

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาว (longitudinal study) ของพัฒนาการทางด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการใช้การฝึกทางการเรียนที่แตกต่างกัน คือ การใช้การฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการและการฝึกปกติ ของนักเรียนระดับประถมศึกษา สังกัดกรุงเทพมหานคร ดังมีรายละเอียดวิธีการดำเนินการวิจัยต่อไปนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 5 ของโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2548 เหตุผลที่ผู้วิจัยเลือกศึกษาประชากรกลุ่มนี้ คือ โรงเรียนในระดับประถมศึกษา สังกัดกรุงเทพมหานคร มีลักษณะเป็นเอกพันธ์ (homogenous) กล่าวคือโรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร ไม่มีความแตกต่างกันในด้านที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ อีกประการหนึ่งคือโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร อยู่ในเขตที่เป็นศูนย์รวมทางวิชาการ และมีบรรยากาศทางวิชาการซึ่งมีความหลากหลาย คล้ายคลึงกัน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 5 ของโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2548 จำนวน 140 คน โดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (multistage sampling) มีขั้นตอนการสุ่มดังต่อไปนี้

1. ดำเนินการสุ่มสำนักงานเขตของกรุงเทพมหานคร จำนวน 1 เขต จากจำนวน 50 เขต ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ผลการสุ่มได้เขตธนบุรี เป็นกลุ่มตัวอย่าง
2. ดำเนินการเลือกขนาดโรงเรียนประถมศึกษาในสังกัดสำนักงานเขตธนบุรีโดยการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง โดยเลือกโรงเรียนขนาดเล็ก (นักเรียนจำนวนน้อยกว่า 400 คน) เหตุผลที่เลือกศึกษาในโรงเรียนขนาดเล็กเนื่องจาก เป็นโรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนน้อย และมีการบริหารคล่องตัว เพียงพอที่ผู้วิจัยจะขออนุญาต ดำเนินการสอนตามแบบการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการได้
3. ดำเนินการสุ่มโรงเรียนที่จะนำมาเป็นกลุ่มตัวอย่าง 2 โรงเรียน ด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย

ผลการสุ่มได้ โรงเรียนวัดประดิษฐาราม และโรงเรียนวัดขุนจันทร์ สำนักงานเขตธนบุรี ซึ่งผู้วิจัยจะนำมาเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองในการดำเนินการวิจัย

4. แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม โดยการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจงเพื่อเข้ากลุ่มทดลองและควบคุมโดยให้โรงเรียนวัดขุนจันทร์เป็นกลุ่มทดลอง และโรงเรียนวัดประดิษฐาราม เป็นกลุ่มควบคุม

5. ขั้นตอนสุดท้าย เลือกตัวอย่างแบบเจาะจง โดยกำหนดห้องเรียนที่ใช้ในการทดลองในการดำเนินการวิจัย กำหนดให้เป็นนักเรียน ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 - 5 จำนวน ชั้นละ 1 ห้องเรียนใน 1 โรงเรียน รวมทั้งสิ้น 4 ห้องเรียน ได้จำนวนนักเรียน 140 คน ดังรายละเอียดเสนอไว้ในตาราง 3.1

ตาราง 3.1 จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน		รวม
	ชาย	หญิง	
กลุ่มทดลอง			
วัดขุนจันทร์	30	40	70
กลุ่มควบคุม			
วัดประดิษฐาราม	29	41	70
รวม			140

งานวิจัยในครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) และเนื่องจากการทดลอง กลุ่มตัวอย่างที่ได้ ไม่ได้มาจากการสุ่มทั้งหมด จึงถือได้ว่าเป็นการสุ่มแบบไม่สมบูรณ์รูปแบบการทดลองในการวิจัยครั้งนี้ จึงมีรูปแบบการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง (quasi - experimental designs) โดยมีรายละเอียดตาม แผนภาพการทดลองเสนอไว้ในแผนภาพ 3.1

E	O _{E1}	X	O _{E2}	O _{E3}	O _{E4}
C	O _{C1}		O _{C2}	O _{C3}	O _{C4}

แผนภาพ 3.1 แผนภาพการทดลอง

E = กลุ่มทดลอง

C = กลุ่มควบคุม

- X = ตัวแปรจัดกระทำ (treatment) ซึ่งในการทำวิจัยครั้งนี้คือการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ (DAP: developmentally appropriate practices)
- O_{E1} = การวัดผลก่อนการทดลอง (pretest) ของกลุ่มทดลอง
- O_{E2} O_{E3} O_{E4} = ผลการวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 2, 3, 4 ของกลุ่มทดลอง โดยมีระยะห่างในการวัด 3 สัปดาห์
- O_{C1} = การวัดผลก่อนการทดลอง (pretest) ของกลุ่มควบคุม
- O_{C2} O_{C3} O_{C4} = ผลการวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 2, 3, 4 ของกลุ่มควบคุม โดยมีระยะห่างในการวัด 3 สัปดาห์

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยตัวแปร 2 ประเภท ได้แก่ตัวแปรจัดกระทำ (TREAT) และตัวแปรตามซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ตัวแปรสังเกตได้ และตัวแปรแฝง ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อภาษาอังกฤษ ที่ใช้สื่อความหมายแทนค่าสถิติชื่อตัวแปรที่สังเกตได้ และชื่อตัวแปรแฝงที่ใช้ในงานวิจัยมีดังนี้คือ

ตัวแปรจัดกระทำ

TREAT หมายถึง ตัวแปรรูปแบบการฝึก มี 2 แบบได้แก่ การฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ (DAP : developmentally appropriate practices) และการฝึกปกติ

ตัวแปรสังเกตได้

ACH1 หมายถึง คะแนนความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากการวัดครั้งที่ 1

ACH2 หมายถึง คะแนนความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากการวัดครั้งที่ 2

ACH3 หมายถึง คะแนนความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากการวัดครั้งที่ 3

ACH4 หมายถึง คะแนนความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากการวัดครั้งที่ 4

ATT1 หมายถึง คะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์จากการวัดครั้งที่ 1

ATT2 หมายถึง คะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์จากการวัดครั้งที่ 2

ATT3 หมายถึง คะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์จากการวัดครั้งที่ 3

ATT4 หมายถึง คะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์จากการวัดครั้งที่ 4

PRO1 หมายถึง คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการวัดครั้งที่ 1

PRO2	หมายถึง	คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการวัดครั้งที่ 2
PRO3	หมายถึง	คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการวัดครั้งที่ 3
PRO4	หมายถึง	คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการวัดครั้งที่ 4

ตัวแปรแฝง

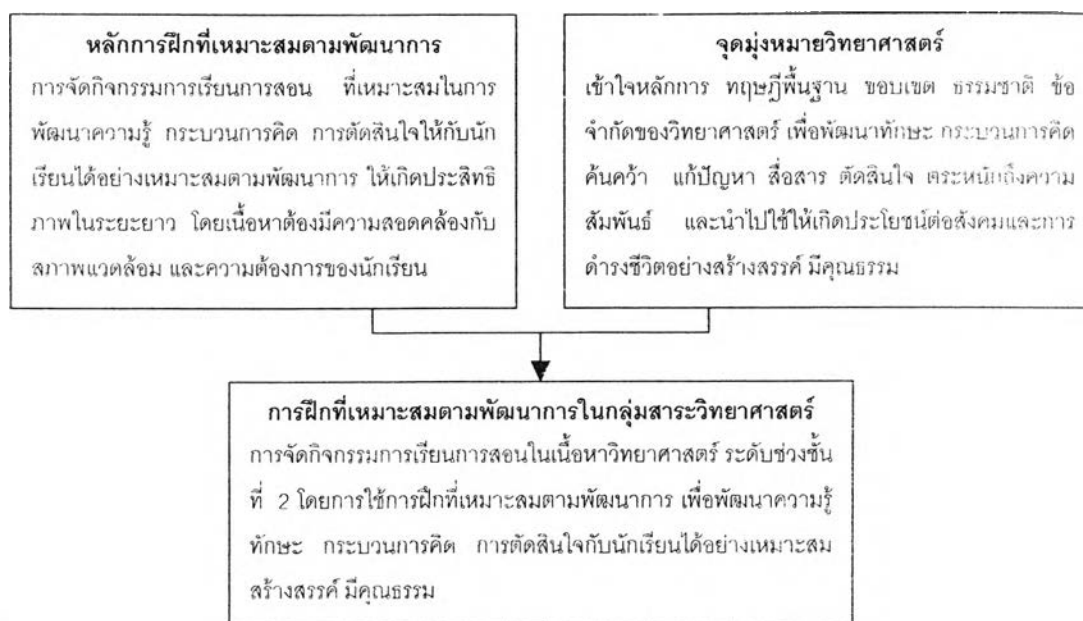
LEVEL	หมายถึง	ตัวแปรแฝงที่เป็นผลจากการวัดครั้งแรก
SLOPE	หมายถึง	ตัวแปรแฝงความชันหรืออัตราการเปลี่ยนแปลง
SLEVEL	หมายถึง	ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแปรแฝงผลการวัดครั้งแรก
SSLOPE	หมายถึง	ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแปรแฝงความชัน
EACH2	หมายถึง	ความคลาดเคลื่อนจากการวัดครั้งที่ 2 ของคะแนนความรู้ทางวิทยาศาสตร์
EACH3	หมายถึง	ความคลาดเคลื่อนจากการวัดครั้งที่ 3 ของคะแนนความรู้ทางวิทยาศาสตร์
EACH4	หมายถึง	ความคลาดเคลื่อนจากการวัดครั้งที่ 4 ของคะแนนความรู้ทางวิทยาศาสตร์
EATT2	หมายถึง	ความคลาดเคลื่อนจากการวัดครั้งที่ 2 ของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์
EATT3	หมายถึง	ความคลาดเคลื่อนจากการวัดครั้งที่ 3 ของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์
EATT4	หมายถึง	ความคลาดเคลื่อนจากการวัดครั้งที่ 4 ของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์
EPRO2	หมายถึง	ความคลาดเคลื่อนจากการวัดครั้งที่ 2 ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
EPRO3	หมายถึง	ความคลาดเคลื่อนจากการวัดครั้งที่ 3 ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
EPRO4	หมายถึง	ความคลาดเคลื่อนจากการวัดครั้งที่ 4 ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ประเภทคือ แผนการสอนแบบการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ (DAP : developmentally appropriate practices) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการ

จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และเครื่องมือที่เป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยใช้ในการเก็บข้อมูลทั้ง 3 ด้าน คือ แบบวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รายละเอียดในการสร้างเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัยทั้ง 2 ประเภท มีดังนี้

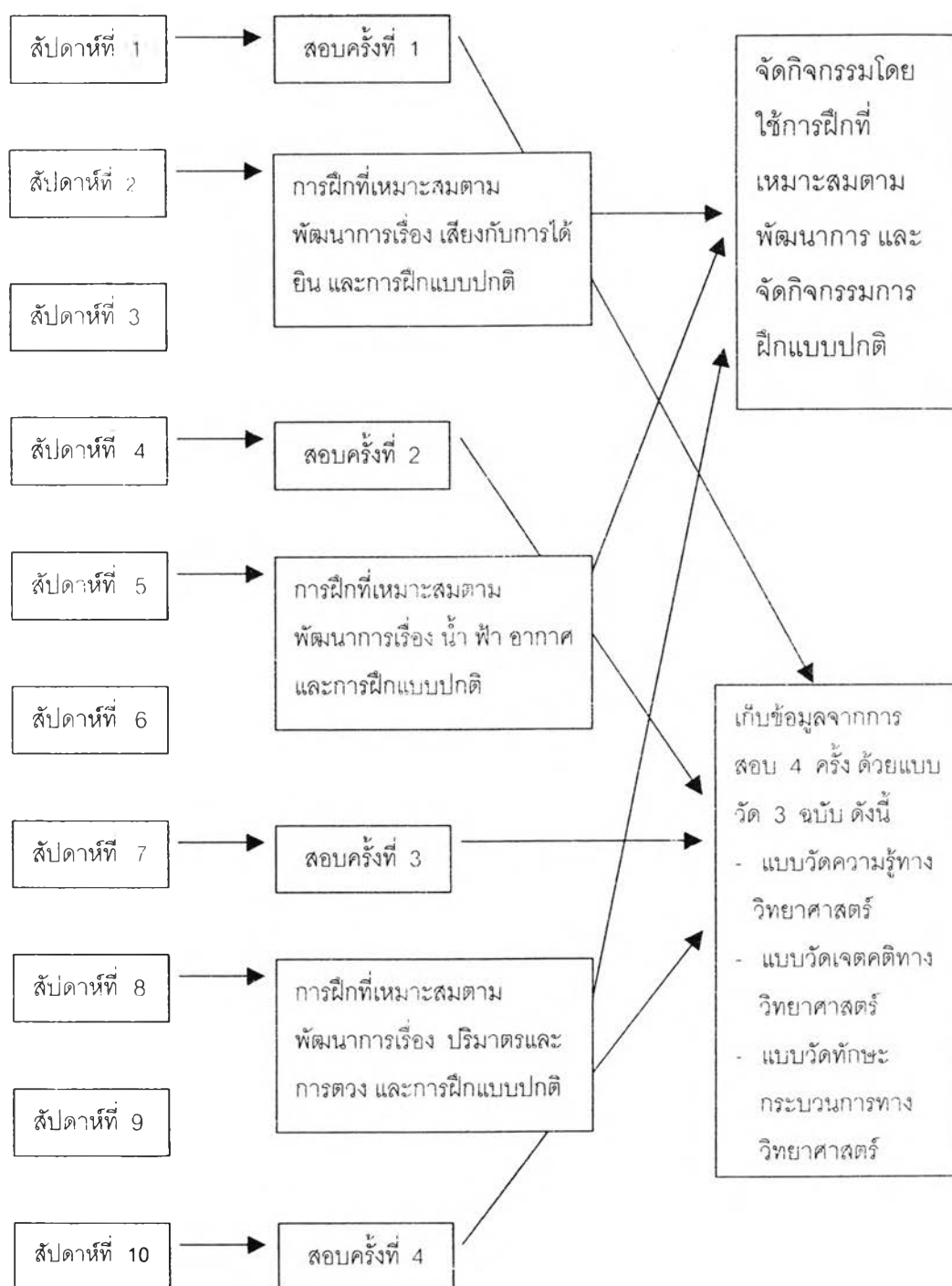
การสร้างแผนการสอนแบบการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ (DAP : developmentally appropriate practices) ผู้วิจัยดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้ (1) การศึกษาข้อมูลเพื่อนำมาใช้เป็นพื้นฐานแนวคิด ในการสร้างแผนการสอนแบบการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ โดยแยกเป็นส่วนย่อยดังนี้ (ก) ศึกษาทฤษฎี และแนวคิดเกี่ยวกับการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ ด้านหลักการปฏิบัติในการใช้การฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ (ข) ศึกษาเนื้อหาสาระวิชาวิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 2 (ค) ศึกษาเอกสารความพร้อม และความต้องการทางการเรียนของนักเรียน (2) นำผลการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี ด้านต่างๆ ตามข้อที่ 1 มาเป็นฐานในการกำหนดหลักการ แนวคิดพื้นฐาน โครงสร้าง ในการสร้างแผนการสอนแบบการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ (3) กำหนดรายละเอียด จัดทำโครงสร้างแผนการสอนระยะยาว 10 สัปดาห์ ที่ประกอบด้วย สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ กระบวนการวัดผลประเมินผล เครื่องมือประเมินผล สื่อ แหล่งการเรียนรู้ (4) กำหนดรายละเอียดและจัดทำแผนการสอนเป็นรายชั่วโมง ใน 1 แผนการสอนประกอบด้วยสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ กระบวนการวัดผลประเมินผล เครื่องมือประเมินผล สื่อ แหล่งการเรียนรู้ (5) นำแผนการสอนแบบการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ซึ่งในการตรวจสอบความเหมาะสม ผู้วิจัยได้อาจารย์ที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านการสอนในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ช่วยในการตรวจสอบความเหมาะสม รายชื่อผู้เชี่ยวชาญนำเสนอไว้ในภาคผนวก ก. ผู้วิจัยนำเสนอกรอบแนวคิด ในการสร้างแผนการสอนแบบการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการไว้ในแผนภาพ 3.2 และการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแผนการสอนแบบการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการและการเก็บข้อมูล เสนอไว้ในแผนภาพ 3.3



สาระสำคัญการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ		
เสียงกับการได้ยิน	น้ำ ฟ้า อากาศ	ปริมาตรและการตวง
<ol style="list-style-type: none"> เสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ เสียงเคลื่อนที่ได้ต้องอาศัยตัวกลางได้แก่ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ธรรมชาติของเสียงมีทั้งเสียงสูง เสียงต่ำ เสียงดัง เสียงเบา เมื่อฟังเสียงดังมากๆ จะเป็นอันตรายต่อหู 	<ol style="list-style-type: none"> น้ำมี 3 สถานะ ได้แก่ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ การเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำ ที่หมุนเวียนกันในธรรมชาติเป็นวัฏจักรทำให้เกิดปรากฏการณ์ ลม ฟ้า อากาศ อุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำ อุณหภูมิต่ำทำให้อุณหภูมิเกิดการควบแน่นเป็นละอองน้ำเล็กๆ อุณหภูมิสูงทำให้น้ำระเหยกลายเป็นไอ 	<ol style="list-style-type: none"> ปริมาตรคือการวัดของของเหลว หน่วยการวัดปริมาตร ได้แก่ ลิตร มิลลิลิตร ลูกบาศก์เซนติเมตร ลิตร โดยที่แต่ละหน่วยมีความสัมพันธ์กัน เมื่อหย่อนวัตถุลงในของเหลว ของเหลวส่วนที่ล้นออกมาจะมีปริมาตรเท่ากับวัตถุ การเลือกใช้อุปกรณ์ในการวัดปริมาตรของของเหลว ควรพิจารณาถึงขนาดของปริมาตรที่ต้องการวัดเพื่อความเหมาะสม และถูกต้อง แม่นยำ

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	เจตคติทางวิทยาศาสตร์	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
<p>ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินค่า</p>	<p>ด้านการรับรู้หรือความเชื่อ ด้านอารมณ์ความรู้สึก และด้านพฤติกรรม</p>	<p>การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสปีชีส์และสปีชีส์เวลา การคำนวณ การจัดการกระทำ และการสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและการควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป</p>

แผนภาพ 3.2 กรอบแนวคิดในการสร้างแผนการสอนแบบการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ



แผนภาพ 3.3 การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแผนการสอนแบบการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการและการเก็บข้อมูล

หลังจากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี ด้านต่างๆ มาเป็นฐานในการกำหนดหลักการ แนวคิด พื้นฐานในการสร้างแผนการสอนแบบการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ(DAP : developmentally appropriate practices) การสร้างแผนการสอนแบบการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ(DAP : developmentally appropriate practices) ประกอบด้วย สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ กระบวนการวัดผลประเมินผล เครื่องมือประเมินผล สื่อ แหล่งการเรียนรู้ ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยสร้างแผนการสอน 2 ประเภท คือแผนการสอนแบบการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ (DAP : developmentally appropriate practices) และแผนการสอนแบบปกติ แผนการสอนทั้ง 2 ประเภท จำแนกตามเนื้อหา จำนวนแผนการสอน จำนวนชั่วโมง จำนวนกิจกรรมด้านการทดลอง และด้านการบรรยาย ดังรายละเอียด เสนอไว้ในตาราง 3.2

ตาราง 3.2 รายละเอียดด้านเนื้อหาแผนการสอนแบบการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ (DAP : developmentally appropriate practices) และแผนการสอนแบบปกติ

แผนการสอน และเนื้อหา	การจัดแผนการสอน (ชั่วโมง)			
	แผนการสอน (แผน)	ชั่วโมง	ทดลอง	บรรยาย
แผนการสอนแบบการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ (DAP : developmentally appropriate practices)				
- เสียงกับการได้ยิน	1	3	5	-
- น้ำ ฟ้า อากาศ	1	3	5	-
- ปริมาตรและการตวง	1	3	5	-
รวม	3	9	15	-
แผนการสอนแบบการฝึกปกติ				
- เสียงกับการได้ยิน	2	3	2	1
- น้ำ ฟ้า อากาศ	1	3	1	2
- ปริมาตรและการตวง	1	3	2	1
รวม	4	9	5	4

เมื่อดำเนินการสร้างแผนการสอน แบบการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ (DAP : developmentally appropriate practices) และแผนการสอนแบบปกติ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างกิจกรรมในแผนการสอนแบบการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ (DAP : developmentally appropriate practices) ซึ่งประกอบด้วย 3 เนื้อหา คือ (1) เสียงกับการได้ยิน (2) น้ำ ฟ้า อากาศ (3) ปริมาตรและการตวง โดยในแต่ละเนื้อหา ผู้วิจัยสร้างกิจกรรมประกอบในแต่ละเนื้อหา เนื้อหาละ 5 กิจกรรม ตามแผนการสอนแบบการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ (DAP : developmentally appropriate practices) ดังรายละเอียด เสนอไว้ในตาราง 3.3

ตาราง 3.3 รายละเอียดกิจกรรมตามแผนการสอนแบบการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ
(DAP : developmentally appropriate practices)

กิจกรรมตามแผนการสอนแบบการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ (DAP : developmentally appropriate practices)			
	แผนการสอน (แผน)	ชั่วโมง	ทดลอง (ชั่วโมง)
เสียงกับการได้ยิน	1	3	
1. มารู้จักเสียงของคนกันเถอะ			1
2. เสียงที่เกิดจากสื่อเสียง			1
3. เสียงจากลำโพง เครื่องเสียง			1
4. เสียงที่เกิดจากแก้วน้ำ			1
5. แหล่งกำเนิดเสียงจากสิ่งรอบตัว			1
รวม	1	3	5
น้ำ ฟ้า อากาศ	1	3	
1. น้ำเป็นอะไรได้บ้างนะ			1
2. หมอกอยู่ต่ำ เมฆอยู่สูง			1
3. การเกิดน้ำค้าง			1
4. ลูกเห็บ ฝนเปลี่ยนสภาพ			1
5. มาทำให้น้ำแข็งกลายเป็นฝนกันเถอะ			1
รวม	1	3	5
ปริมาตรและการตวง	1	3	
1. บรรจุภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ใกล้ตัว			1
2. ปริมาณของ ลองตวงน้ำ			1
3. แทนที่น้ำ ปริมาตรวัตถุ			1
4. หลากหลายหน่วยปริมาตร			1
5. ตวงสนุกทุกอุปกรณ์			1
รวม	1	3	5

หลังจากการปฏิบัติกิจกรรมทุกกิจกรรม ผู้วิจัยได้สร้างแบบบันทึกการปฏิบัติกิจกรรม และแบบสรุปกิจกรรม (เสนอไว้ในภาคผนวก จ) ในแต่ละเนื้อหา โดยมีระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมตามเนื้อหา เนื้อหาละ 3 ชั่วโมงใน 1 สัปดาห์ หลังจากนั้น นักเรียนจะได้รับการทดสอบด้วยแบบวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังรายละเอียดที่เสนอไว้ในแผนภาพ 3.2 ผู้วิจัยได้เสนอรูปแบบการดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการสอนแบบการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ(DAP : developmentally appropriate practices) และแผนการสอนแบบปกติ ดังเสนอไว้ในตาราง 3.4

ตาราง 3.4 แผนการสอนตามรูปแบบการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ(DAP : developmentally appropriate practices) และรูปแบบการฝึกแบบปกติ

รูปแบบการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ	รูปแบบการฝึกแบบปกติ
1. ชั้นสำรวจความต้องการของนักเรียน เป็นการสนทนา สอบถามถึงความต้องการในการเรียน เนื้อหา และรูปแบบกิจกรรมที่สนใจและที่ต้องการ	1. ชั้นสำรวจความต้องการของนักเรียน
2. ชั้นวางแผนตัดสินใจ นักเรียนและครูร่วมเลือกหัวข้อ กิจกรรม และร่วมคิดรูปแบบของกิจกรรม ร่วมคิดขั้นตอนการจัดกิจกรรม เมื่อครูทราบถึงความต้องการของนักเรียน ดำเนินการลงลึกถึงเนื้อหาที่จะนำมาจัดกิจกรรมการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ	2. ชั้นวางแผนตัดสินใจ
3. ชั้นเตรียมสถานที่ อุปกรณ์ เปิดโอกาสให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในการเตรียมอุปกรณ์ สถานที่ ในการจัดกิจกรรมของการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ	3. ชั้นเตรียมสถานที่ อุปกรณ์ ครูผู้สอนเป็นผู้กำหนดสถานที่ และเตรียมสื่อการสอนในการสอนด้วยตนเอง
4. ชั้นฝึกตามรูปแบบการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ นักเรียนร่วมฝึกตามแบบแผนที่ได้ร่วมกันวางไว้ โดยร่วมกิจกรรมการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการตามความต้องการของตนในกิจกรรมที่จัดเป็นศูนย์การเรียนรู้ในรูปแบบเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม	4. ชั้นฝึกตามรูปแบบการฝึกแบบปกติ ปฏิบัติกิจกรรมตามการฝึกปกติ โดยครูผู้สอนเป็นผู้กำหนดรูปแบบการฝึกตามกิจกรรมในหนังสือที่สถานศึกษาจัดให้
5. ชั้นแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ นักเรียนร่วมแลกเปลี่ยนความรู้กันเพื่อในกลุ่ม หรือกับเพื่อนต่างกลุ่มตามต้องการ ทั้งขณะฝึก และหลังฝึก	5. ชั้นแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์
6. ชั้นบันทึกผลการฝึกตามรูปแบบการฝึก บันทึกผลการฝึกในแบบบันทึกการปฏิบัติกิจกรรม และแบบสรุปกิจกรรมหรือการบรรยาย อุปสรรค ความรู้สึกในการได้รับการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ	6. ชั้นบันทึกผลการฝึกตามรูปแบบการฝึก บันทึกผลการฝึกกิจกรรมของการฝึกปกติตามรูปแบบใบงานการฝึกตามปกติจากหนังสือที่สถานศึกษาจัดให้
7. ชั้นประเมินผลการเรียนรู้ ประเมินผลโดยใช้แบบวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	7. ชั้นประเมินผลการเรียนรู้ ประเมินผลโดยใช้แบบวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

โดยรายละเอียดของแผนการสอนตามรูปแบบการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ(DAP : developmentally appropriate practices) และกิจกรรมการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ(DAP : developmentally appropriate practices) ในแต่ละแผนการสอน และรูปแบบการฝึกแบบปกติ ผู้วิจัยเสนอไว้ในภาคผนวก จ

ในการเก็บข้อมูลวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการศึกษา และเก็บข้อมูลจากตัวแปร 3 ด้านได้แก่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดของตัวแปรที่ศึกษาดังนี้ (1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific knowledge) หมายถึง

ข้อเท็จจริง หรือสภาพของการเรียนรู้ในบางสิ่งโดยอาศัยความคุ้นเคย การได้รับประสบการณ์ หรือ การมีปฏิสัมพันธ์ ซึ่งก่อให้เกิดความคิด ความเข้าใจที่มีประสิทธิภาพที่จะบรรลุสู่เป้าหมายที่ได้ตั้งไว้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีโครงสร้างประกอบด้วยสาระรวม 6 มิติ ได้แก่ ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินค่า (2) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (scientific attitude) หมายถึง ความเชื่ออันเป็นแรงจูงใจส่งผลต่อพฤติกรรมและความรู้สึกในทางใดทางหนึ่ง มีโครงสร้างประกอบด้วย 3 มิติ ได้แก่ ด้านการรับรู้หรือความเชื่อ ด้านอารมณ์ความรู้สึก และ ด้านพฤติกรรม (3) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (scientific process skills) หมายถึง วิธีการทางความคิด และการกระทำอันเป็นลักษณะเฉพาะในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ อาศัยการฝึกฝนอย่างมีแบบแผน และเป็นการสะท้อนกลับทางพฤติกรรมที่บ่งบอกถึงลักษณะของความเป็นนักวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีโครงสร้างประกอบด้วย สาระรวม 13 มิติ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปกและสเปกกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและการควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดจำนวน 3 ฉบับ เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลตามตัวแปรที่ศึกษาทั้ง 3 ตัวแปร ได้แก่ แบบวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฉบับละ 50 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้แสดงรายละเอียดโครงสร้างของแบบวัดในแต่ละตัวแปรดังนี้

1. แบบวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ใช้เก็บข้อมูลตัวแปรด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในระดับช่วงชั้นที่ 2 ได้แก่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 เนื้อหาที่นำมาสร้างเครื่องมือในการเก็บข้อมูลคือ เสียงกับการได้ยิน น้ำ ฟ้า อากาศ ปริมาตรและการตวง โดยศึกษาเนื้อหาและโครงสร้างในการสร้างแบบวัดคือ ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินค่า วัดจากแบบวัดชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ โดยมีคะแนนสูงสุดเป็น 50 คะแนนรายละเอียด แบบวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์เสนอไว้ใน ตาราง 3.5

ตาราง 3.5 รายละเอียดแบบวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์

เนื้อหา	หมายเลขข้อจำแนกตามมิติ						รวม (ข้อ)
	ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	
เสียงกับการได้ยิน							
- การเกิดเสียง	(1)	(4)	(2)	(3)	(9)	(8)	6
- การเคลื่อนที่ของเสียง	(5,7)	(6)	(11)	(12)	-	(10)	6
- ธรรมชาติของเสียง	(15)	-	(14)	-	(13,17)	(16)	5
น้ำ ฟ้า อากาศ							
- สถานะของน้ำ	-	(21)	(20)	(19)	(18)	(22)	5
- วัฏจักรของน้ำ	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	6
- อุณหภูมิและการเปลี่ยนแปลง	-	(30,33)	(32)	(31)	(34)	(29)	6
ปริมาตรและการตวง							
- หน่วยของปริมาตร	(35)	(37)	(36)	(38)	(39)	-	5
- ปริมาตรของวัตถุ	(41)	(42)	(40)	(43)	(44)	(45)	6
- อุปกรณ์ในการวัดปริมาตร	(46)	(47)	(48)	(49)	-	(50)	5
รวม (ข้อ)	8	9	9	8	8	8	50

2. แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ใช้เก็บข้อมูลตัวแปรด้าน เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เนื้อหาที่นำมาสร้างเครื่องมือในการเก็บข้อมูลคือ เสียงกับการได้ยิน น้ำ ฟ้า อากาศ ปริมาตรและการตวง โดยศึกษาเนื้อหาและโครงสร้างในการสร้างแบบวัดคือ ด้านการรับรู้หรือความเชื่อ ด้านอารมณ์ความรู้สึก และด้านพฤติกรรม วัดได้จากแบบวัดชนิดแบบประเมินค่า 5 ระดับ จำนวน 50 ข้อ โดยมีคะแนนสูงสุดเป็น 5 คะแนน เนื่องจากผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้หารด้วยจำนวนข้อ เพื่อการคำนวณเป็นไปโดยง่ายรายละเอียดแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์เสนอไว้ในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 รายละเอียดแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

มิติที่วัด	หมายเลขข้อจำแนกตามมิติ	จำนวน (ข้อ)
ด้านการรับรู้หรือความเชื่อ	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 15, 17, 19, 22, 31, 33, 34, 49, 50	16
ด้านอารมณ์ความรู้สึก	6, 11, 12, 13, 23, 27, 28, 29, 30, 37, 40, 42, 43, 45, 46, 47, 48	17
ด้านพฤติกรรม	7, 10, 14, 16, 18, 20, 21, 24, 25, 26, 32, 35, 36, 38, 39, 41, 44	17
รวม (ข้อ)		50

โดยแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ใช้วัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องประเมินเจตคติของตนเอง 5 ระดับ คือเห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง การให้คะแนนแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ในการให้คะแนนดังต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 ได้แก่ข้อ 1 , 2 , 3 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9 , 10 , 12 , 14 , 17 , 20 , 22 , 25 , 27 , 29 , 30 , 32 , 34 , 36 , 37 , 39 , 40 , 41 , 44 , 47 และ 50 แต่ละข้อให้คะแนนดังนี้ เห็นด้วยอย่างยิ่งให้ 5 คะแนน เห็นด้วยให้ 4 คะแนน ไม่แน่ใจให้ 3 คะแนน ไม่เห็นด้วยให้ 2 คะแนน ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งให้ 1 คะแนน

กลุ่มที่ 2 ได้แก่ข้อ 4 , 11 , 13 , 15 , 16 , 18 , 19 , 21 , 23 , 24 , 26 , 28 , 31 , 33 , 35 , 38 , 42 , 43 , 45 , 46 , 48 และ 49 แต่ละข้อให้คะแนนดังนี้ เห็นด้วยอย่างยิ่งให้ 1 คะแนน เห็นด้วยให้ 2 คะแนน ไม่แน่ใจให้ 3 คะแนน ไม่เห็นด้วยให้ 4 คะแนน ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งให้ 5 คะแนน

สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนและเกณฑ์ในการแปลความหมายสำหรับข้อคำถามแบบมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับ เสนอไว้ในตาราง ตาราง 3.7

ตาราง 3.7 เกณฑ์การให้คะแนนและเกณฑ์ในการแปลความหมายสำหรับข้อคำถาม

ระดับความคิดเห็น	เกณฑ์การให้คะแนน	
	คำถามเชิงนิมาน	คำถามเชิงนิเสธ
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5	1
เห็นด้วย	4	2
ไม่แน่ใจ	3	3
ไม่เห็นด้วย	2	4
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1	5

3. แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใช้เก็บข้อมูล ตัวแปรด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในระดับช่วงชั้นที่ 2 ได้แก่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 - 6 เนื้อหาที่นำมาสร้างเครื่องมือในการเก็บข้อมูลคือเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ทั่วไป โดยศึกษาเนื้อหาและโครงสร้างในการสร้างแบบวัดคือ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและการควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูล

และการลงข้อสรุป วัดจากแบบวัดชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ โดยมีคะแนนสูงสุด เป็น 50 คะแนนรายละเอียดแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เสนอไว้ในตาราง 3.8

ตาราง 3.8 รายละเอียดแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

มิติที่วัด	หมายเลขข้อจำแนกตามมิติ				รวม (ข้อ)
	ฟิสิกส์	เคมี	ชีววิทยา	วิทยาศาสตร์ ทั่วไป	
1. การสังเกต	-	(1,18,36)	(39)	-	4
2. การวัด	(33)	(2)	-	(19,40)	4
3. การจำแนกประเภท	-	(20)	(47)	(3,57)	4
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปกตรัมสเปกตรัมและสเปกตรัมเวลา	(4,22,34, 38)	-	-	-	4
5. การคำนวณ	-	(5)	-	(7,44,49)	4
6. การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล	-	(21)	(45)	(6,26)	4
7. การลงความเห็นจากข้อมูล	-	(8)	-	(24,25)	3
8. การพยากรณ์	(9,17)	(29)	-	(27)	4
9. การตั้งสมมติฐาน	(35)	(50)	(10,30)	-	4
10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	(12,42)	-	(31,46)	-	4
11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร	-	(14)	(11,32,43)	-	4
12. การทดลอง	15	(13,28)	(41)	-	4
13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	(16,23)	-	(48)	-	3
รวม (ข้อ)	13	13	12	12	50

โดยแบบวัดทั้ง 3 ประเภท มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1. ศึกษาความหมาย องค์ประกอบของตัวแปรแต่ละตัวจากทฤษฎี เอกสาร และรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำผลที่ได้มาใช้กำหนดกรอบแนวคิด กำหนดนิยาม โครงสร้างตัวแปรที่ต้องการวัด เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบวัด
2. สร้างตารางเนื้อหาตัวแปรแต่ละตัวและพิจารณาองค์ประกอบของแต่ละตัวแปรเพื่อนำมาสร้างเป็นข้อคำถามตามโครงสร้างของแบบวัด โดยรายละเอียดโครงสร้างของแบบวัดปรากฏในตาราง 3.3 - 3.5 ข้างต้น
3. นำแบบวัดทั้ง 3 ฉบับที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความครอบคลุมของข้อคำถาม ความเหมาะสมของปริมาณข้อคำถาม ความชัดเจนของภาษา และรูปแบบของแบบวัด แล้วนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
4. นำแบบวัดที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ด้านความ

ตรงตามเนื้อหา (content validity) โดยตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด (item objective congruence: IOC) ความครอบคลุมของข้อคำถามและความชัดเจนของภาษา

การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัด (content validity) จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 6 ท่านเลือกมาโดยใช้เกณฑ์ 3 ข้อต่อไปนี้คือ (1) เป็นผู้มีความรู้ระดับสูงทางด้านวิทยาศาสตร์ (2) มีความรู้ความเชี่ยวชาญในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ (3) มีประสบการณ์ในการทำงานในด้านวิทยาศาสตร์ อย่างน้อย 5 ปี ซึ่งรายชื่อผู้เชี่ยวชาญดังกล่าวผู้วิจัยเสนอไว้ในภาคผนวก ก โดยผู้เชี่ยวชาญ 6 ท่านนั้น ผู้วิจัยนำแบบวัดทั้ง 3 ฉบับ ที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยการใช้ดัชนี IOC ที่มีลักษณะการให้คะแนนคือ

-1 หมายถึง ข้อคำถาม **ไม่สอดคล้อง** กับนิยามเชิงปฏิบัติการที่ต้องการวัด

0 หมายถึง **ไม่อาจตัดสิน** ว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องหรือไม่สอดคล้อง

1 หมายถึง ข้อคำถามมี **ความสอดคล้อง** กับนิยามเชิงปฏิบัติการที่ต้องการวัด

ผลการวิเคราะห์พบว่า ข้อคำถามทั้งหมดจากแบบวัดทั้ง 3 ฉบับ มีบางข้อมีค่าดัชนีไม่ถึง 0.500 ผู้วิจัยได้ทำการปรับแก้ไขเชิงภาษาให้มีความกระชับ และวัดได้ตรงกับนิยามเชิงปฏิบัติการตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ เมื่อปรับแก้ไขแล้วผลการวิเคราะห์พบว่า ข้อคำถามทั้งหมดจากแบบวัดทั้ง 3 ฉบับ มีค่าดัชนีอยู่ระหว่าง 0.500 - 1.000 โดยรายละเอียดของการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาดังกล่าวผู้วิจัยเสนอไว้ในภาคผนวก ง

5. นำแบบวัดทั้ง 3 ฉบับที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่ นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 - 5 จำนวน 37 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ โดยนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p : level of difficulty of the items) อำนาจจำแนก (r : discrimination power of the items) ความเที่ยง (reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544) พบว่าแบบวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีระดับค่าความยากระหว่าง 0.241 - 0.634 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง 0.230 - 0.432 และมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.840 แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.643 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีระดับค่าความยากระหว่าง 0.221 - 0.572 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง 0.212 - 0.493 และมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.738

6. นำแบบวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์มากขึ้นแล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของตัวแปรด้านคะแนนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ลงมือดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยนำจดหมายเพื่อขออนุญาต ต่อโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อการศึกษา พร้อมทั้งกำหนดวันเวลา ที่จะดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งเป็นช่วงเวลาภาคเรียนที่ 1 ของปีการศึกษา 2548

2. วางแผนการเก็บข้อมูลแต่ละตัวแปรที่ศึกษา ตามปฏิทินการเก็บข้อมูลที่ได้นัดหมายไว้กับทางโรงเรียน โดยผู้วิจัยขออนุญาตต่อผู้บริหารโรงเรียนและชี้แจงแนวทางในการดำเนินการเก็บข้อมูลด้านคะแนนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 5 ปีการศึกษา 2548 การดำเนินการในขั้นตอนนี้ใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 10 สัปดาห์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลทั้งหมดโดยกำหนดเป็นปฏิทินการเก็บข้อมูล เสนอไว้ในตาราง 3.9

ตาราง 3.9 ปฏิทินการเก็บข้อมูล

ประชากร	วันเก็บคะแนนตามประเภทของแบบวัด					
	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์		เจตคติทางวิทยาศาสตร์		ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	
	ชั้นป.4	ชั้นป.5	ชั้นป.4	ชั้นป.5	ชั้นป.4	ชั้นป.5
กลุ่มทดลอง						
ครั้งที่ 1	18 ก.ค. 48	21 ก.ค. 48	18 ก.ค. 48	21 ก.ค. 48	18 ก.ค. 48	19 ก.ค. 48
	13.30-14.3น.	12.30-13.3น.	14.30-15.3น.	13.30-14.3น.	9.30-10.30น.	9.30-10.30น.
ครั้งที่ 2	8 ส.ค. 48	11 ส.ค. 48	8 ส.ค. 48	11 ส.ค. 48	8 ส.ค. 48	9 ส.ค. 48
	13.30-14.3น.	12.30-13.3น.	14.30-15.3น.	13.30-14.3น.	9.30-10.30น.	9.30-10.30น.
ครั้งที่ 3	29 ส.ค. 48	1 ก.ย. 48	29 ส.ค. 48	1 ก.ย. 48	29 ส.ค. 48	30 ส.ค. 48
	13.30-14.3น.	12.30-13.3น.	14.30-15.3น.	13.30-14.3น.	9.30-10.30น.	9.30-10.30น.
ครั้งที่ 4	19 ก.ย. 48	22 ก.ย. 48	19 ก.ย. 48	22 ก.ย. 48	19 ก.ย. 48	20 ก.ย. 48
	13.30-14.3น.	12.30-13.3น.	14.30-15.3น.	13.30-14.3น.	9.30-10.30น.	9.30-10.30น.
กลุ่มควบคุม						
ครั้งที่ 1	19 ก.ค. 48	20 ก.ค. 48	20 ก.ค. 48	21 ก.ค. 48	20 ก.ค. 48	21 ก.ค. 48
	13.30-14.3น.	10.30-11.3น.	13.30-14.3น.	9.30-10.30น.	14.30-15.3น.	10.30-11.3น.
ครั้งที่ 2	9 ส.ค. 48	10 ส.ค. 48	10 ส.ค. 48	11 ส.ค. 48	10 ส.ค. 48	11 ส.ค. 48
	13.30-14.3น.	10.30-11.3น.	13.30-14.3น.	9.30-10.30น.	14.30-15.3น.	10.30-11.3น.
ครั้งที่ 3	30 ส.ค. 48	31 ส.ค. 48	31 ส.ค. 48	1 ก.ย. 48	31 ส.ค. 48	1 ก.ย. 48
	13.30-14.3น.	10.30-11.3น.	13.30-14.3น.	9.30-10.30น.	14.30-15.3น.	10.30-11.3น.
ครั้งที่ 4	20 ก.ย. 48	21 ก.ย. 48	21 ก.ย. 48	22 ก.ย. 48	21 ก.ย. 48	22 ก.ย. 48
	13.30-14.3น.	10.30-11.3น.	13.30-14.3น.	9.30-10.30น.	14.30-15.3น.	10.30-11.3น.

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 4 ตอนดังนี้

1. การวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้น การวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนนี้ แบ่งการนำเสนอออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เป็นการนำเสนอผลผลการวิเคราะห์ค่าสถิติขั้นพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ทั้งประชากรกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ส่วนที่ 2 วิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นเพื่อบรรยายลักษณะของตัวแปรสังเกตได้ ได้แก่ ตัวแปรคะแนนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ทราบถึงลักษณะการแจกแจงและการกระจายของตัวแปร สถิติที่ใช้ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (coefficient of variation) มัธยฐาน (median) ฐานนิยม (mode) พิสัย (range) คะแนนสูงสุด (maximum) คะแนนต่ำสุด (minimum) ความเอน (skewness) ความโด่ง (kurtosis) ส่วนที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way analysis of variance) เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรคะแนนความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากการวัด 4 ครั้ง (ACH1 , ACH2 , ACH3 , ACH4) คะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์จากการวัด 4 ครั้ง (ATT1 , ATT2 , ATT3 , ATT4) คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการวัด 4 ครั้ง (PRO1 , PRO2 , PRO3 , PRO4) การวิเคราะห์ในส่วนนี้ใช้โปรแกรม SPSS for window version 10.0

2. การวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนาม (multivariate analysis of variance: MANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างของเซนทรอยด์ (centroid) ของตัวแปรคะแนนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จากการวัดครั้งที่ 1 (ACH1) คะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จากการวัดครั้งที่ 1 (ATT1) คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการวัดครั้งที่ 1 (PRO1) และผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (analysis of covariance : ANCOVA) กรณีที่ตัวแปรจากการวัดครั้งที่ 1 ตัวแปรใด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้ ตัวแปรจากการวัดครั้งที่ 1 เป็นตัวแปรร่วม (covariance)

3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (one-way analysis of variance with repeated measures) เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรคะแนนความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากการวัด 3 ครั้ง (ACH2 , ACH3 , ACH4) คะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์จากการวัด 3 ครั้ง (ATT2 , ATT3 , ATT4) และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการวัด 3 ครั้ง (PRO2 , PRO3 , PRO4) ระหว่างประชากรกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยในขั้นแรกผู้วิจัยทำการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของตัวแปรคะแนนความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากการวัด 3 ครั้ง (ACH2 , ACH3 และ ACH4) คะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์จากการวัด 3 ครั้ง (ATT2 , ATT3 และ ATT4) และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการวัด 3 ครั้ง (PRO2 ,

PRO3 และ PRO4) เพื่อดูความสัมพันธ์คะแนนจากการวัดทั้ง 3 ครั้ง ในแต่ละตัวแปรก่อนทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (one-way analysis of variance with repeated measures)

4. การวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความตรงของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง การวิเคราะห์ข้อมูลในตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ข้อมูล 3 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนแรกการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way analysis of variance) เพื่อเปรียบเทียบลักษณะกราฟแสดงค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม 3 ตัว การเปรียบเทียบลักษณะกราฟแสดงค่าเฉลี่ยของตัวแปรสังเกตได้ดังกล่าว ผู้วิจัยเปรียบเทียบลักษณะของกราฟ 2 ลักษณะคือ ลักษณะกราฟที่เป็นเส้นตรง (linear) และลักษณะกราฟที่ไม่เป็นเส้นตรง (Quadratic) ขั้นตอนที่สอง การตรวจสอบความตรงของโมเดลพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง 2 แบบ คือโมเดลพัฒนาการเชิงเส้นโค้งที่มีตัวแปรแฝงและกำหนดพารามิเตอร์อิสระ (latent growth curve model with free parameter = FRC model) และโมเดลพัฒนาการเชิงเส้นตรง (linear growth model = LIN model) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงทั้ง 2 แบบกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และขั้นตอนสุดท้าย การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเปลี่ยนแปลง (SLOPE) ของตัวแปรตาม 3 ตัว คือคะแนนความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากการวัด 3 ครั้ง (ACH2 , ACH3 , ACH4) คะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์จากการวัด 3 ครั้ง (ATT2 , ATT3 , ATT4) และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการวัด 3 ครั้ง (PRO2 , PRO 3 , PRO 4) ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนาม (multivariate analysis of variance: MANOVA)

ในการวิเคราะห์โมเดลการวัดด้วยโปรแกรมลิสเรล เวอร์ชัน 8.54 เพื่อตรวจสอบความตรงของโมเดล หรือตรวจสอบความสอดคล้อง ระหว่างโมเดลโมเดลพัฒนาการเชิงเส้นโค้งที่มีตัวแปรแฝงและกำหนดพารามิเตอร์อิสระ (latent growth curve model with free parameter = FRC model) และโมเดลพัฒนาการเชิงเส้นตรง (linear growth model = LIN model) ในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมลิสเรลครั้งนี้ คำสั่งที่ใช้ในการวิเคราะห์จะเป็นแบบสัญลักษณ์แรม (reticular action model = RAM notation) ที่พัฒนาโดย McArdle และ McDonald (1984) อ้างถึงใน McArdle และ Epstein (1987)

การเขียนคำสั่งด้วยสัญลักษณ์แรมเหมือนกับการเขียนคำสั่งด้วยภาษาลิสเรล ต่างกันตรงที่คำสั่งลิสเรล ที่ใช้สัญลักษณ์แรม จะกำหนดลักษณะเมทริกซ์พารามิเตอร์ ต่างจากลิสเรลปกติ (Conlin และ Horn, 1991, 1995) ดังนี้

LY เป็นเมทริกซ์พารามิเตอร์ แทนสัมประสิทธิ์ จากตัวแปรทุกค่าในโมเดลทั้งตัวแปรสังเกตได้ และตัวแปรแฝงไปยังตัวแปรสังเกตได้เท่านั้น

BE เป็นเมทริกซ์พารามิเตอร์แทนอิทธิพลจากตัวแปรทุกตัวในโมเดลทั้งตัวแปรสังเกตได้ และตัวแปรแฝงไปยังตัวแปรทุกตัวในโมเดล ดังนั้นเมทริกซ์ BE จึงมีขนาดเมทริกซ์ $M \times M$ เมื่อ M เท่ากับจำนวนตัวแปรแฝงรวมกับจำนวนตัวแปรสังเกตได้

PS เป็นเมทริกซ์ความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมของเทอมความคลาดเคลื่อนของตัวแปรทุกตัวในโมเดล

การวิเคราะห์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง 2 รูปแบบในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการใช้การฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ $B(t)$ ได้ ดังนี้ คือ การหาค่า $B(1) = \bar{X}_2 - \bar{X}_2$, $B(2) = \bar{X}_3 - \bar{X}_2$, $B(3) = \bar{X}_4 - \bar{X}_2$ เมื่อ $\bar{X}_2 - \bar{X}_4$ คือค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดครั้งที่ 2 - 4 แล้วหารด้วยค่า mean slope จะได้ค่า $B(t)$ ที่เป็นค่าตั้งต้นในคำสั่งวิเคราะห์โมเดลพัฒนาการเชิงเส้นโค้งที่มีตัวแปรแฝงและกำหนดค่าพารามิเตอร์อิสระ ส่วนโมเดลพัฒนาการเชิงเส้นตรงกำหนดให้แต่ละช่วงมีค่าเท่ากับ 0.500

การวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลง โดยนำเสนอผลการเปรียบเทียบดัชนีตรวจสอบประสิทธิภาพความสอดคล้องโมเดลลิสมัลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ได้แก่ค่าไค-สแควร์ ค่า GFI ค่า AGFI ค่า RMR และค่า largest standardized residual เพื่อศึกษาว่าโมเดลรูปแบบใดมีประสิทธิภาพการวัดในรูปความตรงสูงสุดในการศึกษาอิทธิพลของการฝึกที่เหมาะสมตามพัฒนาการ ที่มีต่อโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์