร่วม การใช้สื่อการเรียนการสอนและการเสริมแรง มีความสัมพันธ์กับทักษะการสร้างสมมติฐาน

1.4 ชุดตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดลำดับเนื้อหา การจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ การให้คำแนะนำ การใช้คำถาม การมีส่วนร่วม การใช้สื่อการเรียนการสอน และการเสริมแรง มีความสัมพันธ์กับทักษะการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง

2. ชุดตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ 7 ประการ ที่เป็นองค์ประกอบของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การจัดลำดับเนื้อหา การจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ การให้คำแนะนำ การใช้คำถาม การมีส่วนร่วม การใช้สื่อการเรียนการสอน และการเสริมแรงมีความสัมพันธ์กับชุดตัวแปรด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง 4 ประการ คือ ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล ทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป ทักษะการสร้างสมมติฐานและทักษะการออกแบบ การทดลองและดำเนินการทดลอง

3. ตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ 7 ประการ ที่เป็นองค์ประกอบของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การจัดลำดับเนื้อหา การจัด

ลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ การให้คำแนะนำ การใช้คำถาม การมีส่วนร่วม การใช้สื่อ การเรียนการสอน และการเสริมแรง ส่งผลต่อความแตกต่างในผลการเรียนด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม 4 ประการ ในเชิงเหตุและผลทั้งทางตรงและ หรือ ทางอ้อม ดังภาพประกอบแสดงสาเหตุต่อไปนี้



ภาพประกอบ 3 แผนภาพแสดงสาเหตุของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

หมายเหตุ

ตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่ขวามือสุดในภาพประกอบนี้จะนำมาศึกษาที่ละตัวตามลำดับ คือ

1. ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล
2. ทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป
3. ทักษะการสร้างสมมติฐาน
4. ทักษะการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามที่กล่าวถึงในหัวข้อต่อไปนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ในกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2527 จำนวน 104 โรงเรียน

กลุ่มตัวอย่างและวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบหลายชั้น (Multi-stage Random Sampling) ซึ่งมีขั้นตอนในการสุ่มคือ สุ่มโรงเรียนจากเขตการปกครองแต่ละเขต ในกรุงเทพมหานครมาเขตละ 1 โรงเรียน แล้วสุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนที่ได้รับ การสุ่มในชั้นแรกมาโรงเรียนละ 1 ห้องเรียน ทั้ง 2 ตอนใช้วิธีสุ่มแบบธรรมดา

เนื่องจากกรุงเทพมหานครมีเขตการปกครอง 24 เขต แต่มีอยู่ 2 เขตที่ไม่ มีกลุ่มประชากรศึกษาอยู่จึงเหลือเขตการปกครองที่ใช้ในการสุ่มโรงเรียน 22 เขต ดังนั้น ในการสุ่มตอนแรกจึงสุ่มโรงเรียนมาได้ 22 โรงเรียน และในตอนที่สองสุ่ม ห้องเรียนได้ 22 ห้องเรียน ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างจึงประกอบด้วยนักเรียนจำนวน 22 ห้องเรียน แต่เนื่องจากข้อมูลที่ได้อาจมาจากกลุ่มตัวอย่างนั้นสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์

ข้อมูลได้เป็นจำนวน 19 ห้องเรียน อีก 3 ห้องเรียนเป็นข้อมูลที่เสียจึงตัดออก ดังนั้น
 * กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้จึงมี 19 ห้องเรียน ประกอบด้วยนักเรียน 780 คน
 ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 แสดงรายชื่อโรงเรียนและจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

ลำดับที่	ชื่อโรงเรียน	จำนวนนักเรียน (คน)
1	แจรงรอนวิทยา	33
2	ชิโนรสวิทยาลัย	45
3	ไตรมิตรวิทยาลัย	47
4	ทวีธาภิเศก	47
5	เทพศิลา	36
6	ประชากรานุรักษ์อุปถัมภ์	41
7	พุทธจักรวิทยา	38
8	มักกะสันพิทยา	45
9	มัธยมวัดธาตุทอง	39
10	วัดน้อยใน	41
11	วัดเบญจมบพิตร	42
12	วัดรางบัว	31
13	วัดราชโอรส	42
14	วัดหนองแขม	40
15	วัดหนองจอก	39

ตาราง 2 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อโรงเรียน	จำนวนนักเรียน (คน)
16	สตรีวิทยา	45
17	สตรีเกรนรูทรบ้ำเพ็ญ	44
18	สายปัญญา	45
19	หอวัง	40
	รวม	780

ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ เดือนกันยายน พุทธศักราช 2527 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2527

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษาจัดเป็น 2 ประเภท คือ

1. ตัวแปรอิสระ (Independent variables) คือตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ 7 ประการที่เป็นองค์ประกอบของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่

- 1.1 การรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดลำดับเนื้อหา
- 1.2 การรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้
- 1.3 การรับรู้ของนักเรียนด้านการให้คำแนะนำ
- 1.4 การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้คำถาม
- 1.5 การรับรู้ของนักเรียนด้านการมีส่วนร่วม

1.6 การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้สื่อการเรียนการสอน

1.7 การรับรู้ของนักเรียนด้านการเสริมแรง

2. ตัวแปรเกณฑ์ (Dependent variables) คือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยม ซึ่งแบ่งเป็นทักษะย่อย 4 ทักษะ ได้แก่

2.1 การจัดการกระทำกับข้อมูล

2.2 การแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป

2.3 การสร้างสมมติฐาน

2.4 การออกแบบทดลองและดำเนินการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องมือ 2 ชุด คือ

1. แบบวัดการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับพฤติกรรมการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ แบบวัดฉบับนี้ผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้นสำหรับการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดของแบบวัดดังต่อไปนี้

1.1 ลักษณะของแบบวัด แบบวัดการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับพฤติกรรมการจัดการเรียนการสอนของครูฉบับนี้ประกอบด้วยข้อความแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 54 ข้อ แบ่งย่อยออกเป็น 7 ตอน แต่ละตอนใช้วัดการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับพฤติกรรมการจัดการเรียนการสอนของครูแต่ละด้าน โดยเรียงลำดับจากตอนที่ 1 - ตอนที่ 7 ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 แสดงจำนวนข้อความที่ใช้วิธีการรับรู้ของนักเรียนแต่ละด้าน

ตอนที่	ข้อที่	จำนวนข้อ	วิธีการรับรู้
1	1 - 5	5	การจัดลำดับเนื้อหา
2	6 - 12	7	การจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้
3	12 - 19	7	การให้คำแนะนำ
4	20 - 33	14	การใช้คำถาม
5	34 - 40	7	การมีส่วนร่วม
6	41 - 47	7	การใช้สื่อการเรียนการสอน
7	48 - 54	7	การเสริมแรง

ตัวอย่างของแนววิธีการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับพฤติกรรมการจัดการเรียนการสอนของครูวิชาวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

คำชี้แจง ข้อไปนี้เป็นข้อความเกี่ยวกับการกระทำของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 54 ข้อ ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อความแต่ละข้อว่าการกระทำนั้นเกิดขึ้นบ่อยครั้งเพียงใดและการกระทำในลักษณะนั้นก่อให้เกิดผลดีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมากน้อยเพียงใด ทั้งนี้ให้นักเรียนพิจารณาจากประสบการณ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของนักเรียนเอง คำตอบของนักเรียนจะไม่มี การตัดสินว่าถูกหรือผิด และจะไม่กระทบกระเทือนถึงสถานภาพส่วนตัวของนักเรียน ครูผู้สอน ตลอดจนโรงเรียนที่นักเรียนศึกษาอยู่ ดังนั้นจึงขอให้นักเรียนตอบตามความคิดเห็นที่แท้จริงของนักเรียน

วิธีตอบ ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องของคำตอบที่ตรงกับ
ความคิดเห็นของนักเรียน การตอบแต่ละข้อนักเรียนจะต้องตอบ 2 ครั้ง ดังนี้

ครั้งที่ 1 เป็นความคิดเห็นของนักเรียนในแง่ที่ว่า "การกระทำนั้นเกิดขึ้น
บ่อยครั้งเพียงใด" ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด
เพียงคำตอบเดียว จากคำตอบที่มีให้เลือก 5 ระดับคือ มากที่สุด มาก ปานกลาง
น้อย น้อยที่สุด แล้วตอบลงภายใต้ของ ปริมาณของพฤติกรรม

ครั้งที่ 2 เป็นความคิดเห็นของนักเรียนในแง่ที่ว่า "การกระทำในลักษณะ
นั้นก่อให้เกิดผลดีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมากน้อยเพียงใด" ใ้
นักเรียนเลือกคำตอบที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุดเพียงคำตอบเดียว
จากคำตอบที่มีให้เลือก 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด แล้ว
ตอบลงภายใต้ของ มีผลดีต่อการเรียน

ตัวอย่าง

0. ครูทบทวนความรู้เดิมให้นักเรียนก่อนจะขึ้นเรื่องใหม่
00. ครูใช้การบรรยายในการเสนอเนื้อหาวิชาให้นักเรียนทราบ

กระดาษคำตอบ

	ปริมาณของพฤติกรรม					มีผลดีต่อการเรียน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
0.			✓				✓			
00.		✓							✓	

1.2 การให้คะแนน เนื่องจากข้อคำถามแต่ละข้อมี 2 คำตอบ จึงต้องให้คะแนนในแต่ละข้อ 2 ครั้ง ดังนี้

1.2.1 คำตอบในช่อง "ปริมาณของพฤติกรรม" การตอบในแต่ละคำตอบให้คะแนน ดังนี้

มากที่สุด	ให้	5 คะแนน
มาก	ให้	4 คะแนน
ปานกลาง	ให้	3 คะแนน
น้อย	ให้	2 คะแนน
น้อยที่สุด	ให้	1 คะแนน

1.2.2 คำตอบในช่อง "มีผลดีต่อการเรียน" การตอบแต่ละคำตอบให้คะแนนดังนี้

มากที่สุด	ให้	5 คะแนน
มาก	ให้	4 คะแนน
ปานกลาง	ให้	3 คะแนน
น้อย	ให้	2 คะแนน
น้อยที่สุด	ให้	1 คะแนน

เพื่อให้คะแนนในแต่ละช่องแล้ว นำคะแนนจากทั้ง 2 คำตอบในแต่ละข้อมาคูณกัน เป็นความเข้มของพฤติกรรมที่นักเรียนรับรู้ได้จากพฤติกรรมการจัดการเรียนการสอนของครูในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ตัวอย่างการให้คะแนน จากตัวอย่างการตอบแบบวัดในข้อ 1.1 สามารถให้คะแนนแต่ละข้อได้ดังนี้

ข้อ 0. ในช่องปริมาณของพฤติกรรม คำตอบคือ "ปานกลาง" จึงให้ 3 คะแนน
 ในช่องมีผลดีต่อการเรียน คำตอบคือ "มาก" จึงให้ 4 คะแนน
 ดังนั้น คะแนนของข้อ 0. นี้ เท่ากับ $3 \times 4 = 12$ คะแนน

ข้อ ๐๐. ในช่องปริมาณของพฤติกรรม คำตอบคือ "มาก" จึงให้ 4 คะแนน

ในช่องมีผลต่อการเรียน คำตอบคือ "น้อย" จึงให้ 2 คะแนน

ดังนั้น คะแนนของข้อ ๐๐. นี้ เท่ากับ $4 \times 2 = 8$ คะแนน

คะแนนที่ให้ 12 คะแนน และ 8 คะแนน จึงเป็นคะแนนความเข้มของพฤติกรรม
การจัดการเรียนการสอนของครูวิชาวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนรับรู้ได้ในข้อ ๐. และข้อ ๐๐.
ตามลำดับ

1.3 การสร้างแบบวัด มีวิธีการและขั้นตอน ดังนี้

1.3.1 สร้างข้อความเกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนการสอนวิชา
วิทยาศาสตร์ทั้ง 7 ด้านที่เป็นองค์ประกอบของการเรียนการสอนตามที่กำหนดไว้ ซึ่ง
ได้แก่ การจัดลำดับเนื้อหา การจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ การให้คำแนะนำ
การใช้คำถาม การมีส่วนร่วม การใช้สื่อการเรียนการสอน และการเสริมแรง โดย
อาศัยค่านิยมแนวความคิดและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่ศึกษาจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง
ในขั้นแรกนี้ผู้วิจัยสร้างข้อคำถามขึ้นเป็นจำนวน 114 ข้อ

1.3.2 นำข้อความที่สร้างขึ้นนี้ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความ
เที่ยงตรง (Validity) ของข้อความ และแก้ไขข้อความให้เหมาะสม ผู้ทรงคุณวุฒิ
ที่ได้ตรวจแก้ไขข้อความในแบบวัดการรับรู้ฉบับนี้มีจำนวนทั้งหมด 9 คน (คุณาคนวก)

คุณสมบัติของผู้ทรงคุณวุฒิคือ เป็นผู้มีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการ
สอนวิชาวิทยาศาสตร์หรือการวัดผลการศึกษา ทั้งจากทบวงมหาวิทยาลัยและกระทรวง
ศึกษาธิการ

1.3.3 ปรับปรุงแก้ไขและคัดเลือกข้อความที่จะนำไปใช้กับนักเรียน
โดยอาศัยการตรวจสอบแก้ไขของผู้ทรงคุณวุฒิเป็นแนวทางในการพิจารณา ทั้งนี้อยู่ในความ
ดูแลแนะนำของอาจารย์ผู้ควบคุมการทำวิจัยเรื่องนี้ด้วย ข้อความที่จะนำไปใช้กับนักเรียน
มีจำนวน 54 ข้อ

1.3.4 นำแบบวัดการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับพฤติกรรม

การจัดการเรียนการสอนของครูวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 54 ข้อนี้ไปทดลองใช้ โดยนำไปให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตนำด้ง จำนวน 1 ห้องเรียน ประกอบด้วยนักเรียน 44 คน เป็นผู้ตอบแบบวัดฉบับนี้ นอกจากนี้ ยังขอให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงข้อความหรือคำพูดที่อยู่ในแบบวัด ฉบับนี้ว่ามีส่วนใดที่อ่านแล้วเข้าใจยากควรแก้ไข โดยนำความคิดเห็นของนักเรียนมาเป็นแนวทางในการแก้ไขข้อความบางตอนให้ดีขึ้น แต่จำนวนข้อคำถามและใจความของข้อคำถามยังคงเดิม จากนั้นจึงได้นำแบบวัดการรับรู้ของนักเรียนมาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยการหาค่า Alpha coefficient ของครอนบาค (Cronbach. 1970 : 161) ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$\alpha_k = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum S_{xi}^2}{S_{xt}^2} \right)$$

เมื่อ α_k แทน ความเชื่อมั่นของแบบวัด

k แทน จำนวนข้อของแบบวัด

S_{xi}^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

S_{xt}^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

ปรากฏว่าแบบวัดฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่นรวมทั้งฉบับเท่ากับ .92 ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแต่ละตอนมีดังนี้ การจัดลำดับเนื้อหา .63 การจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ .61 การให้คำแนะนำ .66 การใช้คำถาม .81 การมีส่วนร่วม .69 การใช้สื่อการเรียนการสอน .72 และการเสริมแรง .82

2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 3 แบบทดสอบฉบับนี้สร้างขึ้นโดย ละเอียก กิระอนันต์ (ละเอียก กิระอนันต์ 2525) เมื่อ พ.ศ. 2525 เพื่อใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร แบบทดสอบประกอบด้วยข้อคำถามแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ซึ่งใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม 4 ทักษะ คือ การจัดกระทำกับข้อมูล การแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป การสร้างสมมติฐาน และการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลองรวมจำนวน 28 ข้อ ข้อคำถามที่ใช้ไม่อิงเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวนข้อคำถามที่วัดแต่ละทักษะแสดงในตาราง 4 ดังนี้

ตาราง 4 แสดงจำนวนข้อคำถามที่ใช้วัดทักษะชั้นผสมแต่ละทักษะ

ลำดับที่	ทักษะที่ต้องการวัด	ข้อคำถามที่ใช้วัด	จำนวนข้อ
1	การจัดกระทำกับข้อมูล	1, 4, 7, 10, 12, 14, 17, 24	8
2	การแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป	3, 6, 11, 16, 22, 23	6
3	การสร้างสมมติฐาน	2, 8, 15, 18, 20, 25, 27	7
4	การออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง	5, 9, 13, 19, 21, 26, 28	7
		รวม	28

ความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบทัศนิกโดยผู้เชี่ยวชาญ
จำนวน 19 คน ประกอบกับการหาความสัมพันธ์กับแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ของ อนันต์ จันทะทวี โดยใช้สูตร Pearson's product moment
correlation coefficient ซึ่งปรากฏค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .74

ความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ ใช้สูตร Kuder and
Richardson-20 ปรากฏว่าแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .82 และเมื่อ
คิดค่าความเชื่อมั่นแยกตามทักษะย่อยจะได้ค่าดังนี้ ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล .55
ทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป .44 ทักษะการสร้างสมมติฐาน .54
และทักษะการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง .57

ความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวิเคราะห์โดยจัดนักเรียนเป็น
กลุ่มสูง-กลุ่มต่ำ 27% และใช้สูตรดังนี้ (ละเอียด กิระอนันต์ 2525 : 73)

$$\text{ความยากง่าย : } P = \frac{R_H + R_L}{n}$$

$$\begin{aligned} R_H &= \text{จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง} \\ R_L &= \text{จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ} \\ n &= \text{จำนวนนักเรียนที่นำมาวิเคราะห์} \end{aligned}$$

$$\text{อำนาจจำแนก : } r = \frac{R_H - R_L}{n_H}$$

$$\begin{aligned} R_H &= \text{จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง} \\ R_L &= \text{จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ} \\ n_H &= \text{จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง} \end{aligned}$$

ตัวอย่างข้อคำถามในแบบทดสอบ

1. วัดทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล

ตารางต่อไปนี้แสดงปริมาณของไม้สักที่นำออกจากป่าและที่ส่งไปต่าง

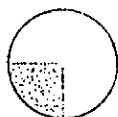
ประเทศ ในปี พ.ศ. 2516 - 2517

พ.ศ.	ปริมาณ (1000 m^3)	
	นำออกจากป่า	ส่งไปต่างประเทศ
2516	150	50
2517	200	25

ถ้าต้องการ เปรียบเทียบปริมาณไม้สักที่นำออกจากป่าและที่ส่งไปต่างประเทศ

โดยการนำเสนอในรูปแบบอื่นนอกเหนือจากตารางข้างต้น ควรใช้รูปแบบในข้อใด

ก.



พ.ศ. 2516



พ.ศ. 2517

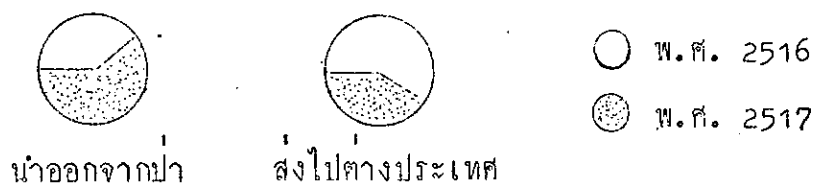


นำออกจากป่า

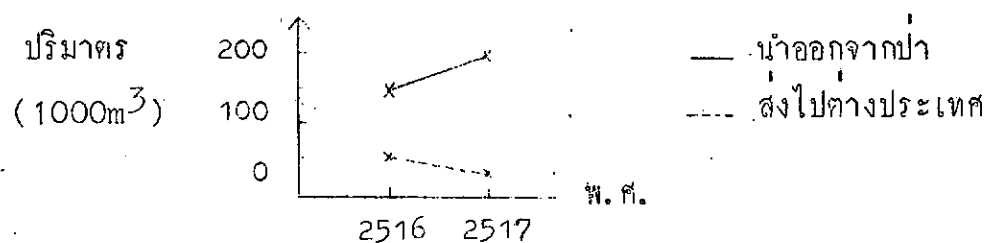


ส่งไปต่างประเทศ

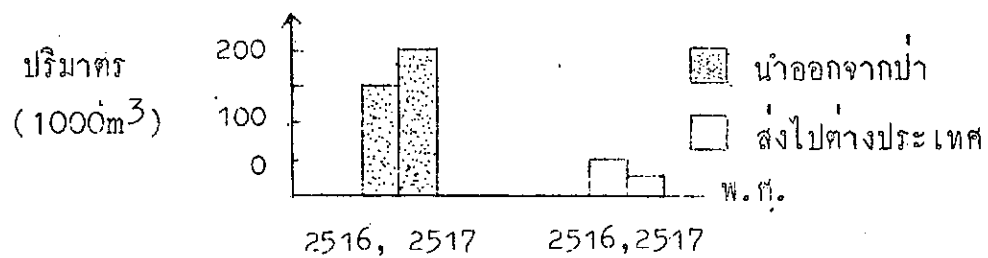
ข.



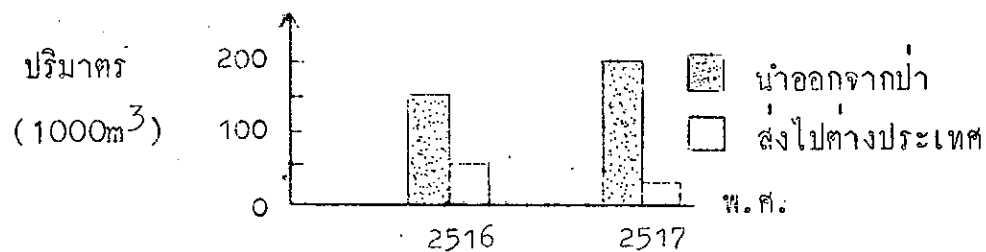
ค.



ง.



จ.



2. วิเคราะห์การแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป

เมื่อสาร X และ Y ทำปฏิกิริยากันจะได้สาร Z ซึ่งมีสีแดง ตารางต่อไปนี้นำแสดงเวลาที่เห็นสารสีแดงเกิดขึ้นหลังจากที่ผสมสาร X และสาร Y เข้าด้วยกัน ณ อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	30	40	50	60	70	80
เวลา (นาที)	20	15	11	6	3	1

จากข้อมูลข้างบนนี้ สรุปได้ว่า

- ก. สาร X และสาร Y ทำปฏิกิริยาได้เร็วขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
- ข. สาร Z ทำปฏิกิริยากับสาร X และสาร Y ได้เร็วขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
- ค. เมื่ออุณหภูมิลดลงอย่างสม่ำเสมอ อัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ
- ง. สาร X และสาร Y ไม่สามารถทำปฏิกิริยากันได้ เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 30°C หรือสูงกว่า 80°C
- จ. สาร Z ทำปฏิกิริยากับสาร X หรือสาร Y ได้เร็วขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แต่อัตราเร็วในการทำปฏิกิริยาจะไม่สม่ำเสมอ

3. วัตถุประสงค์การสร้างสมมติฐาน

นักวิทยาศาสตร์ผู้หนึ่งได้ทำการทดลองดังนี้

- ก. เตรียมจานเพาะเชื้อ ชนิดและขนาดเดียวกัน 4 ใบ
- ข. ใส่ดินสำหรับเพาะเชื้อลงในจานเพาะเชื้อทั้ง 4 ใบ ในปริมาณที่เท่ากัน
- ค. ใส่จุลินทรีย์ A ปริมาณเท่ากันลงในจานเพาะเชื้อทุกใบที่ใส่ดินไว้แล้ว
- ง. นำจานเพาะเชื้อไปใส่ในตู้ซึ่งมีขนาดและรูปร่างเหมือนกัน แต่มีอุณหภูมิต่างกัน ดังนี้คือ 10°C 20°C 30°C และ 40°C โดยใส่จานเพาะเชื้อตู้ละใบ
- จ. เมื่อครบ 24 ชั่วโมง จึงทำการหาปริมาณของจุลินทรีย์ A ในแต่ละจานแล้วนำมาเปรียบเทียบกัน

การทดลองดังกล่าวควรใช้เพื่อทดสอบสมมติฐานใด

- ก. อัตราการเพิ่มของจุลินทรีย์ A ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ
- ข. ปริมาณของจุลินทรีย์ A แปรผันตรงกับระยะเวลา
- ค. จุลินทรีย์ A เจริญได้ดีในอุณหภูมิใดระดับ ภายใน 24 ชั่วโมง
- ง. จุลินทรีย์ A สามารถทนต่ออุณหภูมิได้ในช่วง $20^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}$ เท่านั้น
- จ. ปริมาณและชนิดของดินสำหรับเพาะเชื้อไม่มีความสัมพันธ์กับอัตราการเพิ่มของจุลินทรีย์ A

4. วัดทักษะการออกแบบทดลองและคำใบ้ในการทดลอง

ในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า "ของเหลว X ระเหยได้เร็วกว่าของเหลว Y" ได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

4.1 นำภาชนะที่หาค่ายโลหะชนิดเดียวกัน และไม่ทำปฏิกิริยากับของเหลวทั้งสองมาสองใบ

4.2 รินของเหลว X ลงในภาชนะใบที่ 1 รินของเหลว Y ลงในภาชนะใบที่ 2 พร้อม ๆ กัน โดยรินในบริเวณเดียวกันและใช้สารปริมาณเท่ากัน

4.3 วางภาชนะทั้งสองไว้ในบริเวณเดียวกันเป็นเวลา 15 นาที

4.4 หาปริมาณของของเหลว X และ Y ที่เหลืออยู่ในภาชนะพร้อม ๆ กัน

คำอธิบายวิธีการทดลองข้างต้นขั้นตอนใดที่ไม่ชัดเจน ซึ่งทำให้ไม่สามารถนำผลที่ได้มาตัดสินว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้เป็นจริงหรือไม่

ก. ขั้นตอนที่ 1 เพราะไม่ได้ควบคุมพื้นที่หน้าตัดของภาชนะให้เท่ากัน

ข. ขั้นตอนที่ 2 เพราะไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและกระแสลม

ค. ขั้นตอนที่ 3 เพราะใช้เวลาในการทดลองน้อยเกินไป

ง. ขั้นตอนที่ 4 เพราะไม่ได้กำหนดความเข้มของแสงและควบคุม

กระแสลม

จ. ขั้นตอนที่ 5 เพราะไม่ได้กำหนดวิธีการที่ใช้ในการหาปริมาณของเหลวในภาชนะ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

นำเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้ง 2 ชุดไปใช้กับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้เวลานักเรียนทำ 50 นาที

2. แบบวัดการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนการสอนของครู วิชาวิทยาศาสตร์ ไม่จำกัดเวลาในการตอบ เนื่องจากเครื่องมือชุดนี้เป็นแบบสอบถาม

แต่นักเรียนส่วนใหญ่จะทำเสร็จภายในเวลาประมาณ 20 นาที

ช่วงระยะเวลาที่นำเครื่องมือทั้ง 2 ชุดไปให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างตอบคือ เดือนกันยายน พ.ศ. 2527 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2527

ข้อมูลที่ได้รับจากการเก็บรวบรวมข้อมูลและนำมาทรวจีให้คะแนนแล้ว แบ่งออกเป็นคะแนนของตัวแปร 2 ประเภทคือ

1. ตัวแปรเกณฑ์ คือ คะแนนความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมของนักเรียน ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ทักษะย่อย ได้แก่

- 1.1 ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล
- 1.2 ทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป
- 1.3 ทักษะการสร้างสมมติฐาน
- 1.4 ทักษะการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง

2. ตัวแปรอิสระ คือ คะแนนการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ

7 ประการที่เป็นองค์ประกอบของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 7 ด้าน ได้แก่

- 2.1 การรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดลำดับเนื้อหา
- 2.2 การรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดประสบการณ์การเรียนรู้
- 2.3 การรับรู้ของนักเรียนด้านการให้คำแนะนำ
- 2.4 การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้คำถาม
- 2.5 การรับรู้ของนักเรียนด้านการมีส่วนร่วม
- 2.6 การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้สื่อการเรียนการสอน
- 2.7 การรับรู้ของนักเรียนด้านการเสริมแรง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการทางสถิติสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลไว้ 3 วิธีดังนี้

1. วิเคราะห์สหสัมพันธ์พหุคูณแบบขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression Analysis) ระหว่างชุดตัวแปรอิสระ 7 ตัว กับตัวแปรเกณฑ์แต่ละตัว เพื่อต้องการรู้ว่าตัวแปรอิสระตัวใดบ้างที่สามารถอธิบายความแตกต่างในตัวแปรเกณฑ์ได้มากที่สุด

เนื่องจากตัวแปรเกณฑ์มี 4 ตัว จึงทำการวิเคราะห์ในทำนองเดียวกัน 4 ครั้ง ตามลำดับตัวแปรเกณฑ์แต่ละตัว

2. วิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคัล (Canonical Correlation Analysis) ระหว่างชุดตัวแปรอิสระ 7 ตัวกับชุดตัวแปรเกณฑ์ 4 ตัว เพื่อหาว่าชุดตัวแปรอิสระทั้ง 7 ตัว กับชุดตัวแปรเกณฑ์ทั้ง 4 ตัว มีความสัมพันธ์กันเพียงใด และตัวแปรต่าง ๆ ในแต่ละชุดจะต้องผสมกันด้วยสัดส่วนอย่างไรจึงจะก่อให้เกิดความสัมพันธ์ดังกล่าว

3. วิเคราะห์เส้นทาง (Path Analysis) เพื่อทดสอบแบบแผนความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลของตัวแปรอิสระ 7 ตัว ที่มีต่อตัวแปรเกณฑ์แต่ละตัว เพื่อหาว่าตัวแปรเกณฑ์แต่ละตัวเป็นผลมาจากตัวแปรอิสระใดบ้างในปริมาณและลักษณะใด

เนื่องจากตัวแปรเกณฑ์มี 4 ตัว จึงทำการวิเคราะห์ในทำนองเดียวกัน 4 ครั้ง ตามลำดับตัวแปรเกณฑ์แต่ละตัว

การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด ทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS-X ณ ศูนย์บริการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS-X ได้ผลดังนี้

1. การวิเคราะห์สหสัมพันธ์พหุคูณแบบทบทวน (Stepwise Multiple Regression Analysis) ระหว่างชุดตัวแปรอิสระ 7 ตัว กับตัวแปรเกณฑ์แต่ละตัว เนื่องจากมีตัวแปรเกณฑ์จำนวน 4 ตัว จึงแยกวิเคราะห์ 4 ครั้งคือ

1.1 เมื่อใช้ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลเป็นตัวแปรเกณฑ์ มีผลการวิเคราะห์ดังในตาราง 5

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์พหุคูณเมื่อใช้ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลเป็นเกณฑ์

ตัวแปรอิสระ	B	β	SE _b	t
การรับรู้ของนักเรียนด้านการให้คำแนะนำ	-.008	-.131	.033	-3.156**
การรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดลำดับเนื้อหา	.009	.096	.004	2.320*

$$R = .116^{**}$$

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

$$R^2 = .014$$

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

$$SE_b = 1.780$$

$$a = 5.113$$

จากตาราง 5 แสดงว่าตัวแปรอิสระที่สามารถอธิบายความแตกต่างของทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลรวมกันได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีอยู่ 2 ตัวคือ การรับรู้ของนักเรียนด้านการให้คำแนะนำ และการรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดลำดับเนื้อหา โดยที่ตัวแปรการรับรู้ของนักเรียนด้านการให้คำแนะนำสามารถอธิบายได้มากที่สุด ($\beta^2 = .017$) อีกตัวแปรหนึ่งคือการรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดลำดับเนื้อหาสามารถอธิบายได้รองลงมา ($\beta^2 = .009$)

ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ระหว่างตัวแปรอิสระทั้ง 2 ตัว กับตัวแปรเกณฑ์ มีค่าเท่ากับ .116 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กลุ่มตัวแปรอิสระทั้ง 2 ตัว ส่งผลรวมกันต่อตัวแปรเกณฑ์ได้ประมาณร้อยละ 1.4 ($R^2 = .014$)

1.2 เมื่อใช้ทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุปเป็นเกณฑ์ มีผลการวิเคราะห์ดังในตาราง 6

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์พหุคูณเมื่อใช้ทักษะการแปลความหมายของข้อมูล และการสรุปเป็นเกณฑ์

ตัวแปรอิสระ	B	β	SE _b	t
การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้คำถาม	.005	.206	.001	4.413 **
การรับรู้ของนักเรียนด้านการเสริมแรง	-.006	-.122	.002	-2.781 **
การรับรู้ของนักเรียนด้านการให้คำแนะนำ	-.005	-.108	.002	2.372 *

$$R = .170^{**}$$

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

$$R^2 = .029$$

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

$$SE_b = .191$$

$$a = 3.430$$

จากตาราง 6 แสดงว่าตัวแปรอิสระที่สามารถอธิบายความแตกต่างของทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุปร่วมกันได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีอยู่ 3 ตัว คือ การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้คำถาม การรับรู้ของนักเรียนด้านการเสริมแรง และการรับรู้ของนักเรียนด้านการให้คำแนะนำ โดยที่ตัวแปรการรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้คำถามสามารถอธิบายได้มากที่สุด ($\beta^2 = .042$) ตัวแปรที่อธิบายได้มากที่สุดรองลงมาคือ การรับรู้ของนักเรียนด้านการเสริมแรง ($\beta^2 = .015$) และการรับรู้ของนักเรียนด้านการให้คำแนะนำ ($\beta^2 = .012$)

ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ระหว่างตัวแปรอิสระทั้ง 3 ตัว กับตัวแปรเกณฑ์ มีค่าเท่ากับ .170 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กลุ่มตัวแปรอิสระทั้ง 3 ตัว ส่งผลรวมกันต่อตัวแปรเกณฑ์ได้ประมาณร้อยละ 2.9 ($R^2 = .029$)

1.3 เมื่อใช้ทักษะการสร้างสมมติฐานเป็นเกณฑ์ มีผลการวิเคราะห์ดังในตาราง 7

ตาราง 7³ ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์พหุคูณเมื่อใช้ทักษะการสร้างสมมติฐานเป็นเกณฑ์

ตัวแปรอิสระ	B	β	SE _b	t
การรับรู้ของนักเรียนด้านการเสริมแรง	-.007	-.122	.003	-2.722 **
การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้คำถาม	.004	.143	.001	3.124 **
การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้สื่อ				
การเรียนการสอน	-.003	-.108	.001	-2.353 *

$$R = .158 **$$

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

$$R^2 = .025$$

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

$$SE_b = .232$$

$$a = 3.871$$

จากตาราง 7 แสดงว่าตัวแปรอิสระที่สามารถอธิบายความแตกต่างของทักษะการสร้างสมมติฐานรวมกันได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีอยู่ 3 ตัว คือ การรับรู้ของนักเรียนด้านการเสริมแรง การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้คำถาม และการรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้สื่อการเรียนการสอน โดยที่ตัวแปรการรับรู้ของนักเรียน

ด้านการเสริมแรงสามารถอธิบายได้มากที่สุด ($\beta^2 = .015$) ตัวแปรที่อธิบายได้มากที่สุดรองลงมาคือ การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้คำถาม ($\beta^2 = .020$) และการรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้สื่อการเรียนการสอน ($\beta^2 = .012$) ตามลำดับ

ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ระหว่างตัวแปรอิสระทั้ง 3 ตัว กับตัวแปรเกณฑ์ มีค่าเท่ากับ .158 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กลุ่มตัวแปรอิสระทั้ง 3 ตัว ส่งผลรวมกันต่อตัวแปรเกณฑ์ได้ประมาณร้อยละ 2.5 ($R^2 = .025$)

1.4 เพื่อใช้ทักษะการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลองเป็นเกณฑ์ มีผลการวิเคราะห์ดังในตาราง 8

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์พหุคูณเมื่อใช้ทักษะการออกแบบการทดลอง และดำเนินการทดลองเป็นเกณฑ์

ตัวแปรอิสระ	B	β	SE_b	t
การรับรู้ของนักเรียนด้านการเสริมแรง	-.005	-.080	.002	-2.242**

$$R = .080^*$$

*มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

$$R^2 = .006$$

$$SE_b = .170$$

$$a = 3.597$$

จากตาราง 8 แสดงว่าตัวแปรอิสระที่สามารถอธิบายความแตกต่างของทักษะการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลองมีอยู่เพียง 1 ตัวคือ การรับรู้ของนักเรียนด้านการเสริมแรง โดยมีค่า $\beta^2 = .006$

ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรเกณฑ์มีค่าเท่ากับ .080 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตัวแปรอิสระตัวนี้ส่งผลต่อตัวแปรเกณฑ์ได้ประมาณร้อยละ .6 ($R^2 = .006$)

2. การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิกอล (Canonical Correlation Analysis) ระหว่างชุดตัวแปรอิสระ 7 ตัว กับชุดตัวแปรเกณฑ์ 4 ตัว มีผลการวิเคราะห์ดังในตาราง 9

ตาราง 9 แสดงค่า ไอเกนส์แวลู และค่าสหสัมพันธ์คาโนนิกอล

Root No	Eigenvalue	PCT	Canon. Cor.	Squared Cor.
1	.041	68.132	.198*	.039
2	.011	18.397	.104	.011
3	.007	10.833	.080	.006
4	.002	2.638	.040	.012

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตาราง 9 แสดงว่าตัวแปรอิสระ 7 ตัวคือ การรับรู้ของนักเรียน ด้านการจัดลำดับเนื้อหา การรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ การรับรู้ของนักเรียนด้านการให้คำแนะนำ การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้คำถาม การรับรู้ของนักเรียนด้านการมีส่วนร่วม การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้สื่อการเรียน การสอนและการรับรู้ของนักเรียนด้านการเสริมแรง มีความสัมพันธ์กับตัวแปรเกณฑ์ 4 ตัวคือ ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล ทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป ทักษะการสร้างสมมติฐาน และทักษะการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง ด้วยค่า .198 (Canonical correlation = .198) ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำมาก และเป็นเพียงค่าเดียวที่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

น้ำหนักของตัวแปรแต่ละตัวที่ทำให้ตัวแปรทั้ง 2 ชุด มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง ด้วยค่าสูงสุด ก็คือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คานอนิคอล (Canonical coefficient) ซึ่งมีอยู่เพียงชุดเดียว ดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ค่าโนมิคอล

ตัวแปรอิสระ (การรับรู้ของนักเรียน)	คะแนนดิบ	คะแนนมาตรฐาน	ตัวแปรตาม (ทักษะต่าง ๆ)	คะแนนดิบ	คะแนนมาตรฐาน
การจัดลำดับเนื้อหา	.019	.351	การจัดกระทำกับข้อมูล	.138	.247
การจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้	-.003	-.072	การแปลความหมายของข้อมูล		
การให้คำแนะนำ	-.020	-.569	และการสรุป	.432	.585
การโต้คำถาม	.015	.928	การสร้างสมมติฐาน	.215	.369
การมีส่วนร่วม	.005	.230	การออกแบบการทดลองและ		
การใช้สื่อการเรียนการสอน	-.006	-.363	ค่าเป็นการทดลอง	.012	.020
การเสริมแรง	-.025	-.736			

จากตาราง 10 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลของตัวแปรแต่ละตัว แสดงถึงน้ำหนักความสำคัญมากน้อยของตัวแปรเหล่านั้น ซึ่งเมื่อนำตัวแปรแต่ละตัว มาผสมกันด้วยสัดส่วนตามลำดับความสำคัญดังกล่าวแล้วจะก่อให้เกิดความสัมพันธ์ สูงสุดระหว่างชุดตัวแปรอิสระกับชุดตัวแปร เกณฑ์ เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ คาโนนิคอล (ที่คำนวณจากคะแนนมาตรฐาน) แล้ว สามารถจัดเรียงลำดับความสำคัญ ของตัวแปรแต่ละตัวจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ ในชุดตัวแปรอิสระเรียงจากกิจกรรมรับรู้ของ นักร้องชั้นกลางใช้คำถาม: กิจกรรมรับรู้ของนักเรียนด้านการเสริมแรง การรับรู้ของนักเรียน ด้านการให้คำแนะนำ การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้สื่อการเรียนการสอน การรับรู้ ของนักเรียนด้านการจัดลำดับเนื้อหา การรับรู้ของนักเรียนด้านการมีส่วนร่วม และการรับรู้ ของนักเรียนด้านการจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ ส่วนในชุดตัวแปรเกณฑ์เรียงจาก ทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป ทักษะการสร้างสมมติฐาน ทักษะการจัด กระทำกับข้อมูล และทักษะการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง

3. การวิเคราะห์เส้นทาง (Path analysis) ก่อนจะทำการวิเคราะห์ เส้นทาง ผู้วิจัยได้พิจารณาค่าสหสัมพันธ์แบบขรรคาค (r) ระหว่างตัวแปรอิสระ กับตัวแปร เกณฑ์ พบว่าตัวแปรอิสระส่วนใหญ่ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปร เกณฑ์แต่ละตัว แต่ตัวแปรอิสระเหล่านี้มีความสัมพันธ์กันเองทุกตัว ดังค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรต่างๆ ในตาราง 11

ตาราง 11 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ

		ตัวแปรอิสระ							ตัวแปรเกณฑ์			
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄
ตัวแปรอิสระ	X ₁	1.00	.52**	.51**	.54**	.40**	.40**	.42**	.03	.04	-.01	-.02
	X ₂		1.00	.58**	.57**	.49**	.54**	.48**	-.03	-.01	-.03	-.05
	X ₃			1.00	.59**	.42**	.53**	.51**	-.08*	-.05	-.06	-.06
	X ₄				1.00	.57**	.57**	.54**	.00	.02	.01	.03
	X ₅					1.00	.53**	.47**	-.02	.05	-.01	-.02
	X ₆						1.00	.55**	-.08*	-.01	-.09**	-.06
	X ₇							1.00	-.08*	-.07	-.10**	-.08
ตัวแปรเกณฑ์	Y ₁								1.00	.52**	.48**	.41**
	Y ₂									1.00	.47**	.45**
	Y ₃										1.00	.51**
	Y ₄											1.00

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

เมื่อ	X ₁	แทน	การรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดลำดับเนื้อหา
	X ₂	แทน	การรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดลำดับประสบการณ์
	X ₃	แทน	การรับรู้ของนักเรียนด้านการให้คำแนะนำ

X_4	แทน	การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้คำถาม
X_5	แทน	การรับรู้ของนักเรียนด้านการมีส่วนร่วม
X_6	แทน	การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้สื่อการเรียนการสอน
X_7	แทน	การรับรู้ของนักเรียนด้านการเสริมแรง
Y_1	แทน	ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล
Y_2	แทน	ทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป
Y_3	แทน	ทักษะการสร้างสมมติฐาน
Y_4	แทน	ทักษะการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง

จากตาราง 11 แสดงว่าตัวแปรเกณฑ์ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระมีเพียง 2 ตัวคือ ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล และทักษะการสร้างสมมติฐาน โดยที่ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลมีความสัมพันธ์กับการรับรู้ของนักเรียนด้านการให้คำแนะนำ การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้สื่อการเรียนการสอน และการรับรู้ของนักเรียนด้านการเสริมแรง ค่ายค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ $-.08$ ทั้ง 3 ตัว ในขณะที่ทักษะการสร้างสมมติฐานมีความสัมพันธ์กับการรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้สื่อการเรียนการสอน และการรับรู้ของนักเรียนด้านการเสริมแรง ค่ายค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ $-.09$ และ $-.10$ ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าเป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ต่ำ แสดงว่าตัวแปรเหล่านี้มีความสัมพันธ์กันน้อย

และจากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์พหุคูณในข้อ 1 ก็จะมีตัวแปรอิสระเพียง 1 - 3 ตัว ที่ส่งผลต่อความแปรปรวนของตัวแปรเกณฑ์แต่ละตัว และมีค่า R^2 ที่น้อยมาก เมื่อพิจารณาคำนวณ β ก็มีค่าน้อยอีกเช่นกัน จึงไม่เป็นที่แน่ใจว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรเกณฑ์จะเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linear) หรือไม่ ผู้วิจัยจึงได้ทำการ plot graph ระหว่างคะแนนของตัวแปรอิสระแต่ละตัวกับคะแนนตัวแปรเกณฑ์แต่ละตัว เพื่อคุณลักษณะความสัมพันธ์ของตัวแปรเหล่านี้

ว่าเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงหรือไม่ ผลปรากฏว่าลักษณะความสัมพันธ์ของตัวแปรเหล่านี้ไม่เป็นแบบเส้นตรง แต่เป็นความสัมพันธ์แบบเส้นโค้ง (Curvilinear) ซึ่งเป็นลักษณะความสัมพันธ์ที่ไม่สอดคล้องกับข้อกำหนดเบื้องต้น (Assumption) ของการวิเคราะห์เส้นทางข้อหนึ่งที่ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในแผนภาพเป็นความสัมพันธ์แบบสมการเส้นตรง และเป็นการแสดงความสัมพันธ์ในแบบเหตุและผล (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ 2526 : 70) เมื่อพิจารณาเห็นว่าตัวแปรอิสระส่วนใหญ่ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปร เกณฑ์ และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปร เกณฑ์นั้นก็มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์น้อย ประกอบกับที่พบว่าลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปร เกณฑ์เป็นความสัมพันธ์แบบสมการเส้นโค้ง ซึ่งขัดกับข้อกำหนดเบื้องต้นของการวิเคราะห์เส้นทางด้วย และถ้าใช้สมการเส้นตรงกับข้อมูลที่เป็นเส้นโค้ง ผลลัพธ์ก็คือค่าสัมประสิทธิ์บ่งบอก (Coefficient of determination หรือ R^2) ย่อมมีขนาดต่ำกว่าความเป็นจริง ซึ่งเป็นการบิดเบือนความเป็นจริงของปรากฏการณ์ที่ศึกษาอยู่ (ประชัย เปี่ยมสมบูรณ์ 2524 : 90) ดังนั้นจึงไม่เสนอการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีวิเคราะห์เส้นทางในผลการวิจัยครั้งนี้

การที่ได้เสนอวิธีการวิเคราะห์เส้นทางเอาไว้ในวิธีวิเคราะห์ข้อมูลข้อที่ 3 นั้นก็เพื่อให้วิธีการนี้ศึกษาว่าตัวแปร เกณฑ์แต่ละตัวนั้นเป็นผลมาจากตัวแปรอิสระใดบ้าง ในปริมาณมากน้อยเพียงใด และเป็นความสัมพันธ์ทางตรงหรือทางอ้อมอย่างไรบ้าง เมื่อลักษณะความสัมพันธ์ของข้อมูลไม่เป็นไปตามข้อกำหนดเบื้องต้น จึงไม่สามารถนำวิธีการนี้มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามที่ต้องการทราบได้ และไม่ได้วิเคราะห์โดยวิธีวิเคราะห์สหสัมพันธ์หาคูแบบสมการเส้นโค้ง เมื่อพบว่าลักษณะความสัมพันธ์ของข้อมูลเป็นแบบเส้นโค้งเพราะไม่ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการศึกษา

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การฝึกฝนให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายสำคัญประการหนึ่งในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ แต่แนวทางการปฏิบัติของครูที่จะมีผลต่อเนื่องไปสู่การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนยังไม่เป็นที่ทราบอย่างชัดเจน จึงควรศึกษาหาพฤติกรรมและการแสดงออกของครูท่านใดบ้างที่จะนำไปสู่การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้ งานวิจัยครั้งนี้มุ่งค้นหาตัวแปรต่าง ๆ ที่จะเป็นตัวชี้้นำการปฏิบัติของครูต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยเรื่องนี้มี ความมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสัมพันธ์และแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

การรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ มี 7 ประการคือ

1. การรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดลำดับเนื้อหา
2. การรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้
3. การรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการให้คำแนะนำ
4. การรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้คำถาม
5. การรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการมีส่วนร่วม
6. การรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้สื่อการเรียนการสอน
7. การรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการเสริมแรง

ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 4 ทักษะคือ

1. ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล
2. ทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป
3. ทักษะการสร้างสมมติฐาน
4. ทักษะการออกแบบทดลองและดำเนินการทดลอง

ลักษณะของความสัมพันธ์ที่ต้องการศึกษามี 3 ประการคือ

1. ความสัมพันธ์ระหว่างชุดของตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียน 7 ตัว กับตัวแปรด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละทักษะ
2. ความสัมพันธ์ระหว่างชุดของตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียน 7 ตัว กับชุดของตัวแปรด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 4 ทักษะ
3. แบบแผนความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลระหว่างชุดของตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียน 7 ตัว ที่มีต่อตัวแปรด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละทักษะ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ในกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2527 จำนวน 104 โรงเรียน

1.2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบหลายชั้น (Multi-stage Random Sampling) จำนวน 19 โรงเรียน จาก 19 โรงเรียน ประกอบด้วยนักเรียน 780 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ชุด คือ

2.1 แบบวัดการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับพฤติกรรมการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ แบบวัดฉบับนี้ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ข้อคำถามมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 54 ข้อ วัดการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนการสอน 7 ด้าน ได้แก่ ความการจัดลำดับเนื้อหา การจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ การให้คำแนะนำ การใช้คำถาม การมีส่วนร่วม การใช้สื่อการเรียนการสอน และการเสริมแรง แบบวัดฉบับนี้มีความตรงตามปรากฏ (Face validity) และมีค่าความเชื่อมั่น (Reliability) เท่ากับ .92 และเมื่อคิดแยกเป็นตอน ๆ ปรากฏว่าแต่ละตอนมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .63 .61 .66 .81 .69 .72 และ .82 ตามลำดับ

2.2 แบบทดสอบวัด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบบทดสอบฉบับนี้สร้างขึ้นโดย ละเอียก กิระอนันต์ เมื่อพุทธศักราช 2525 เพื่อใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ข้อคำถามเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 28 ข้อ ทักษะที่ต้องการวัด 4 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล ทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป ทักษะการสร้างสมมติฐาน และทักษะการออกแบบการทดลอง และดำเนินการทดลอง แบบทดสอบฉบับนี้มีความตรงตามปรากฏ (Face validity) และมีค่าความเชื่อมั่น (Reliability) เท่ากับ .82 และเมื่อคิดแยกเป็นแต่ละทักษะปรากฏว่า แต่ละทักษะมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .55 .44 .54 และ .57 ตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อทำการตรวจให้คะแนนจากการตอบของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างแล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลไปวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม SPSS-X ที่สถาบันบริการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีการทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ พหุคูณแบบทบทวน (Stepwise Multiple Regression Analysis) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิกอล (Canonical Correlation Analysis) ส่วนการวิเคราะห์เส้นทาง (Path Analysis) ซึ่งเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ได้ออกมาแล้วก่อนหน้านี้ไม่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ได้ เนื่องจากลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรเกณฑ์ไม่ตรงตามข้อกำหนดเบื้องต้น (Assumption) ของการวิเคราะห์เส้นทาง

สรุปผลการวิจัย

1. จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์พหุคูณแบบทบทวน (Stepwise Multiple Regression Analysis) ปรากฏว่าตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียนที่สามารถอธิบายความแตกต่างของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละทักษะมีดังนี้

1.1 ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล มีตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียนที่อธิบายความแตกต่างของทักษะนี้ได้ 2 ตัว เรียงตามลำดับที่ส่งผลจากลำดับแรกไปลำดับหลังคือ การรับรู้ของนักเรียนด้านการให้คำแนะนำ และการรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดลำดับเนื้อหา ตัวแปรทั้งสองส่งผลรวมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) เท่ากับ .116 และเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างเชื่อมั่นได้

ที่ระดับ .01 กลุ่มตัวแปรทั้งสองนี้ส่งผลต่อทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลได้ประมาณ ร้อยละ 1.4

1.2 ทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป มีตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียนที่อธิบายความแตกต่างของทักษะนี้ได้ 3 ตัว เรียงตามลำดับที่ส่งผลจากลำดับแรกไปลำดับหลังคือ การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้คำถาม การรับรู้ของนักเรียนด้านการเสริมแรง และการรับรู้ของนักเรียนด้านการให้คำแนะนำ ตัวแปรทั้งสามส่งผลรวมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) เท่ากับ .170 และเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างเชื่อมั่นได้ที่ระดับ .01 กลุ่มตัวแปรทั้งสามนี้ส่งผลต่อทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุปได้ประมาณ ร้อยละ 2.9

1.3 ทักษะการสร้างสมมติฐานมีตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียนที่อธิบายความแตกต่างของทักษะนี้ได้ 3 ตัว เรียงตามลำดับที่ส่งผลจากลำดับแรกไปลำดับหลังคือ การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้คำถาม การรับรู้ของนักเรียนด้านการเสริมแรง และการรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้สื่อการเรียนการสอน ตัวแปรทั้งสามส่งผลรวมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) เท่ากับ .158 และเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างเชื่อมั่นได้ที่ระดับ .01 กลุ่มตัวแปรทั้งสามนี้ส่งผลต่อทักษะการสร้างสมมติฐานได้ประมาณร้อยละ 2.5

1.4 ทักษะการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง ตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียนที่อธิบายความแตกต่างของทักษะนี้มีเพียงตัวเดียว คือ การรับรู้ของนักเรียนด้านการเสริมแรง ตัวแปรนี้ส่งผลต่อทักษะการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) เท่ากับ .080 และเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างเชื่อมั่นได้ที่ระดับ .01 ตัวแปรนี้ส่งผลต่อทักษะนี้ได้ประมาณร้อยละ .6

ค่า β ของตัวแปรอิสระแต่ละตัวที่ส่งผลต่อตัวแปร เกณฑ์แต่ละตัวอย่างมีนัย
สำคัญทางสถิติ แสดงไว้ในตาราง 12

ตาราง 12 แสดงค่า β ของตัวแปรอิสระแต่ละตัวที่ส่งผลต่อตัวแปร เกณฑ์แต่ละตัว
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตัวแปร เกณฑ์ ทักษะต่าง ๆ ตัวแปรอิสระ การรับรู้ของนักเรียนคาน	การจัดกระทำกับข้อมูล	การแปลความหมาย ของข้อมูลและการสรุป	การสร้างสมมติฐาน	การออกแบบทดลอง และค่าในการทดลอง
การจัดลำดับเนื้อหา	.096*	-	-	-
การจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้	-	-	-	-
การให้คำแนะนำ	-.131**	-.108*	-	-
การให้คำถาม	-	.206**	.143**	-
การมีส่วนร่วม	-	-	-	-
การใช้สื่อการเรียนการสอน	-	-	-.108*	-
การเสริมแรง	-	-.122**	-.122**	-.080*

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ค่าโนนิคอล (Canonical correlation analysis) ปรากฏว่าชุดตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับชุดตัวแปรด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ด้วยค่าสหสัมพันธ์ค่าโนนิคอล เท่ากับ .198 ซึ่งเป็นค่าสหสัมพันธ์ที่สูงที่สุดระหว่างชุดตัวแปรทั้งสอง และเป็นค่าสหสัมพันธ์ค่าโนนิคอลเพียงค่าเดียวที่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ตัวแปรทั้ง 2 ชุด จะมีความสัมพันธ์กันสูงสุดเช่นนี้เมื่อนำตัวแปรต่าง ๆ มาผสมกันด้วยสัดส่วนมากน้อยตามค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ค่าโนนิคอลของตัวแปรแต่ละตัว สำหรับชุดตัวแปรอิสระสามารถจัดเรียงตามสัดส่วนจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้คือ การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้คำถาม การรับรู้ของนักเรียนด้านการเสริมแรง การรับรู้ของนักเรียนด้านการให้คำแนะนำ การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้สื่อการเรียนการสอน การรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดลำดับเนื้อหา การรับรู้ของนักเรียนด้านการมีส่วนร่วม และการรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ ส่วนชุดตัวแปรเกณฑ์สามารถจัดเรียงตามสัดส่วนจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้คือ ทักษะการแปลความหมายของข้อมูล และการสรุป ทักษะการสร้างสมมติฐาน ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล และทักษะการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง

อภิปรายผล

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีวิเคราะห์สหสัมพันธ์พหุคูณในข้อหนึ่ง จะเห็นได้ว่าตัวแปรอิสระบางตัวส่งผลต่อความแตกต่างในตัวแปรเกณฑ์ได้หลายตัว ในขณะที่ตัวแปรอิสระบางตัวส่งผลต่อความแตกต่างในตัวแปรเกณฑ์ได้น้อยตัว หรือไม่ส่งผลต่อความแตกต่างในตัวแปรเกณฑ์เลยแม้แต่ตัวเดียว

ตัวแปรอิสระที่ส่งผลต่อตัวแปรเกณฑ์ได้มากที่สุด (3 ตัว) คือ การรับรู้ของนักเรียนด้านการเสริมแรง ตัวแปรนี้ส่งผลต่อตัวแปรทักษะการแปลความหมายของข้อมูล

และการสรุป ทักษะการสร้างสมมติฐาน และทักษะการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง อิทธิพลของการส่งผลคิดเป็นร้อยละได้เท่ากับ 1.5 1.5 และ .6 ตามลำดับ

ตัวแปรอิสระที่ส่งผลต่อตัวแปรเกณฑ์ใ้คะแนนต่ำกว่าลงมา (2 ตัว) มีอยู่ 2 ตัว คือ การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้คำถาม และการรับรู้ของนักเรียนด้านการให้คำแนะนำ โดยที่การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้คำถาม ส่งผลต่อตัวแปรทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป และทักษะการสร้างสมมติฐาน อิทธิพลของการส่งผลคิดเป็นร้อยละได้เท่ากับ 4.2 และ 2.0 ตามลำดับ

ส่วนการรับรู้ของนักเรียนด้านการให้คำแนะนำ ส่งผลต่อตัวแปรทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล และทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป อิทธิพลของการส่งผลคิดเป็นร้อยละได้เท่ากับ 1.7 และ 1.2 ตามลำดับ

ตัวแปรอิสระที่ส่งผลต่อตัวแปรเกณฑ์เพียงตัวเดียวมีอยู่ 2 ตัว คือ การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้สื่อการเรียนการสอน และการรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดลำดับเนื้อหา โดยที่การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้สื่อการเรียนการสอนส่งผลต่อทักษะการสร้างสมมติฐานได้ร้อยละ 1.2

ส่วนการรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดลำดับเนื้อหา ส่งผลต่อทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลได้ร้อยละ .9

ตัวแปรอิสระที่ไม่ส่งผลต่อตัวแปรเกณฑ์แม้แต่ตัวเดียวมีอยู่ 2 ตัว คือ การรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ และการรับรู้ของนักเรียนด้านการมีส่วนร่วม

นอกจากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่า มีตัวแปรอิสระเพียง 1 - 3 ตัวเท่านั้นที่สามารถอธิบายความแตกต่างของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะได้ โดยที่มีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณต่ำมาก คือมีค่าอยู่ระหว่าง .08 - .17 เท่านั้น แสดงว่าตัวแปรเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์น้อย เมื่อพิจารณา

จากค่า β ก็จะเห็นว่ามีความน้อยเช่นกัน และเมื่อได้ดำเนินการ plot graph ระหว่างคะแนนตัวแปรอิสระแต่ละตัวกับคะแนนตัวแปร เกณฑ์แต่ละตัว เพื่อตรวจสอบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปร เกณฑ์เป็นแบบเส้นตรงหรือไม่ ผลปรากฏว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวไม่เป็นเส้นตรง แต่เป็นแบบเส้นโค้ง ข้อค้นพบอันนี้จึงเป็นเหตุผลที่สามารถอธิบายได้ว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างชุดตัวแปรอิสระกับตัวแปร เกณฑ์นั้นมีค่าต่ำ เนื่องจากลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปร เกณฑ์นั้นไม่ได้เป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง เมื่อนำข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์สหสัมพันธ์พหุคูณแบบสมการเส้นตรง จึงได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ต่ำ

สำหรับผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอล (Canonical correlation analysis) ปรากฏว่ามีค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลเพียงค่าเดียว ที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนอีกสามค่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอล ที่มีนัยสำคัญทางสถิตินั้นมีค่าต่ำคือเท่ากับ .198 การที่ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลมีค่าต่ำนี้ สามารถอธิบายได้หาค่าของเกี่ยวกับที่กล่าวมาแล้วคือ เนื่องจากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง ดังนั้นเมื่อนำวิธีการนี้มาวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นโค้งจึงได้ค่าสหสัมพันธ์ต่ำ ถ้าหากนำข้อมูลชุดนี้มาวิเคราะห์สหสัมพันธ์เชิงเส้นโค้งก็จะช่วยให้ค่าสหสัมพันธ์สูงขึ้น

อนึ่ง แม้ว่าค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลจะมีค่าคือ .198 แต่ก็ยังเป็นค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปร เกณฑ์ที่มีค่าสูงกว่าเมื่อวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์แบบธรรมดา ซึ่งพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปร เกณฑ์ที่มีค่าสูงสุดมีค่าเพียง .10 เท่านั้น คือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ของนักเรียนด้านการเสริมแรงกับทักษะการสร้างสมมติฐาน

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่แสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรเกณฑ์มีค่าค่าไม่ว่าจะวิเคราะห์โดยวิธีวิเคราะห์สหสัมพันธ์พหุคูณหรือวิเคราะห์สหสัมพันธ์คานอนิคอลก็ตาม นอกจากจะอธิบายได้ว่าความสัมพันธ์เหล่านี้มีค่าค่าเนื่องจากลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรเกณฑ์เป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นโค้ง เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์เชิงเส้นตรงจึงได้ค่าความสัมพันธ์ค่าแล้วยังอธิบายได้ว่า อาจเนื่องมาจากการใช้หน่วยของการวิเคราะห์ข้อมูล (Unit of analysis) เป็นรายคน ไม่ได้ใช้เป็นรายห้องเรียน ซึ่งการใช้หน่วยของการวิเคราะห์เป็นรายคนนี้ แม้ว่าจะใช้จำนวนนักเรียนมากแล้วก็ตาม แต่เมื่อดูจำนวนห้องเรียนจะเห็นว่า มีเพียง 19 ห้องเรียน ซึ่งไม่มากพอที่จะทำให้พฤติกรรมของครูกระจายเป็นโค้งปกติ เพราะมีครูเพียง 19 คน เท่ากับจำนวนห้องเรียน ดังนั้นข้อมูลด้านการรับรู้ของนักเรียนที่ได้รับมาก็ถูกจำกัดโดยจำนวนห้องเรียนที่ศึกษา เมื่อข้อมูลไม่กระจายเป็นโค้งปกติแล้วนำมาวิเคราะห์สหสัมพันธ์ก็ทำให้สหสัมพันธ์มีค่าต่ำได้ ถ้าหากเพิ่มจำนวนห้องเรียนที่ศึกษาให้มีจำนวนมากพอที่ข้อมูลจะกระจายเป็นโค้งปกติก็จะช่วยให้ค่าสหสัมพันธ์สูงขึ้น

อีกประการหนึ่งอาจเนื่องมาจากลักษณะของข้อคำถามในแบบวัดการรับรู้ของนักเรียนในการวัดการรับรู้ของนักเรียนแต่ละคนจะประกอบด้วยข้อคำถามหลายข้อ อาจเป็นไปได้ที่ข้อคำถามในแต่ละคนมีทิศทางต่าง ๆ กัน เพราะถามในแง่มุมต่าง ๆ กัน คะแนนที่ได้รับจึงเกิดการหักล้างกันเอง (Counterbalance) ทำให้คะแนนการรับรู้มีความสัมพันธ์กับคะแนนตัวแปรเกณฑ์ด้วยค่าต่ำ ถ้าหากนำคะแนนการรับรู้ของนักเรียนมาแยกวิเคราะห์เป็นรายข้ออาจจะพบว่าบางข้อมีความสัมพันธ์สูงกับตัวแปรเกณฑ์

ข้อเสนอแนะ

1. จากการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้พบว่าตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามที่มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นโค้ง ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีวิเคราะห์สหสัมพันธ์พหุคูณแบบทบทวนและวิเคราะห์สหสัมพันธ์ค่าโนบิคอล ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้กับตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง จึงให้ค่าสถิติที่ยังไม่สามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้อย่างสมบูรณ์ จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปในรูปของสมการเส้นโค้ง เช่น การวิเคราะห์ Polynomial multiple regression analysis
2. การวิจัยในลักษณะนี้ควรใช้หน่วยของการวิเคราะห์เป็นรายห้องเรียน และมีจำนวนมากพอที่จะทำให้ข้อมูลที่ได้รับกระจายเป็นโค้งปกติ และควรใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster sampling) เพื่อให้ได้นักเรียนในแต่ละห้องเรียนที่เป็นตัวแทนของนักเรียนทั้งชั้นในแต่ละโรงเรียน
3. ควรจะมีการวิเคราะห์ตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียนให้ละเอียดยิ่งขึ้น คือวิเคราะห์เป็นรายข้อ (รายพฤติกรรม) ทั้งนี้จากที่ได้พบว่าลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ของนักเรียนกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นโค้งนั้น แสดงว่าตัวแปรด้านการรับรู้แต่ละข้อน่าจะมีบางข้อที่มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยซึ่งประกอบด้วยหลายๆ ข้อ เมื่อวิเคราะห์เป็นรายข้อแล้วจะได้ทราบว่าพฤติกรรมข้อใดแบบใดที่มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยค่าสูง เช่น ด้านการใช้คำถามจะได้ทราบว่า การใช้คำถามแบบใดที่มีความสัมพันธ์สูง การเสริมแรงควรจะเสริมแรงในลักษณะใดจึงจะมีความสัมพันธ์สูง เป็นต้น

4. ควรจะมีการทำการวิจัยซ้ำกับกลุ่มประชากรอื่น ๆ ให้กว้างขวางกว่านี้ เพื่อจะได้ข้อมูลและผลการวิเคราะห์ที่อาจจะสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้เพื่อหาข้อสรุปในโอกาสต่อไป

5. ควรจะมีการวิจัยเพิ่มเติมในส่วนที่เกี่ยวกับตัวแปรเกณฑ์คือเพิ่มทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ เข้าไปด้วย และอาจแยกศึกษาเป็นทักษะขั้นพื้นฐานกับทักษะขั้นสูง หรือเพิ่มตัวแปรเกณฑ์ที่เป็นผลการเรียนด้านอื่น เช่น ผลสัมฤทธิ์หรือเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

6. ควรจะมีการศึกษาเกี่ยวกับการรับรู้การเรียนการสอนของนักเรียนในแง่ที่ต่างจากการวิจัยครั้งนี้ การวิจัยครั้งนี้มองการรับรู้ของนักเรียนในแง่ที่ว่านักเรียนเห็นว่าพฤติกรรมของครูมีผลต่อการเรียนเพียงใด ควรจะศึกษาในแง่อื่น เช่น ในแง่ที่ว่านักเรียนชอบหรือพึงพอใจพฤติกรรมของครูเพียงใด

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

การ์ดเนอร์, มาจอร์ "จะสอนวิทยาศาสตร์อย่างไรให้ได้ดี" วารสาร สสวท. 3 - 4 :

28 - 29 เมษายน - กรกฎาคม 2523

กิ่งฟ้า สีนทวงษ์ "จิตวิทยาการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์" ใน เอกสารการสอน
ชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน้า 129 - 189 สาขาวิชาศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช 2526

เกรก, โรเบิร์ต ซี จิตวิทยาการเรียนรู้ในห้องเรียน แปลโดย ปราชญ์ฉบับ กัณฑ์เนตร
แผนกเอกสารและการพิมพ์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิมพ์โลก 2520,
94 หน้า

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช "เทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์" ใน เอกสารการสอนชุดวิชา
การสอนวิทยาศาสตร์ หน้า 297 - 335 สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมมาธิราช 2526

จำเนียร ช่างโชติ และคนอื่น ๆ จิตวิทยาการรับรู้และเรียนรู้ โรงพิมพ์การศาสนา
2516, 267 หน้า

ขงชัย ชิวปรีชา "การใช้คำถามในห้องเรียน" วารสาร สสวท. 2 : 1 - 12
มกราคม 2521

ธีระชัย ปุณณโชติ "การสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่" วิทยาศาสตร์ 8 : 41 - 49
สิงหาคม 2517

"พัฒนาการของหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา" ใน
เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน้า 1 - 45 สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช 2526

นาคยา ภักธแสงไทย "ยุทธศาสตร์การสืบสวนสอบสวน" มิตรครู 9 : 13 - 23
พฤษภาคม 2523

นิคม ทาแดง "การใช้สื่อการสอนวิทยาศาสตร์" ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน้า 77 - 131 สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัย
บรรณานุกรม 2526

นิคม ทาแดง และ สุจินต์ วิสวทีรานนท์ "ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์" ใน เอกสารการสอนชุดวิชาวิทยาศาสตร์ 3 หน้า 1 - 51 สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยบรรณานุกรม 2525

นิตา สะเพียรชัย "ปรัชญาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์" ข่าวสาร
สสวท. 4 : 3 - 8 กรกฎาคม 2520

บุญชม ศรีสะอาด รูปแบบของผลการเรียนในโรงเรียน ปรินธิพานท์ กศ.ค.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524, 292 หน้า อุดมสำเนา
ปรีชา วงษ์ขุทิตี "การจัดลำดับเนื้อหาและประสบการณ์" ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน้า 241 - 296 สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
สุโขทัยบรรณานุกรม 2526

ประชัย เปี่ยมสมบูรณ์ การวิเคราะห์เส้นโยงทางสังคมและพฤติกรรมศาสตร์ คณะ
รัฐประศาสนศาสตร์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ 2524, 203 หน้า
บุสดี ตามไท "การเห็นหลักสัจจวิทยาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น" ใน
12 ปี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ
หน้า 84 - 91 โรงพิมพ์ชวนพิมพ์ 2527

พิมพ์พันธ์ เคชะคุปต์ "วัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์" ใน เอกสาร
การสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน้า 191 - 240 สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยบรรณานุกรม 2526

มานิต วาหะพุททะ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมด้าน
ทักษะภาคปฏิบัติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ม.2) โรงเรียนบุญวัฒนา
นครราชสีมา ปรินธิพานท์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2523 อุดมสำเนา

- ละเอียดยก : กิระอนันต์ การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นผสม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร ปรินูญานพนธ์
 กศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2525, 110 หน้า อัดสำเนา
- วิเชียร เกตุสิงห์ สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย กองวิจัยการศึกษา สำนักงานคณะ
 กรรมการการศึกษาแห่งชาติ 2523, 181 หน้า
- วีรยุทธ วิเชียรโชติ จิตวิทยาการเรียนรู้การสอนแบบสืบสวนสอบสวน อำนวยการพิมพ์
 2521, 165 หน้า
- ศึกษานิเทศก์, กระทรวง คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 โรงพิมพ์
 กุรุสภาลาดพร้าว 2522, 162 หน้า
- สมนึก ภัททิยธนี พฤติกรรมด้านการประเมินผลในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในกรุงเทพมหานคร ปรินูญานพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 78 หน้า อัดสำเนา 507.2 ๕16น
- สมสุข ชีระพิจิตร "การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนและค้นพบ" ใน เอกสาร
การสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน้า 41 - 75 สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช 2526
- สัมพันธ์ คัมภีร์ การศึกษายพชาการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งผลต่อการพัฒนา
บุคลิกภาพ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความคิดในการสร้างสิ่งใหม่ และผลสัมฤทธิ์ทาง
วิทยาศาสตร์ ปรินูญานพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
 2518, 62 หน้า อัดสำเนา
- สำเริง บุญเรืองรัตน์ เทคนิคการวิเคราะห์ตัวแปรพหุคูณ บริษัทศึกษาพร จำกัด
 2526, 194 หน้า
- สาขาวิจัยและประเมินผล, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายงาน
การสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2518 อัดสำเนา

สุเทพ อุดาหะ การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา โรงพิมพ์สหพันธ์ มหสารคาม
2526, 141 หน้า

สุมาลี พิตรกล ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมทางวาจากับการเรียนรู้ทักษะเชิงซ้อน
ของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ปรินูญานพนธ์

ก.ม. แผนกศึกษามัธยมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2518, 103 หน้า อัดสำเนา
สุวัตร นิยมคำ การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด วัฒนาพานิช 2517, 240
หน้า

เสริมศรี เสวตามร และ สาลี งามศิริ "วิเคราะห์วิธีสอนแบบ Inquiry"

ครูศาสตร์ ฉบับพิเศษ : 68 - 79 กรกฎาคม - สิงหาคม 2521

อนันต์ จันทร์ทวี ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนชั้น ม.ศ. 2 และ ม. 2 ปรินูญานพนธ์ กศ.ค.

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, อัดสำเนา 507.2 0514, 153.420

อรพรรณ เลิศสังข์ การวิเคราะห์ประเภทคำถามของครูสอนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยม

ศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดสุพรรณบุรี ปรินูญานพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร 2524, อัดสำเนา 507.2 0170

Anderson, Hans O. Reading in Science Education for the
Secondary School. New York, Mac Millan, 1969. 431 p.

Andre, Thomas. "Does Answering High - Level Questions
while Reading Facilitate Productive Learning?," Review
of Educational Research. 49 : 280 - 281, Spring,
1975.

Bloom, Benjamin S. Human Characteristics and School
Learning. New York, McGraw - Hill Book Company, 1976.
284 p.

Bruner, Jerome S. Toward a Theory of Instruction.
Cambridge, Harvard University Press, 1966. 176 p.

_____. The Process of Education. Cambridge, Harvard
University Press, 1960. 97 p.

Carin, Arthur A. and Robert B. Sund. Teaching Science Through Discovery. Columbus, Charles E. Merrill Publishing, 1975.

Carroll, John B. "A Model of School Learning," Teacher College Record. 64 : 723 - 733, May, 1963.

Cronbach, Lee J. Essentials of Psychological Testing 3rd ed., New York, Harper & Row, 1970, 752 p.

Jaus, Harold H. "The Effects of Integrated Science Process Skill Instruction on Changing Teacher Achievement and Planning Practices," Journal of Research in Science Teaching. 4 : 439 - 477, 1975.

Joyce, Bruce and Morsha Weil. Models of Teaching. New Jersey, Prentice - Hall, Inc., 1972. 402 p.

Kerlinger, Fred N. and Elazer J. Pedhazur. Multiple Regression in Behavioral Research. New York, Holt, Rinehart and Winston inc., 1973. 543 p.

Kochendorfer, Leonard H. "The Development of a Student Checklist to Determine Classroom Teaching Practices in High School Biology" in Research and Curriculum Development in Science Education. p. 71 - 78, ed. by Addison E. Lee. Texas, The University of Texas at Austin, 1967.

Ladd, George T. and Hans O. Anderson. "Determining the Level of Inquiry in Teachers' Question," Journal of Research in Science Teaching. 7 : 395 - 400, December, 1970.

Okey and Fiel. Basic Process Skills Program. Bloomington, Indiana University, 1973.

Samuel, William. Personality. Auckland, McGraw - Hill International Book Company, 1981. 747 p.

Sanders, Nooris M. Classroom Questions : What Kinds? New York, Harper & Row, 1966. 176 p.

Shymansky, James A. and John E. Penick. "Use of Systematic Observations to Improve College Science Laboratory Instruction," Science Education. 2 : 195 - 203, 1979.

Tatsuoka, Maurice M. Multivariate Analysis : Techniques for Educational and Psychological Research. New York, John Wiley & Sons, Inc., 1971. 310 p.

The American Association for the Advancement of Science. Science - A Process Approach. AAAS/Xerox Corporation 1970. 316 p.

Travers, Robert M.W. Essentials of Learning. New York, The Macmillan Company, 1963. 544 p.

Tyler, Ralph W. Basic Principles of Curriculum and Instruction. Chicago, The University of Chicago Press, 1949. 128 p.

ກາຄຜນວກ

ภาคผนวก ก

จดหมายขอความร่วมมือในการวิจัย



ที่ พม ๐๐๐๗/

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

จึงทราคะ: ๒๕๒๗

เรื่อง ขอยกฐานะอนุเคราะห์

เรียน

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางสาวพรณี ภวภูตานนท์ เป็นนิสิตระดับปริญญาเอก สาขาการวิจัยและพัฒนาการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 นิสิตผู้กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ความสัมพันธ์และแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่าง
 การรับความรู้เรียนการสอนกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษา
 ในกรุงเทพมหานคร

ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

ว.ศ.ร. สมบูรณ์	อิตพงษ์	ประธาน
ดร. ไกรวิทย์	ประจวบพิศ	กรรมการ
ดร. สุติมา	วันะศิริ	กรรมการ

สิ่งที่นิสิตขอความอนุเคราะห์ คือ ขอให้ท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิช่วยยกยาศักดิ์ชั้นข้อความของ
 แบบวิธีการรับรู้องนิสิตเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ ที่ส่งมา
 พร้อมกับหนังสือนี้ เพื่อยกย่องของการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณ
 ในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้คือ

ขอแสดงความนับถือ

(นางวชิราญา บัวศรี)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

โทร. ๐๔๔๔๔๔๔



ที่ พณ ๑๐๐๗/

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สิงหาคม ๒๕๑๗

เรื่อง ขออนุญาตขอยุติการ

เรียน

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางสาวพรณี ภวภูตานนท์ เป็นนิสิตระดับปริญญาเอก สาขาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

นิสิตผู้นี้มีความประสงค์จะมาศึกษาเพื่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำปริญญาโท เรื่อง ความสัมพันธ์และแผนแผนความกับต้นธีระหว่างการบริหารเรียนการสอน กับคณะกรรมการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ขึ้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในกรุงเทพมหานคร

ทั้งนี้ผู้ในความควบคุมดูแลของ

รศ.ดร.สมบุญดี	อ.ลพพงศ์	ประธาน
ดร.โกวิท	ประจวบคฤกษ์	กรรมการ
ดร.สุพินา	วิไลบุรี	กรรมการ

สิ่งที่นิสิตขออนุญาตขอยุติการ คือ ขอให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ จำนวน ๑ ห้องเรียน เป็นผู้ควบคุมแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับพฤติกรรมการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ รวมเวลาที่ใช้ ๒ คาบ เพื่อเป็นข้อมูลในการทำปริญญาโท

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ทุก ๆ ท่านจะโปรดให้แก่วิทยาลัย

ขอแสดงความนับถือ

(นางวชิรญา วัชร)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๒๕๕๔๔๔

ภาคผนวก ข
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

๗
๗๙

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1. **ดร.โกวิท ประวาลพคุณ**
ผู้อำนวยการสำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ
2. **ดร.ชุติมา วัธนศิริ**
อาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
3. **ดร.ธีระชัย ปุณณโชติ**
รองศาสตราจารย์ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครูศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. **ดร.อนันต์ จันทร์ภู่**
หัวหน้าหน่วยวิจัยและประเมินผล สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ
5. **ดร.นุสรี คามไธ**
หัวหน้าสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ
6. **อาจารย์วิไลพร วรจิตตานนท์**
ศึกษานิเทศก์ สำนักงานศึกษานิเทศก์เขต 12 จังหวัดฉะเชิงเทรา
7. **อาจารย์จิตตพงษ์ โรจนสารัมภกิจ**
อาจารย์หมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสายน้ำผึ้ง กรุงเทพมหานคร
8. **อาจารย์ชาญชัย กิจสวัสดิ์**
อาจารย์หมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา อ.สามพราน จ.นครปฐม
9. **อาจารย์อุทัย บุญมาดี**
อาจารย์หมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนราชินีบูรณะ อ.เมือง จ.นครปฐม

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบวัดการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับพฤติกรรมการจัดการเรียนการสอนของครู
วิชาวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง ต่อไปนี้เป็นข้อความเกี่ยวกับการกระทำของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 54 ข้อ ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อความแต่ละข้อว่า การกระทำนั้นเกิดขึ้นบ่อยครั้งเพียงใด และการกระทำในลักษณะนั้น ก่อให้เกิดผลดีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมากน้อยเพียงใด ทั้งนี้ให้นักเรียนพิจารณาจากประสบการณ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของนักเรียนเอง คำตอบของนักเรียนจะไม่มีการตัดสินว่าถูกหรือผิด และจะไม่กระทบกระเทือนถึงสถานภาพส่วนตัวของนักเรียน ครูผู้สอน ตลอดจนโรงเรียนที่นักเรียนศึกษาอยู่ ดังนั้นจึงขอให้นักเรียนตอบตามความคิดเห็นที่แท้จริงของนักเรียน

วิธีตอบ ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องของคำตอบที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน การตอบแต่ละข้อ นักเรียนจะต้องตอบ 2 ครั้ง ดังนี้

ครั้งที่ 1 เป็นความคิดเห็นของนักเรียนในแง่ที่ว่า "การกระทำนั้นเกิดขึ้นบ่อยครั้งเพียงใด" ให้นักเรียนเลือกตอบที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด เพียงคำตอบเดียว จากคำตอบที่มีให้เลือก 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด แล้วตอบลงภายใต้ของ ปริมาณของพฤติกรรม

ครั้งที่ 2 เป็นความคิดเห็นของนักเรียนในแง่ที่ว่า "การกระทำในลักษณะนั้น ก่อให้เกิดผลดีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมากน้อยเพียงใด" ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด เพียงคำตอบเดียว จากคำตอบที่มีให้เลือก 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด แล้วตอบลงภายใต้ของ มีผลดีต่อการเรียน

ตัวอย่าง

ข้อความ

0. ครูทบทวนความรู้เดิมให้นักเรียนก่อนจะขึ้นเรื่องใหม่
00. ครูใช้การบรรยายในการเสนอเนื้อหาวิชาให้นักเรียนทราบ

กระดาษคำตอบ

	ปริมาณของพฤติกรรม					มีผลต่อการเรียน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
0.			✓				✓			
00.		✓							✓	

ข้อความ

1. ในการสอนแต่ละบท ครูเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก
2. ครูทบทวนความรู้เดิมให้นักเรียนก่อนจะขึ้นเรื่องใหม่
3. ครูเรียงลำดับเนื้อหาที่สอนโดยวางรายวันเป็นระเบียบ ไม่สับสนหรือวุ่นวาย
4. ในการสอนแต่ละบท ครูเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละตอนให้นักเรียนมองเห็นว่าเนื้อหาเหล่านั้นมีความเกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนมาแล้ว
5. ในการสอนแต่ละครั้ง ครูสอนเนื้อหาได้เหมาะสมกับเวลาที่มีอยู่ หรือไม่สอนมากเกินไปหรือน้อยเกินไป
6. ครูมอบหมายงานที่เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของนักเรียน

7. การอธิบายที่ครูจัดขึ้นช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถตามที่กำหนดไว้ใน
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
8. การทดลองที่ครูจัดขึ้นช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถตามที่กำหนดไว้ใน
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
9. ครูจัดให้มีการอธิบายก่อนและหลังการทดลองที่นักเรียนมีโอกาสร่วมอธิบายด้วย
10. ครูจัดให้มีการทดลองที่นักเรียนมีโอกาสปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง
11. ความรู้ความสามารถที่ได้รับจากการเรียนในกิจกรรมแรก ๆ สามารถนำไปใช้
ประโยชน์ในการเรียนกิจกรรมลำดับต่อ ๆ ไปในบทนั้น ๆ
12. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนเสนอกิจกรรมที่นักเรียนสนใจ
13. ครูบอกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของการเรียนแต่ละเรื่องให้นักเรียนทราบ
14. ก่อนจะสอนแต่ละบท ครูแนะนำวิธีการเรียนและสิ่งที่นักเรียนจะได้ปฏิบัติ
15. ครูสาธิตการทำการทดลองแล้วอธิบายขั้นตอนของการทำการทดลองแล้วจึงให้
นักเรียนลงมือปฏิบัติ
16. ครูใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายในการให้คำแนะนำชี้แจงแก่นักเรียน
17. ครูเน้นสิ่งสำคัญโดยบอกซ้ำหลาย ๆ ครั้ง
18. ครูบอกวิธีทดสอบและประเมินผลแต่ละครั้งให้นักเรียนทราบ
19. ครูใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมประกอบการให้คำแนะนำชี้แจงของครู
20. ครูใช้คำถามให้นักเรียนบอกสิ่งที่สังเกตได้จากการใช้ประสาทสัมผัส
21. ครูใช้คำถามให้นักเรียนตอบเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ที่เรียนมาแล้ว หรือบอก
ความหมายของสิ่งต่าง ๆ
22. ครูใช้คำถามให้นักเรียนอธิบาย เช่น คำถามที่ประกอบด้วยคำต่อไปนี้คือ ทำไม
อย่างไร เพราะเหตุใด หรือให้ยกตัวอย่าง
23. ครูใช้คำถามให้นักเรียนบอกความเหมือน ความแตกต่างหรือจำแนกประเภทสิ่งต่าง ๆ

24. ครูใช้คำถามให้นักเรียนคิดคาดคะเนหรือทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ
25. ครูใช้คำถามให้นักเรียนคิดแยกแยะสิ่งสำคัญ ๆ หรือหาเหตุผล
26. ครูใช้คำถามให้นักเรียนสรุปหลักเกณฑ์หรือแนวคิดจากข้อมูลย่อย ๆ
27. ครูใช้คำถามให้นักเรียนประเมินค่าของสิ่งต่าง ๆ เช่น ให้เลือกหรือตัดสินว่าสิ่งใดเหมาะสมหรือมีคุณค่า
28. ครูใช้คำถามที่มีระดับความยากง่ายเหมาะสมกับความรู้ความสามารถของนักเรียน
29. เมื่อครูถามคำถามที่นักเรียนต้องคิดหาคำตอบแล้ว ครูเว้นช่วงระยะเวลาให้นักเรียนได้คิดหาคำตอบ
30. ครูใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายในการถามคำถาม
31. ครูบอกคำถามให้นักเรียนทั้งชั้นทราบก่อนแล้วจึงเรียกให้นักเรียนคนใดคนหนึ่งตอบ
32. ครูให้นักเรียนตอบคำถามทีละคนและเมื่อมีนักเรียนตอบคำถามนั้นหลายคนแล้วครูจึงเฉลยคำตอบ
33. เมื่อนักเรียนตอบคำถามแรกไม่ได้ ครูเปลี่ยนคำถามให้ง่ายขึ้น
34. ครูใช้การบรรยายในการเสนอเนื้อหาวิชาให้นักเรียนทราบ
35. นักเรียนชมการสาธิตการทดลองโดยไม่ไต่ลงมือปฏิบัติการทดลองนั้น
36. นักเรียนทำงานที่ครูมอบหมายให้ด้วยตนเอง
37. นักเรียนมีส่วนร่วมในการซักถามขณะมีการอภิปราย
38. นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นหรือโต้แย้งครู
39. นักเรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดเนื้อหาและกิจกรรมที่จะเรียน
40. นักเรียนไต่ลงมือปฏิบัติการทดลองแต่ละเรื่องด้วยตนเอง
41. ครูจัดให้นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลองแต่ละเรื่อง
42. ครูนำอุปกรณ์ที่เป็นของจริงมาใช้ในการประกอบการสอน
43. ครูสาธิตการใช้เครื่องมือและการปฏิบัติการทดลอง

44. ครูใช้ภาพยนตร์หรือโทรทัศน์ประกอบการสอน
45. ครูใช้ภาพประกอบการสอน
46. ครูสื่อสารกับนักเรียนโดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบคำพูดของครู
47. ครูกระตุ้นให้นักเรียนซักถามหรือแสดงความคิดเห็นโดยที่ครูไม่ได้ใช้อุปกรณ์ประกอบ
48. ครูกล่าวชมนักเรียนทันทีเมื่อตอบคำถามได้ถูกต้องเหมาะสม
49. ครูให้คำชมเชยหรือให้รางวัลนักเรียนที่ตั้งใจเรียน
50. ครูให้คำชมเชยหรือให้รางวัลนักเรียนที่มีผลการเรียนดี
51. ครูให้เพื่อนนักเรียนมีส่วนร่วมในการยกย่องให้เกียรตินักเรียนที่มีผลงานหรือ
ผลการเรียนดี เช่น การปรบมือ
52. ครูแสดงอาการยอมรับและเข้าใจนักเรียนแต่ละคน
53. ครูสนับสนุนให้กำลังใจนักเรียนอย่างทั่วถึง
54. ครูมีความอดทนไม่แสดงอาการโกรธเมื่อนักเรียนตอบคำถามไม่ได้

ขอขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการตอบ

	ปริมาณของพฤติกรรม					นิมิตของการเรียน						ปริมาณของพฤติกรรม					นิมิตของการเรียน				
	มาก ที่สุด	มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด	มาก ที่สุด	มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด		มาก ที่สุด	มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด	มาก ที่สุด	มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด
1											28										
2											29										
3											30										
4											31										
5											32										
6											33										
7											34										
8											35										
9											36										
10											37										
11											38										
12											39										
13											40										
14											41										
15											42										
16											43										
17											44										
18											45										
19											46										
20											47										
21											48										
22											49										
23											50										
24											51										
25											52										
26											53										
27											54										

20/10/2554

คำแนะนำในการใช้แบบวัดการรับรู้

วิธีใช้

1. ให้นักเรียนอ่านคำชี้แจงและวิธีตอบให้เข้าใจเสียก่อน ถ้าไม่เข้าใจ
ตรงไหนให้นักเรียนถามครูผู้คุมสอบ
2. ให้นักเรียนตอบในกระดาษคำตอบที่แนบมาพร้อมแบบสอบถามฉบับนี้
3. ให้เวลานักเรียนในการทำประมาณ 20 - 30 นาที

วิธีตรวจให้คะแนน

1. ในช่อง "ปริมาณของพฤติกรรม" และช่อง "มีผลต่อการเรียน" จะ
แบ่งเป็นช่องย่อย ๆ ให้นักเรียนเลือกตอบ การตอบในแต่ละช่องให้คะแนนดังนี้

มากที่สุด	ให้	5	คะแนน
มาก	ให้	4	คะแนน
ปานกลาง	ให้	3	คะแนน
น้อย	ให้	2	คะแนน
น้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน

2. ในแต่ละข้อจะไล่คะแนน 2 ตัว คือคะแนนภายใต้ช่อง "ปริมาณของ
พฤติกรรม" 1 ตัว และคะแนนภายใต้ช่อง "มีผลต่อการเรียน" อีก 1 ตัว
ให้นำคะแนนทั้ง 2 ตัวมาคูณกัน ได้เป็นคะแนนการรับรู้ของนักเรียน
ในหัวข้อนั้น ๆ

สมมติให้ A แทนคะแนนในช่อง "ปริมาณของพฤติกรรม"
และ B แทนคะแนนในช่อง "มีผลต่อการเรียน"
ดังนั้นคะแนนของแต่ละข้อนั้นจะเท่ากับ $A \times B$

แต่เนื่องจากมีข้อความบางข้อที่ถือว่าเป็นการกระทำที่มีค่าสูงกว่าข้ออื่น ๆ ในด้านเดียวกัน จึงมีการให้ค่าน้ำหนักเพิ่มขึ้นอีกต่างหาก ค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นนี้มีค่าเท่ากับ 2 เท่า หรือ 3 เท่า ของคะแนนในแต่ละข้อที่ได้จากการคูณ A กับ B

ข้อที่ให้ค่าน้ำหนักเป็น 2 เท่า ได้แก่ ข้อ 24, 25, 26, 27, 36, 37, 38, 39, 40, 44 และ 45 ดังนั้นคะแนนของข้อเหล่านี้จึงมีค่า $= 2 \times A \times B$

ข้อที่ให้ค่าน้ำหนักเป็น 3 เท่า ได้แก่ ข้อ 41, 42 และ 43 ดังนั้นคะแนนของข้อเหล่านี้จึงเท่ากับ $3 \times A \times B$

การรวมคะแนน

เนื่องจากแบบสอบถามฉบับนี้แบ่งออกเป็น 7 ด้าน เมื่อตรวจให้คะแนนแต่ละข้อแล้วจึงทำการรวมคะแนนของทุกข้อในแต่ละด้าน ได้เป็นคะแนนของการรับรู้ของนักเรียนในด้านนั้น ๆ

การรับรู้ในด้านต่าง ๆ เลขที่ของข้อความในแต่ละด้านมีดังนี้

- 1 การรับรู้ของนักเรียนด้านการจึกลำดับเนื้อหา ได้แก่ ได้แกข้อ 1-5
 - 2 การรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ได้แก่ข้อ 6-12
 - 3 การรับรู้ของนักเรียนด้านการให้คำแนะนำ ได้แก่ข้อ 13-19
 - 4 การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้คำถาม ได้แก่ข้อ 20-33
 - 5 การรับรู้ของนักเรียนด้านการมีส่วนร่วม ได้แก่ข้อ 34-40
 - 6 การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้สื่อการเรียนการสอน ได้แก่ข้อ 41-47
 - 7 การรับรู้ของนักเรียนด้านการเสริมแรง ได้แก่ข้อ 48-54
- ดังนั้น คะแนนรวมจึงมีอยู่ 7 ตัว เท่ากับจำนวนด้านการรับรู้ของนักเรียน

ตาราง แสดงค่าที่ใช้ในการคำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบวัดการรับรู้ของ
นักเรียน

การรับรู้ของนักเรียนท่าน :	k	$S_{x_i}^2$	$S_{x_t}^2$	α
การจัดลำดับเนื้อหา	5	219.77	441.13	.63
การจัดลำดับประสบการณ์				
การเรียนรู้	7	373.03	779.46	.61
การให้คำแนะนำ	7	369.47	855.98	.66
การใช้คำถาม	14	1189.36	4723.59	.81
การมีส่วนร่วม	7	1024.69	2528.30	.69
การใช้สื่อการเรียนการสอน	7	1769.20	4657.69	.72
การเสริมแรง	7	292.35	968.57	.82
รวมทุกท่าน	54	5237.87	52783.54	.92

ภาคผนวก ง

ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรต่าง ๆ

ตาราง ๒ แสดงค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรต่าง ๆ

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ความเบี่ยงเบน- มาตรฐาน (SD.)
การรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดลำดับเนื้อหา	62.59	18.93
การรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดลำดับ		
ประสบการณ์การเรียนรู้	77.61	25.18
การรับรู้ของนักเรียนด้านการให้คำแนะนำ	94.27	28.60
การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้คำถาม	212.72	60.44
การรับรู้ของนักเรียนด้านการมีส่วนร่วม	132.74	43.96
การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้สื่อการเรียน		
การสอน	166.63	61.19
การรับรู้ของนักเรียนด้านการเสริมแรง	78.57	29.52
ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล	4.91	1.79
ทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป	3.49	1.35
ทักษะการสร้างสมมติฐาน	3.67	1.71
ทักษะการออกแบบการทดลองและดำเนินการ		
ทดลอง	3.24	1.68

ประวัตินิติปรัชญาเอก

ชื่อ นางสาวพรรณี ภาณุทานนท์
วัน เดือน ปี เกิด 15 กันยายน 2498
สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร
ประวัติการศึกษา

- ปีการศึกษา 2506 สำเร็จชั้นประถมศึกษาตอนต้น (ป.4) จากโรงเรียน
อนุบาลชลบุรี จังหวัดชลบุรี
- ปีการศึกษา 2509 สำเร็จชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ป.7) จากโรงเรียน
ยุวราษฎร์วิทยา จังหวัดตรัง
- ปีการศึกษา 2512 สำเร็จชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.ศ.3) จากโรงเรียน
ยุวราษฎร์วิทยา จังหวัดตรัง
- ปีการศึกษา 2514 สำเร็จชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.ศ. 5)
สายวิทยาศาสตร์ จากโรงเรียนเซนต์จอห์น กรุงเทพมหานคร
- ปีการศึกษา 2518 สำเร็จปริญญาตรี ครุศาสตรบัณฑิต (คป.) จาก
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ปีการศึกษา 2520 สำเร็จปริญญาโท ครุศาสตรมหาบัณฑิต (คม.) จาก
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ปีการศึกษา 2527 สำเร็จปริญญาเอก การศึกษาคณะนิติศาสตร์ (กศ.ด.)
จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

2507
2498
9.
คพ 4 019
รับโอน
รับโอน
รับโอน

ความสัมพันธ์และแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้การเรียนการสอน
วิชาวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร

บทคัดย่อ

ของ

พรณี ภาณุตานนท์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาคุณวุฒิปริญญาตรี
กุมภาพันธ์ 2528

การฝึกฝนให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายสำคัญประการหนึ่งในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ แต่แนวทางการปฏิบัติของครูที่จะมีผลต่อเนื่องไปสู่การพัฒนา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนยังไม่เป็นที่ทราบอย่างชัดเจน จึงควรศึกษาว่า พฤติกรรมการแสดงออกของครูท่านใดบ้างที่จะนำไปสู่การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้ งานวิจัยครั้งนี้มุ่งค้นหาตัวแปรต่าง ๆ ที่จะเป็นตัวชี้้นำการปฏิบัติของครูต่อไป

ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสัมพันธ์และแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ 7 ด้าน คือ การรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดลำดับเนื้อหา การรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ การรับรู้ของนักเรียนด้านการให้คำแนะนำ การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้คำถาม การรับรู้ของนักเรียนด้านการมีส่วนร่วม การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้สื่อการเรียนการสอน และการรับรู้ของนักเรียนด้านการเสริมแรง กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นต้นของนักเรียน 4 ประการคือ ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล ทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป ทักษะการสร้างสมมติฐาน และทักษะการออกแบบทดลองและดำเนินการทดลอง /

ประชากร/กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษาในกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2527 จำนวน 780 คน จาก 19 โรงเรียน /

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมี 2 ชุด ชุดแรกคือ แบบวัดการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับพฤติกรรมการจัดการเรียนการสอนของครูวิชาวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยข้อคำถามแบบประมาณค่า 5 ระดับ เกี่ยวกับองค์ประกอบของการเรียนการสอน 7 ด้าน จำนวน 54 ข้อ อีกชุดหนึ่งคือแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 3 ประกอบด้วยข้อคำถามแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ที่ใช้วัดทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยม 4 ทักษะ จำนวน 28 ข้อ ผู้วิจัยนำเครื่องมือทั้ง 2 ชุดไปขอความ
ร่วมมือจากโรงเรียนที่มีนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างศึกษาอยู่เพื่อให้นักเรียนเป็นผู้ตอบแบบ
วัดทั้ง 2 ฉบับ เมื่อเดือนกันยายน พุทธศักราช 2527 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา
2527

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าการรับรู้ของนักเรียน 5 ด้าน ที่ส่งผลต่อทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดลำดับเนื้อหา การ
รับรู้ของนักเรียนด้านการให้คำแนะนำ การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้คำถาม การ
รับรู้ของนักเรียนด้านการใช้สื่อการเรียนการสอน และการรับรู้ของนักเรียนด้านการ
เสริมแรง โดยที่การรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดลำดับเนื้อหาส่งผลต่อทักษะการจัดกระทำ
กับข้อมูล การรับรู้ของนักเรียนด้านการให้คำแนะนำส่งผลต่อทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล
และทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้
คำถามส่งผลต่อทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป และทักษะการสร้าง
สมมติฐาน การรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้สื่อการเรียนการสอนส่งผลต่อทักษะการสร้าง
สมมติฐาน การรับรู้ของนักเรียนด้านการเสริมแรงส่งผลต่อทักษะการแปลความหมาย
ของข้อมูลและการสรุป ทักษะการสร้างสมมติฐาน และทักษะการออกแบบทดลองและ
ดำเนินการทดลอง ส่วนตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียนที่ไม่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์มี 2 ตัวแปรคือ การรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดลำดับประสบการณ์
การเรียนรู้ และการรับรู้ของนักเรียนด้านการมีส่วนร่วม

นอกจากนี้พบว่าชุดตัวแปรด้านการรับรู้ของนักเรียนทั้ง 7 ตัวแปร จะมีความ
สัมพันธ์กับชุดตัวแปรด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไค้สูงที่สุดเมื่อ
ตัวแปรแต่ละตัวนั้นผสมกันด้วยสัดส่วนจากมากไปหาน้อย ดังนี้ ในชุดตัวแปรด้านการ

รับรู้ของนักเรียนไว้ซึ่งจากการรับรู้ของนักเรียนด้านการใช้คำถาม การรับรู้ของนักเรียน
ด้านการเสริมแรง การรับรู้ของนักเรียนด้านการให้คำแนะนำ การรับรู้ของนักเรียน
ด้านการใช้สื่อการเรียนการสอน การรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดลำดับเนื้อหา การรับรู้
ของนักเรียนด้านการมีส่วนร่วม และการรับรู้ของนักเรียนด้านการจัดลำดับประสบการณ์การ
เรียนรู้ ส่วนในชุดตัวแปรด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรียงจาก
ทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป ทักษะการสร้างสมมติฐาน ทักษะการ
จัดกระทำกับข้อมูล และทักษะการออกแบบทดลองและดำเนินการทดลอง

RELATIONSHIP AND MODEL OF RELATIONSHIP BETWEEN
TEACHING PERCEPTIONS AND SCIENCE PROCESS SKILLS
OF MATTAYOM SUKSA III STUDENTS IN BANGKOK

AN ABSTRACT

BY

PUNNEE PAWAPOOTANONT

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Doctor of Education degree
at Srinakarinwirot University

February 1985

In teaching - learning practice, it was very vital for the teacher to know exactly what were significant teaching behaviors that would elicit students' responses leading to the learners' mastery of the learning outcomes. Such relationship should be clearly known prior to appropriate practice be conducted.

Hence, it was the purpose of this study to investigate relationship and model of relationship between Teaching Perceptions and Science Process Skills of Mattayom Suksa III students. The students' teaching perceptions had 7 components as the followings : students' perception in sequence of content; students' perception in arrangement of learning experience; students' perception in cuing; students' perception in questioning; students' perception in participation; students' perception in using teaching media; and students' perception in reinforcement. The science process skills consisted of 4 integrated skills as the followings : processing of data; interpreting data and conclusion; constructing hypotheses; and designing investigation and experimenting.

A sample consisted of 780 students of Mattayom Suksa III from 19 government secondary schools in Bangkok.

The instruments used for collecting data were 2 sets. The first was Science Teaching Perception Scale."

The scale consisted of 54 items on the 7 components of science teaching perceptions. The second was The Science Process Skills Test for Mattayom Suksa III students. The test consisted of 28 items on the 4 integrated science process skills. Data collecting was undertaken on September, 1984.

The results showed that there were 5 components of students' teaching perception which significantly contributed to the explanation of the students' science process skills. Students' perception in sequence of content significantly contributed to the explanation of the processing of data. Students' perception in cuing significantly contributed to the explanation of the processing of data and interpreting data and conclusion. Students' perception in questioning significantly contributed to the explanation of the interpreting data and conclusion and constructing hypotheses. Students' perception in using teaching media significantly contributed to the constructing hypotheses. Students' perception in reinforcement significantly contributed to the interpreting data and conclusion, constructing hypotheses, and designing investigation and experimenting. Two students' perceptions which didn't contribute to the

explanation of the students' science process skills were students' perception in arrangement of learning experience and students' perception in participation.

Furthermore, the 7 components of students' perceptions had highest relationship with the 4 science process skills of students when the students' perception variables composed of the 7 components by varied proportional weights from the highest to the lowest as the followings: students' perception in questioning, students' perception in reinforcement, students' perception in cuing, students' perception in using teaching media, students' perception in sequence of content, students' perception in participation and students' perception in arrangement of learning experience. And the students' science process skill variables composed of the 4 components by varied proportional weights from the highest to the lowest as the followings: interpreting data and conclusion, constructing hypotheses, processing of data, and designing investigation and experimenting.