



SED
071G



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría
Educación

VIII Foro Educativo Distrital

Memorias

Junio 18 y 19 de 2003



De la curiosidad a la actitud científica

Con el apoyo de:


gasNatural
Fundación

VIII FORO EDUCATIVO DISTRITAL

"DE LA CURIOSIDAD A LA ACTITUD CIENTÍFICA" **MEMORIAS**

Junio 18 y 19 de 2003

Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.
Secretaría de Educación del Distrito
Bogotá, Junio 18 y 19 de 2003
Centro de Desarrollo Empresarial Compensar
Bogotá, 18 y 19 de 2003

Antanas Mockus Sivickas
Alcalde Mayor de Bogotá, D.C.

Margarita Peña Borrero
Secretaria de Educación del Distrito

José Francisco Parra Garcés
Subsecretario Administrativo

Juana Inés Díaz Tafur
Subsecretaria Académica

Leonardo Villa Arcila
Subsecretario de Planeación y Finanzas

Luz Amparo Martínez Rangel
Directora de Evaluación y Acompañamiento

José María Almacellas González
Presidente Ejecutivo Gas Natural S.A., ESP

Secretaria de Educación del Distrito
VIII Foro Educativo Distrital 2003
De la curiosidad a la actitud científica
Memorias

La presente edición es propiedad
de la Secretaria de Educación del Distrito.
Queda prohibida la reproducción total o parcial
de esta obra para fines diferentes a los educativos,
salvo que la propia secretaria autorice.

CONTENIDO

PRIMERA PARTE

PRESENTACIÓN	Pág. 5
Secretaría de Educación del Distrito	
INSTALACIÓN	Pág. 7
• Cecilia María Vélez White, Ministra de Educación Nacional	Pág. 8
• Antanas Mockus Sivickas, Alcalde Mayor de Bogotá	Pág. 11
• Margarita Peña Borrero, Secretaria de Educación del Distrito	Pág. 14
• George Charpak, miembro de la Academia de Ciencias en Francia. Premio Nobel de física 1992	Pág. 16
• José María Almacellas González, Presidente Ejecutivo de Gas Natural S.A., ESP	Pág. 18

SEGUNDA PARTE

CONFERENCIAS	Pág. 21
• ¿Por qué enseñar actitudes científicas hoy?	Pág. 22
Miguel de Zubiría Samper. Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual Alberto Merani.	
Instituto de Psicología y Pedagogía Afectiva: contra la sociedad y la depresión	
• La investigación educativa en ciencias experimentales	Pág. 30
Alfonso Claret Zambrano. Universidad del Valle. Instituto de Educación y Pedagogía	
• De la ciencia en la escuela a una cultura científica para la vida: en contra	Pág. 44
de una banalización de la clase de ciencias	
Dino de Jesús Segura. Escuela Pedagógica Experimental E.P.E.	
• Ciencia y sociedad	Pág. 51
Georges Charpak. Premio Nobel de física 1992	
• De las investigaciones internacionales a la práctica educativa	Pág. 59
como señalamiento para la educación científica	
Michaela Mayer. Instituto Nacional para la Evaluación del Sistema Educativo, Invalsi, Italia	
• Formación de maestros	Pág. 70
Karen Worth	
• Ciencia y Empresa Competitividad, Calidad y Sostenibilidad	Pág. 77
Juan Puertas Agudo	
Dirección de tecnología y medio ambiente. Grupo Gas Natural	

TERCERA PARTE

BALANCE DE EXPERIENCIAS	Pág. 87
Dino de Jesús Segura, Escuela Pedagógica Experimental E.P.E.	

CUARTA PARTE

TERRAZA TEMÁTICA	Pág. 107
-------------------------------	----------

QUINTA PARTE

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	Pág. 109
---	----------

SEXTA PARTE

DIRECTORIO DE EXPERIENCIAS	Pág. 115
Conclusiones y sugerencias.	

PRESENTACIÓN

Secretaría de Educación

La construcción y aplicación de conceptos teóricos en la cotidianidad de las aulas y de la vida escolar constituye un reto continuo para todos los educadores. Las ciencias naturales, compuestas por una serie de disciplinas científicas, constituyen el área fundamental para la formación básica de todo ser humano que, en esencia, por sus objetos de estudio y métodos de investigación, confronta este reto.

Por su importancia en el desarrollo del ser humano, siempre se estará en la búsqueda de nuevas metodologías, enfoques curriculares, sentidos de investigación y proceso de actualización.

En esa búsqueda se circunscribió el VIII Foro Educativo Distrital "De la curiosidad a la actitud científica", cuyas memorias están contenidas en este texto. El evento central del Foro, que culmina un proceso de diálogo e intercambio de experiencias, contó con la participación de connotados investigadores nacionales e internacionales para analizar los diversos planteamientos de las

experiencias que se desarrollan en el aula y que los docentes presentaron en los foros locales.

Un total de 540 experiencias fueron divulgadas en los foros locales y, finalmente, se seleccionaron 120 experiencias para ser presentadas en el evento central del 18 y 19 de junio de 2003. Tales experiencias reflejan el saber y la práctica acumulada de docentes que con su participación muestran el compromiso y el deseo de mejorar la calidad de la educación, la disposición por la organización de redes entre pares y su incidencia en los procesos de una sociedad cambiante en un mundo por demás de mayores interdependencias futuras.

La Secretaría de Educación se complace en presentar a la comunidad académica las memorias de este Foro, que compendia la participación de los ponentes invitados y referencia las distintas experiencias presentadas por los docentes, con el ánimo de contribuir a la continuidad del debate.

INSTALACIÓN

Cecilia María Vélez Ministra de Educación Nacional

Señor Alcalde Mayor de Bogotá, doctor Antanas Mockus; doctora Margarita Peña, Secretaria de Educación del Distrito; señor Presidente de Gas Natural, doctor José María Almacellas; profesor George Charpak; ingeniero Juan Puertas Agudo; profesor Alfonso Claret Zambrano; profesor Dino Segura; profesor Miguel de Zubiría; señores Alcaldes locales, rectores, docentes, miembros de la comunidad académica bogotana, estudiantes, funcionarios de la Secretaría de Educación del Distrito, señoras y señores:

Una canción que me gusta mucho dice: "uno vuelve siempre a los viejos sitios donde amó la vida". Así me siento yo aquí. Éste es el sitio donde aprendí todo y, en este momento, como Ministra de Educación del país, estoy poniendo en práctica lo que esta comunidad educativa me enseñó, de manera que siempre estoy muy contenta de estar en medio de la comunidad educativa bogotana.

Enmarcado en la coyuntura actual, el Plan de Desarrollo y todo el esfuerzo de la política nacional se encamina a garantizarle al país la seguridad ciudadana. Somos conscientes de que en este momento probablemente el fortalecimiento del orden público mediante la fuerza pública es una prioridad inmediata. Sin embargo, estamos seguros de que a largo plazo lo único que le devuelve y le garantiza al país la seguridad ciudadana es la educación. En Bogotá, creo que se ha demostrado el trabajo que se ha adelantado en seguridad ciudadana y en el mejoramiento de la educación que ha venido logrando la comunidad educativa. Bogotá ha demostrado que se pueden mejorar los índices de seguridad; que pese al conflicto de todo el país, es una ciudad en la que cada vez se vive más en paz. De manera que Bogotá nos refuerza ese sentido de que es la revolución educativa la que efectivamente va a garantizar la seguridad. Por eso, el Presidente planteó como política muy importante la revolución

educativa, tanto en su programa como en el Plan de Desarrollo. El desafío de la revolución educativa viene obviamente en el campo de la cobertura: todavía tenemos por fuera del sistema escolar 2'000.000 de niños en el país entre 5 y 17 años. Yo espero que este año ya sean 1'500.000, con los 500.000 que pudimos vincular al sistema educativo.

Por supuesto, la calidad pasa a estar al orden del día, y por eso es muy importante como estrategia de la revolución educativa. Lo que estamos planteando en calidad es que nos pongamos todos de acuerdo en lo que queremos lograr: la definición de estándares, en la que ustedes han venido participando, tanto en la elaboración como en la difusión. Hemos establecido cuatro competencias básicas: la competencia comunicativa, la competencia matemática, la competencia científica —motivo de este foro— y la competencia ciudadana. Con estas cuatro competencias nos hemos enfrentado a definir unos estándares para todo el país, para que en toda Colombia se logren de forma unánime estos mismos objetivos. El enfoque es de competencias porque está muy ligado al saber y a saber hacer con lo que se sabe. Segundo, la evaluación frente a estos estándares la volvimos censal en todo el país. Ya evaluamos lenguaje y matemáticas y en octubre evaluaremos las otras dos competencias. En tres años, las evaluaciones nacionales van a ser cada tres años.

A partir de allí, el reto es que todas las instituciones del país, públicas y privadas, tengan planes de mejoramiento de la calidad. Para esto, el Ministerio y las secretarías prestarán su apoyo. Es un llamado a todas las instituciones del país para que se enfrenten a los resultados y planteen cuáles son los logros que podemos obtener.

El paso por Bogotá me reafirmó que sólo los maestros, sólo las comunidades educativas, son quienes

pueden desarrollar políticas de calidad. Desde el Estado podemos animar, podemos orientar, podemos apoyar, pero en realidad solamente es la decisión de una comunidad académica reunida en una institución la que puede transformar esa práctica educativa. No son los discursos, no es la capacitación académica, no son las metodologías; es la actitud y la creatividad del maestro. Por eso la revolución educativa se apoya sobre esa creatividad de los maestros colombianos. Con base en sus posibilidades acordamos unos retos, pero la política de calidad, en efecto, la dejamos en manos de esos maestros y de esas comunidades educativas. Evaluamos, volvemos a mirar esos resultados y a analizar cómo nos fue. Es este método de ensayo y error, de propuestas, de mirar qué es lo que sucede, de aplicar mejoras y volver a evaluar lo que creemos que va a mejorar la calidad de la educación en el país a largo plazo.

Estamos seguros de que en esto no hay fórmulas y que lo que produce calidad es una mezcla mágica entre el estudiante, el profesor, el entorno de la comunidad educativa y de todos sus participantes, incluidos los padres de familia y, finalmente, la sociedad. De aquí que sea tan importante esta vinculación de empresas como Gas Natural a todos estos procesos de animación de las comunidades académicas, pero estamos muy conscientes de que sólo somos animadores de unas instituciones educativas, de unos cuerpos académicos que son los únicos que pueden efectuar la revolución educativa en el país.

Los estándares para lenguaje y matemáticas que ustedes pudieron ver el domingo y que distribuimos de forma masiva fueron establecidos por los maestros para los maestros. En la discusión de los estándares participó la Asociación de Facultades de Educación, Ascofade, con muchos maestros de aula —algunos de Bogotá, otros del resto del país— que llegaron a esas conclusiones. Estos estándares pueden tener mejoras, pero creemos que han demostrado la madurez del sector educativo colombiano.

Próximamente estaremos distribuyendo los estándares para las otras dos competencias, la científica y la ciudadana. Por un lado, incluso internacionalmente, estos dos tipos de estándares no están sistematizados de forma tan clara como lo están los de lenguaje y matemáticas. Por otro lado,

estamos poniendo dos retos muy importantes. En ciencias, no queremos que se definan de forma aislada unas competencias para ciencias sociales y otras para ciencias naturales, sino que se integren ambas disciplinas, pues los fenómenos naturales y sociales se deben observar y enfrentar con una actitud en común para ambos.

Hemos visto que en esas competencias es necesario saber cómo analizar un problema, cómo recoger la información relevante, explorar diferentes métodos de solución, evaluar los métodos empleados y llegar a decisiones sobre el método a escoger. También tenemos unas actitudes científicas que son muy importantes, tales como la curiosidad, la honestidad en la recolección de los datos y en la validación, la flexibilidad, la persistencia, la actitud crítica, la actitud abierta, la disponibilidad para hacer juicios, la disponibilidad para tolerar la incertidumbre y aceptar la naturaleza provisional propia de la exploración científica, una postura positiva y responsable por los seres vivos, por la materia inerte y un deseo de evaluar críticamente las consecuencias de los descubrimientos que se van haciendo. Estos son los elementos que vamos a plantear, además de otros que se están elaborando en estos momentos. El otro reto es desarrollar los estándares de competencia ciudadana, en los que estamos recogiendo la experiencia maravillosa de Bogotá.

Estos foros son de máxima riqueza. Así como no hay fórmulas, sí hay métodos para mejorar. Hemos descubierto que probablemente uno de los procedimientos más importantes es mirar a quienes están haciendo bien su trabajo. Por eso consideramos que una de las mejores estrategias para impulsar el desarrollo de la calidad de la educación del país es resaltar y analizar estas experiencias exitosas, tal como cuidadosamente se ha venido haciendo tanto en los foros locales como en la comisión de ciencias de la Secretaría de Educación. A su vez, la calidad de la educación debe mejorar cuando estas experiencias se discuten en público y se confrontan incluso con experiencias internacionales. Los testimonios que aquí se compartirán van a servirle no solamente a Bogotá, sino a todo el resto del país. Por eso, vamos a estar muy atentos al desarrollo de este foro.

Nos alegra la vinculación de Gas Natural a este evento. Esperamos que de igual manera muchas

empresas en todo el país se vinculen al gran esfuerzo que está haciendo la comunidad educativa. Es un ejemplo a seguir en el país para ayudarlo a salir de la situación en la que se encuentra y a despejar una

senda de desarrollo a largo plazo.

¡Felicitaciones! Tenemos mucha ilusión en este Foro y en el resto del país. Muchas gracias.

Antanas Mockus Sivickas Alcalde Mayor de Bogotá

Doctora Cecilia María Vélez, Ministra de Educación; doctora Margarita Peña, Secretaria de Educación del Distrito; doctor José María Almacellas, Presidente de Gas Natural; doctor George Charpak, Premio Nobel de física de 1992; señoras y señores conferencistas internacionales, señoras y señores conferencistas nacionales, investigadores, docentes, estudiantes, invitadas, invitados:

Para Bogotá es emocionante que, en este año, el Foro Educativo Distrital, el octavo que celebramos, tenga por tema "De la curiosidad a la actitud científica". Para el Alcalde es emocionante porque el primer problema de investigación en el que trabajó el grupo Federicci se llamaba precisamente la formación de una actitud científica. Han pasado treinta años y, por supuesto, muchas cosas están ahora mucho más claras.

Una de las preguntas que uno se puede hacer al mirar muchas de las innovaciones es qué es lo que está facilitando la circulación y la apropiación de varios rasgos básicos de conocimiento científico.

Yo destacaré tres aspectos: uno es la clarísima profesionalización de los educadores. Los educadores han entendido que el mejoramiento de su oficio es en esencia un tema de formación permanente. Eso lo ha entendido también la Alcaldía y por eso ha apoyado la formación permanente de docentes. Pero más allá, cada docente ha convertido su trayectoria vital en una trayectoria de perfeccionamiento. El educador sabe —como se dijo en los debates a finales de los años setenta— que tiene que pensar por sí mismo, que tiene que constituir equipos de educadores, equipos colectivos. Eso ha ayudado a que el conocimiento de las ciencias y la manera de enseñarlas mejoren, como lo muestran las 540 experiencias presentadas a este Foro.

Si se acepta que la tradición académica consiste

fundamentalmente en discusión racional potenciada muy fuertemente por la escritura, por los dispositivos y las representaciones gráficas; si se acepta además que esa combinación de discusión racional y escritura tiene una tremenda vocación de influencia sobre la acción, de organización racional de la acción, de transformación racional de la acción, un segundo aspecto es la relación triangular entre (1) la discusión racional, (2) la escritura y (3) la acción sobre la acción. Ese triangulito hoy en día no solamente es puesto en marcha por la tradición académica. Ese triangulito de discusión racional, escritura, y acción sobre la acción es el secreto mismo del incremento permanente de la productividad. Si se acepta eso, no es extraño que el sector privado en el país y en la ciudad empiece a moverse en la dirección de una voluntad de apropiación de la tradición académica y de esa expresión maravillosa de la tradición académica que es la educación científica.

Al mismo tiempo que admirable, para mí es comprensible que una empresa como Gas Natural se haya vinculado como se ha vinculado a la preparación de este Foro y a su celebración. Agradezco esa colaboración, pero sobre todo invito a la ciudadanía y resto del sector productivo a que tomen ejemplo y lean esto como un signo, un signo en la dirección a una producción cada vez más basada en conocimiento.

Algo parecido a esto es el tercer aspecto que quiero destacar. Hace décadas en Colombia fue difícil construir las facultades de ciencias, separándolas de las facultades de ingeniería. De algún modo, la identidad de los científicos colombianos se construyó en parte como reacción a la identidad de los ingenieros. Hoy en día es fascinante evidenciar que, en algunos de los proyectos que aquí van a ser presentados, sean ingenieros los recontextualizadores

de conocimiento científico en la educación básica. ¿Por qué resulta ser tan interesante este hecho? Probablemente porque en esa formación reactiva en la comunidad científica colombiana, el elemento de discusión racional y de escritura en algún sentido pudo primar sobre la orientación a la acción. Esta orientación sí está muy clara en la tradición de la ingeniería: razonar, discutir, sí, claro; escribir, diseñar, hacer planos y cálculos, por supuesto que sí, pero todo eso ha de realizarse al servicio de una modificación de la acción, de una transformación de la acción.

A comienzos del siglo XX en la Escuela Nacional de Minas en Medellín, los ingenieros hicieron una pequeña revolución de la ingeniería colombiana, en parte debido a la reacción de los ingenieros bogotanos que eran atraídos por las ciencias en general y, en particular, por la astronomía. Los ingenieros paisas acuñaron varias insignias. Una de ellas, muy bella, decía "trabajo y rectitud". Otra decía: "Hay que formar gente que sea honrada y que sea honrada aunque pierda la fe". Esta última consigna tiene que ver con el proceso de secularización del país y con el debilitamiento de la fuerza de la religión en Colombia, que ya éste empezaba a notarse por lo menos en las élites de esos años y alimentaba la principal tensión política del país. Eso fue un atisbo, una visión de futuro muy importante. Pero lo que me impactó mucho en la historia de ese grupo de ingenieros en Medellín fue una tercera consigna: "Un ingeniero haría por un peso lo que cualquiera haría por dos". Ésta es una definición un poco horrible, un poco simplificada, un poco centrada en la economía, pero bastante importante para la el bienestar de la sociedad.

Si se prepara mucho a la gente para que la sociedad sea ambientalmente más sostenible y para que los procesos productivos puedan ser cada vez más eficientes, no hay otra explicación de por qué en una sociedad unas personas pueden producir en promedio diez veces más en un día de trabajo de lo que producimos en Colombia. No hay otra explicación. No es el petróleo, no son los recursos naturales. El trabajo humano, cuando pasa a ser guiado por las luces del conocimiento, es más eficaz. Por supuesto, siempre hay un tema distributivo, siempre cabe la sospecha de que la proporción justa podría no ser de uno a diez sino de uno a siete, o de uno a seis. Siempre cabe pensar que podríamos obligar a los que son más productivos a sostener a

los que son menos productivos, pero esa lógica distributiva tiene unos límites absolutamente claros. A nadie le cabe en la cabeza que lo justo es que no haya ninguna diferencia entre las sociedades que logran niveles de productividad y las que no los van logrando. Entonces, detrás de algunas de las transformaciones del campo específico de la educación en ciencias en nuestro país, se pueden leer fenómenos muy interesantes de compromiso empresarial. También se puede comprender que la ciencia no es sólo fundamentación, ni sólo axiomatización, es decir, construcción de un discurso aislado que internamente es maravillosamente coherente. Más bien, la ciencia es conocimiento que tiene una relación muy fuerte con la acción y con la productividad.

Por ahora, y de forma muy sensata, no hay ninguna pretensión de que los mejoramientos en competencias básicas en la ciudad se traduzcan inmediatamente en productividad. Ese corolario no es directo ni inmediato. Sin embargo, sí es muy importante entrenarse no sólo en conectar la discusión racional y el trabajo sobre lo escrito con acciones, sino también en aprender a partir de la acción, en someter al discurso a la tensión entre el discurso y la acción.

Para terminar, vuelvo entonces a que el propio proceso educativo lo estamos asumiendo como un proceso cada vez menos gobernado por la tradición o por dogmas pedagógicos y más orientado a un aprendizaje en la acción, naturalmente con tiempos para la reflexión crítica y el conocimiento de la tradición pedagógica. El propio trabajo del educador ilustra esa guía del conocimiento sobre la acción y esa capacidad de aprender de la acción.

Me siento supremamente orgulloso del trabajo que ha hecho la Secretaría de Educación en los últimos años. Otra de las cosas bonitas que siento de mi vida es que estos foros nacieran en mi primera alcaldía. Pero siento todavía más orgullo de que estos foros se hayan venido haciendo cada año sistemáticamente desde el momento en que nacieron y de que cada año logren avances en su aspecto organizativo, en sus alcances y en el compromiso de la gente. Siento que los educadores de la ciudad se están volviendo supremamente profesionales, que logran asimilar el conocimiento que se va produciendo en nuestra ciudad y en el

exterior, para beneficio de nuestras niñas y nuestros niños. Logro imaginarme cómo se va abriendo paso esa invitación del profesor Federicci, que enseñáramos matemáticas y ciencias sin causar dolor, sin violentar a las niñas y a los niños. Así, muchas más niñas y niños se acercan hoy en día al lenguaje, a las matemáticas, a las ciencias y a la convivencia. Se acercan de una manera menos dolorosa, mucho más animosa y motivada por ellos mismos.

Entre los textos que leía, recuerdo que Aristóteles

decía al puro comienzo de la Metafísica que por naturaleza el ser humano desea saber. Ese deseo de saber es uno de los elementos cruciales de este camino. Por eso felicito a los organizadores, a la Secretaría de Educación y a todos los que trabajaron en el equipo que se reunía todas las semanas para hacer este encuentro posible. Me hago la esperanza de que este Foro produzca una huella muy grande tanto en la formación en ciencias como en la conexión entre conocimiento y acción. Muchas gracias a todas y a todos.

Margarita Peña Borrero

Secretaria de Educación del Distrito

Señora Ministra de Educación, doctora Cecilia María Vélez; señor Alcalde Mayor de Bogotá, doctor Antanas Mockus; señor Presidente de Gas Natural, doctor José María Almacellas; profesor George Charpak, ingeniero Juan Puertas Agudo, profesoras Karen Worth y Michela Mayer, profesor Alfonso Claret Zambrano, profesor Dino Segura, profesor Miguel de Zubiría, señores Alcaldes locales, rectores, docentes, miembros de la comunidad académica, estudiantes, señoras y señores:

"No sé si me he convertido en un hombre culto pero puedo garantizar que ya olvidé en forma casi total lo que me inyectaron a lo largo de mis estudios primarios y secundarios como paradójico resultado de querer enseñarnos todo. No pretendan enseñarlo todo, es mejor enseñar pocos episodios y problemas desencadenantes estructurales, pero con pasión, única manera de vivir algo, de lo contrario será un cementerio de palabras".

Este texto de Ernesto Sábato, con el que se encabezó el documento que sirvió de base para promover la reflexión en las instituciones educativas y en los foros locales, resume de manera sabia lo que la Secretaría de Educación del Distrito y el mismo Ministerio de Educación están delineando como política: una educación enfocada a desarrollar competencias en los estudiantes.

No basta con saber. Es necesario desarrollar la capacidad de poner en juego ese saber en contextos y tareas específicas. En esta línea, la Secretaría de Educación del Distrito, interesada en saber con precisión qué tanto desarrollan esas competencias deseables o básicas nuestros niños y jóvenes, adelanta desde 1998 evaluaciones censales. Además, por orientación del Alcalde Mayor, decidió dedicar los foros de estos años a los temas asociados con las competencias básicas en matemáticas, lenguaje y ciencias naturales, buscando promover la reflexión

acerca de estas competencias, e identificar formas alternas, pedagógicas y didácticas que apunten a desarrollarlas y a mejorarlas.

Los resultados de la evaluación censal de competencias en el área de ciencias realizada en los grados séptimo y noveno en los años 1999 y 2001, si bien revelan un mejoramiento leve, en una escala de 0 a 306, no nos deja del todo tranquilos. Si la miráramos en una escala de uno a cinco, aún estamos por debajo de dos. Cualitativamente, estos resultados reflejan que los estudiantes bogotanos pueden describir las causas de los fenómenos naturales como la lluvia, el movimiento de traslación y rotación de la tierra, las causas de las mareas o los elementos que conforman los suelos; sin embargo, no pueden aplicar esos conocimientos a problemas que les exigen relacionar diferentes causas.

El VIII Foro Educativo Distrital bajo el tema "De la curiosidad a la actitud científica", convocó 540 experiencias que se presentaron en 20 foros locales. De ellas, 92 fueron seleccionadas para este evento central; 36 serán expuestas en panel, 25 en feria y otras 31 serán expuestas en pancartas que ustedes encontrarán en la parte exterior a este auditorio.

En esta ocasión también tenemos el privilegio de contar con ilustres invitados de Francia, Estados Unidos, Italia y España, quienes compartirán con nosotros las experiencias de sus propios países y conocerán a través de las presentaciones programadas lo que se hace en los colegios de Bogotá. Equipos de docentes de preescolar, educación básica y media buscan mejores maneras para que sus estudiantes comprendan conceptos científicos básicos, desarrollen la capacidad de observar, analizar y argumentar, diseñen pequeños proyectos científicos grupales, realicen experimentos, cuiden el medio ambiente y pueden formularse preguntas cada vez más retadoras.

Esta oportunidad de oro ha sido posible gracias a la participación de maestros y científicos y al apoyo integral de la fundación Gas Natural, que fiel a su principio filosófico de responsabilidad empresarial, no sólo aportó recursos financieros, sino también se involucró en todas las fases de este foro. De hecho, sus expertos siguieron de cerca el desarrollo de los foros locales, asistieron al comité de ciencias de la Secretaría de Educación, estudiaron y conceptuaron las experiencias. Esta participación permite que estemos hoy aquí, realizando este gran encuentro.

De igual manera, quiero resaltar la labor del comité de ciencias y de sus integrantes: Dino Segura, de la Escuela Pedagógica Experimental; Mauricio Duque y María Isabel Patiño, de la Universidad de los Andes; Hernán Darío Alzate, del Departamento Administrativo del Medio Ambiente; Ángela Gómez, de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia; Aurelio Heinz Usón, del IDEP; Maricielo Russi y Sandra Pilar Acosta, de Gas Natural; Harold Fonseca, de Compensar; Mauricio Giraldo, de Maloka; los profesores Manuel Guevara de los colegios Nuestra Señora del Rosario, Martha Castañeda, de la Institución Educativa Distrital 20 de julio, y los funcionarios de la Secretaría de Educación quienes sagradamente, cada viernes, se reunieron para garantizar, por medio de sus aportes, enfoques y conceptos técnicos, que este evento se planeara y desarrollara con la más alta calidad académica.

Convergen así, en el VIII Foro Educativo Distrital, el conocimiento, la experiencia y la convicción de que compartiendo lo que sabemos, contribuimos al mejoramiento de la calidad de la educación científica en Bogotá.

Tener fundamentos para explicar y actuar en el mundo natural; tener capacidades para diseñar planes para la comprobación de ideas e hipótesis; comprender los fenómenos naturales y entender los por qué, los qué y los cómo, son todas éstas competencias que contribuirán desde las ciencias a formar ciudadanos más productivos y más felices.

En estos años hemos concentrado esfuerzos en la reflexión sobre competencias básicas que permitan a las personas seguir aprendiendo durante toda la vida. El próximo año, el foro se dedicará a explorar cómo desde el arte aportamos al desarrollo de seres humanos creativos, productivos y sensibles. La música, el teatro, la pintura y la danza son actividades en las que el ser humano logra expresarse con mayor libertad y de forma más completa.

Por último, permitanme desearles éxitos en las discusiones y convocarlos, entonces con su anuencia señor Alcalde, al IX Foro Educativo Distrital del año 2004 sobre educación artística.

Muchas gracias.

George Charpak

Miembro de la Academia de Ciencias de Francia

Premio Nobel de física 1992

Queridos colegas, queridos amigos:

El título Ciencia y sociedad es muy extenso para que yo pueda hacer una conferencia sobre el tema. Si me hubiera tocado hacer esta exposición cuando yo tenía treinta, cuarenta, cincuenta o sesenta años —y me detengo aquí para que ustedes no se hagan muchas ilusiones— esta habría sido una exposición muy diferente porque cada diez años en el campo de la ciencia todo cambia cada vez más rápido.

La ciencia ha cambiado durante el periodo de mi carrera científica y la percepción de la ciencia ha cambiado también mucho por parte del público. Hubo un tiempo, no hace mucho para mí, pero sí para ustedes que son muy jóvenes, cuando la ciencia inspiraba muchas esperanzas y se pensaba que iba a resolver todos los problemas de la humanidad. Actualmente inspira una especie de terror. Hace algún tiempo, en París, se celebraba con el Presidente de la República y el primer ministro, un aniversario más del descubrimiento de la radioactividad por Pierre y Marie Curie. Estaban allí todos los medios de comunicación. Yo estaba muy asombrado. Era una ceremonia que tenía lugar en el gran anfiteatro de la ciudad.

Yo me acuerdo que una joven se acercó a mí y me preguntó ¿cómo puede festejarse algo tan abominable?. Yo la miré. Ella tenía la edad más linda de la mujer, cuarenta años, pues la esperanza de vida había pasado a ochenta años en el curso de un siglo, lo cual está muy bien. Sin embargo, ella consideraba que era despreciable lo relacionado con la radioactividad. Este espíritu de desconfianza hacia la ciencia no estaba relacionado solamente con la radioactividad. Actualmente en las naciones industriales el número de personas que han llegado a bachillerato y que se encaminan hacia las ciencias

ha disminuido en treinta por ciento en cinco años. Poco a poco nos dirigimos hacia una sociedad totalmente oscurantista e ignorante. Mi pesimismo viene del hecho de que la ignorancia y la superstición ya están ampliamente expandidas en nuestra sociedad. En un país como Francia, el sesenta por ciento de las personas que tienen un diploma superior en literatura cree en los fenómenos paranormales, en los extraterrestres y en un montón de tonterías de este estilo. Entre los científicos hay un cincuenta por ciento (50%) que cree en esto y, entre los campesinos, un dieciocho por ciento (18%) sostiene tales creencias. Es muy tranquilizante ver que los campesinos sí tienen los pies sobre la tierra, y la gente que se cree más atrasada es menos atrasada que aquellos que se creen intelectuales.

Nosotros tenemos esta especie de regresión. Esto se debe a algo muy sencillo: la ciencia se ha desarrollado a un ritmo tal que tomó a la sociedad por sorpresa. La sociedad no estaba preparada para asimilar los cambios que la ciencia ha generado. Hay gente que le gusta utilizar cifras y pretende que los conocimientos científicos se duplican cada tres años. Yo creo que eso es algo superficial, pero es claro que ella va transformando nuestra vida diaria, nuestra cotidianidad, de una manera tal que nos sorprende. Hay gente, por ejemplo, que pierde su empleo por causa del desarrollo científico. Hay regiones donde los campesinos tienen que abandonar las tierras para convertirse en especie de proletarios marginales alrededor de las grandes ciudades porque los progresos de la ciencia los condena a desaparecer, y la gente no tiene deseo de desaparecer. La gente se rebela contra eso y lo atribuye a la ciencia. Cuando las personas viven un poco más de tiempo, dicen que los padres vivían mejor a causa de esta amenaza que pesa sobre sus vidas, entonces, ¿cómo se puede superar esta percepción?

Hay algo muy importante también. Existen muchas religiones, sectas y filosofías, algunas de las cuales son verdaderamente retrógradas. De más o menos 1.500 religiones en todo el planeta, podría decir que 150 son buenas y otras menos buenas, pero esto no es sectarismo mío; yo soy muy tolerante.

Recientemente se citaba el caso de un médico que tenía una posición muy importante en la India y que era yadimista. Esa persona nunca bebía agua sin haberla filtrado, porque él decía que en el agua había bacterias que no respetaban la vida y no podía beber agua en la que hubiera vida. Ustedes pueden decir ese señor viene de la India, de un país en donde hay muchas religiones y muchas sectas. En Francia encontramos lo mismo, pero en el campo de la actitud frente a la ciencia. Por ejemplo, ustedes saben —o tal vez no saben— que todos ustedes son radioactivos. Yo no lo sabía antes de interesarme en esto porque no me importaba. Ustedes todos son radiactivos porque todos tienen potasio en el cuerpo y si no tienen potasio en el cuerpo tienen que ir rápido al médico para que les dé unas pastillas.

Algún normal tiene más o menos veinte millones de bequerels. Un becquerel es una desintegración por segundo; es decir, que diez mil veces por segundo ustedes tienen un átomo que se desintegra. Lo que produce su propio potasio no es nada parecido, nada comparado con lo que producen las rocas, las radiaciones cósmicas. Esto no les importa a ustedes, pero los pseudoecologistas siembran el terror cuando hay un incidente que produce un céntimo de lo que les produce a ustedes su propio potasio. Se constituye entonces un pequeño grupo de diputados que pueden ser importantes a la hora de tomar decisiones políticas fundamentales. Somos seis millares de personas sobre la tierra y seremos nueve millares en el próximo siglo. Para los políticos este hecho es algo de una responsabilidad extrema, porque si se toma una decisión desacertada, vamos a tener millares y millares de personas que van a tener una vida degradada. Hay un verdadero peligro porque las decisiones que conciernen al futuro de la humanidad pueden ser tomadas por personas que no tienen competencia científica y que viven en sociedades donde la gente es ignorante o se deja llevar por supersticiones que pesan a la hora de tomar decisiones.

Ahora bien, la energía nuclear es peligrosa, el fuego es peligroso, Juana de Arco fue quemada en la hoguera, la cantidad de ciudades quemadas por el fuego es considerable, pero nadie dice que hay que abandonar el fuego. Ustedes vieron que hubo cien millones de muertos en la segunda guerra mundial y millones a causa de la bomba atómica.

No podemos inventar la energía nuclear, ella está ahí. Por ejemplo, si los chinos —que son mil cuatrocientos millones de personas— no quieren utilizar la energía nuclear sino el carbón que tienen en abundancia, nosotros estaremos amenazados por ello a causa del cambio climático. En consecuencia, para salvar la civilización hay que ser capaces de decir yo quiero la energía nuclear o no la quiero, pero sobre todo no decirlo a causa de las gentes que explotan la ignorancia.

¿Qué podemos hacer contra la ignorancia? Bien, no hay mucho que hacer por fuera de la educación. Hay que mirar muy bien que nosotros somos los herederos de una sociedad que comenzó por una mutación y terminó por una mutación hace diez mil años, más o menos, cuando los seres humanos dejaron de cazar y empezaron a practicar la agricultura, a hacer artesanías, a forjar metales y poco a poco nos fuimos diferenciando de los animales. Hubo una especie de explotación del capital genético de los seres humanos, algo maravilloso que permitió que se inventaran las religiones, las filosofías, las artes. Iba a decir las ciencias, pero no, nosotros inventamos cosas que fueron de curiosidad científica, y estuvieron rodeadas de misterio, como el fuego, por ejemplo. Cuando se descubrió el fuego, la raza humana se conformó con adorarlo o temerle. Cuando se descubrió la radioactividad, en 1.896, debieron pasar solo veinte años para descubrir que el átomo estaba hecho de algunos núcleos y allí se descubrió la energía nuclear.

Hace cuatro siglos, con Galileo, empezó el descubrimiento del espíritu científico o la unión entre la ciencia y la observación, observación que hacen ahora los niños y los pequeños científicos. Esto revolucionó todo en el dominio de las ciencias. Por eso, a propósito del tema asignado para esta conferencia, yo compararía la relación entre la ciencia y la sociedad como una especie de matrimonio.

José María Almacellas **Presidente Ejecutivo de Gas Natural S.A., ESP.**

Señora Ministra de Educación, doctora Cecilia María Vélez; señor Alcalde Mayor de Bogotá, doctor Antanas Mockus; doctora Margarita Peña, Secretaria de Educación del Distrito; representantes del gobierno nacional y distrital, señores conferencistas invitados, amigos, señoras y señores:

En las últimas décadas la cultura empresarial ha experimentado una transformación importante, tanto en las políticas como en los procesos de las organizaciones. Temas como la responsabilidad y la ética tienen ahora un papel preponderante en la cultura organizacional, en particular de Gas Natural.

El Centro colombiano de responsabilidad empresarial y la fundación Gas Natural de España, concientes de su compromiso de responsabilidad social, en conjunto con la Secretaría de Educación del Distrito, suscribieron en el año 2002 el convenio "Gas Natural con sentido social". Este convenio busca generar una mirada nueva de las ciencias naturales en Bogotá, a través de proyectos cuyo principal objetivo es la mejora continua de la práctica docente por medio de herramientas conceptuales y materiales que faciliten su labor formadora. En este sentido, la formación de docentes es un eje transversal y objetivo principal del convenio, lo cual se materializa por medio del proyecto "pequeños científicos" de la Universidad de los Andes, el curso de actualización de Maloka, educación ambiental en el Sena y el programa de formación permanente "El experimento una estrategia para el aprendizaje de las ciencias", de la Universidad Nacional.

Aunque las cifras hablan por sí solas, hay 11 localidades involucradas, 53 instituciones impactadas, 176 docentes y más de 10.000 beneficiados directos. Lo importante de este proceso que cumple su primer año ha sido la posibilidad de conversar con la comunidad

educativa, conocer las expectativas y los sueños de muchos docentes que a través de su práctica cotidiana realizan un acto de fe y de compromiso permanente con el futuro.

Para Gas Natural, es muy grato cerrar esta primera parte del convenio con el Foro distrital de ciencias año 2003, un evento que congrega las experiencias más destacadas en el área de ciencias naturales en Bogotá, 92 proyectos seleccionados entre más de mil de los 20 foros locales realizados desde febrero en un ejercicio democrático que le permitió a las localidades un espacio de encuentro y socialización.

El evento que instalamos hoy trasciende el campo académico para entrar en uno más amplio: el espacio de la convivencia, de los argumentos, de la producción, de una cultura del conocimiento que permita el desarrollo integral de los estudiantes y le proporcione sentido pedagógico a las prácticas.

El VIII Foro Educativo Distrital no es solamente la conclusión parcial de un gran esfuerzo de carácter intersectorial en el que diversas entidades del sector público y privado dialogamos de forma permanente, sino también el comienzo de una gran labor que consiste en impulsar y enriquecer las diferentes experiencias por medio de la discusión activa y los aportes de los asistentes en estos días.

La calidad en la educación es un asunto de todos. Estamos concientes que sólo a través de una educación que promueva la investigación, el espíritu crítico, la capacidad de cuestionarse frente a la realidad y de construir a partir de ella, nuestros jóvenes tendrán la posibilidad de generar alternativas de vida frente a una realidad cada vez más compleja. Por esto, Gas Natural continúa apostándole a proyectos educativos que reconstruyan y amplíen las posibilidades de desarrollo de nuestros niños y

jóvenes a través de diversas formas creativas de solidaridad y en diferentes contextos.

Esta una excelente oportunidad para invitar a las diferentes empresas a participar en esta labor como actores de una dinámica social empresarial y educativa desde la perspectiva de la responsabilidad.

Sólo en la medida en que se fortalezcan estos procesos de interlocución, podremos generar una verdadera revolución educativa en la que las escuelas sean territorios de paz y referentes simbólicos de convivencia para nuestra sociedad.

Muchas gracias.

CONFERENCIAS

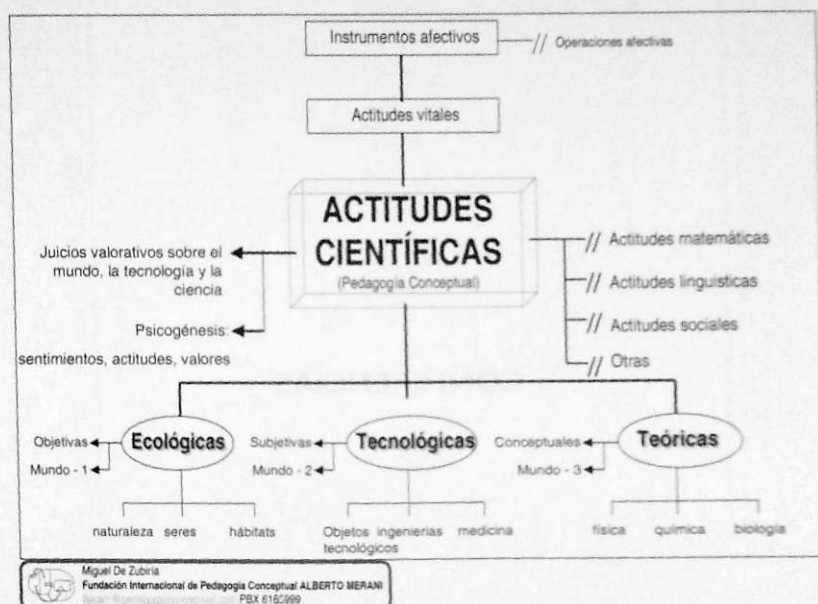
CONFERENCIAS

¿Por qué enseñar actitudes científicas hoy?

Miguel de Zubiría Samper

Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual Alberto Merani

Instituto de Psicología y Pedagogía Afectiva: contra la sociedad y la depresión



Consideraciones sobre las actitudes científicas

- Las actitudes científicas son juicios afectivos sobre el mundo, la tecnología y la ciencia.
- Las actitudes científicas son un subconjunto de las actitudes vitales, a la vez subconjunto de los instrumentos afectivos humanos.
- Las actitudes científicas juzgan el mundo, la tecnología y la ciencia mientras que las actitudes matemáticas valoran sistemas numéricos, las lingüísticas el lenguaje y las sociales la sociedad, sus

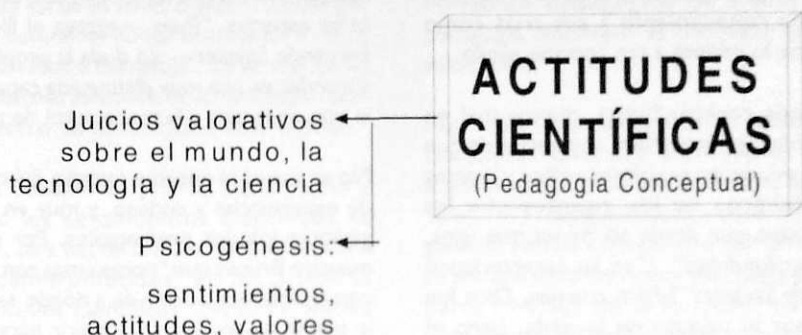
formas y posibilidades.

- Las actitudes científicas son ecológicas, tecnológicas o teóricas.
- Las actitudes científicas ecológicas califican la naturaleza, sus seres y sus hábitats.
- Las actitudes científicas tecnológicas valoran objetos hechos por el ser humano, las obras y el saber médico.
- Las actitudes científicas teóricas se interesan por las explicaciones físicas, químicas o biológicas.

Las actitudes científicas son juicios afectivos sobre el mundo, la tecnología y la ciencia

"Si el hombre fuese solamente un animal que aprende, podría bastarle aprender de su propia experiencia y del trato con las cosas. Sería un proceso muy largo que obligaría a cada ser humano a empezar prácticamente desde cero. Pero en todo caso no hay nada imposible en ello. De hecho, buena parte de nuestros conocimientos más elementales los adquirimos de esa forma, a base de frotarnos grata o dolorosamente con las realidades del mundo que nos rodea. Pero si no tuviésemos otro modo de aprendizaje, aunque quizá lográramos sobrevivir físicamente, todavía nos iba a faltar lo que de específicamente humanizador tiene el proceso educativo. Porque lo propio del hombre no es tanto el mero aprender como el aprender de otros hombres, ser enseñado por ellos".

Fernando Savater¹



- Juicios elementales (j.e)
Me encanta mojarme con la lluvia (j.e)
Las flores son verdaderos seres vivos (j.e)
Laurent (el perro) es como un hermanito... que no me dio mi familia (j.e)
- Juicios actitudinales (j.a)
Debemos cuidar la poca agua que queda y no desperdiciarla (ja)
La rueda representó un gran paso para la humanidad (j.a)
Tan bello es un río como un puente. Uno hecho por la naturaleza; otro por los seres humanos (j.a)
- Juicios de valor (j.v)
Encuentro en la química belleza y simplicidad en sus explicaciones (j.v)
Es injusto que solo unos pocos creen, produzcan y se beneficien con los adelantos tecnológicos (j.v)
También la tecnología puede usarse contra los seres humanos (j.v)

Las actitudes científicas juzgan el mundo, el cual es modelado y modificado por la tecnología y explicado por la ciencia (natural). El mundo natural resulta modelado y transformado por tecnologías —entre ellas las principales ramas actuales: las ingenierías y la medicina—, a la par que el conjunto sistemático y organizado de pensamientos que lo explican conforman la Ciencia (natural) con mayúscula.

Tales juicios cumplen un papel afectivo capital en la mente del aprehendiz ya que le permiten tomar una postura activa ante el mundo, sus seres y hábitats, posturas activas ante la tecnología y sus objetos, posturas activas ante la ciencia y sus enormes campos de conocimiento organizado y falsable.

Los juicios valorativos sobre el mundo tienen valor por sí mismos y además son semilla para las posteriores actitudes ecológicas. Los juicios valorativos sobre los aparatos y los procesos

¹ Savater Fernando. *El Valor de educar*. Editorial Ariel. 1.991. Pag.30

técnicos son la semilla de las actitudes tecnológicas. Los juicios sobre las explicaciones de los fenómenos físicos, químicos y vitales son semilla de las actitudes teóricas y conceptuales adolescentes, que en algunos privilegiados afectivos, brotarán como pasión investigativa.

Propósito último educativo: que vibre el corazón (y no solo el cerebro cognitivo) de la nueva generación con los logros y adelantos de generaciones anteriores, para que preserven y enriquezcan el conocimiento humano, tan vital en el doloroso ² ascenso de la especie humana, que re-crea, produce y enseña conocimiento a sus crías como ninguna especie lo intentó a tan enorme escala.

Contra la moda constructivista, menos mal en retirada, el pedagogo José Martí nos recuerda que "La tarea de la educación es colocar a niños y jóvenes sobre los hombros de los gigantes que les precedieron, para que desde allí miren más lejos, con mayor profundidad". Con su característico ingenio remata Savater: "Según cuentan, Dios fue capaz de crear el mundo de la nada, pero el resultado de tanta improvisación no recomienda precisamente el procedimiento. Será entonces mejor que los niños, por muy creadores que los consideremos, reciban la preparación adecuada antes de comenzar a ejercer como tales" ³.

Tal como sucede con la evolución humana, el recorrido afectivo por las ciencias es arduo y lento al pretender algo más que la trasmisión y reproducción de conocimientos previos buscando impactar el corazón de nuestros aprehendidos. "Lo más específico del ser humano —según el psicólogo evolutivo Jerome Bruner— es el hecho de que su desarrollo como individuo depende de la historia de su especie, pero no de la historia que se refleja en los genes y los cromosomas, sino más bien de aquella que se refleja en una cultura que es exterior a su organismo y más amplia de lo que puede abarcar la competencia de un solo ser humano" ⁴, que complementa mi amigo Luis Bernardo Peña (1994)

con: "El hombre solo puede humanizarse por medio de la interacción con otras personas y mediante el uso de instrumentos culturales en el contexto de las prácticas sociales... La escolarización puede verse como uno de los más importantes procesos culturales por los que el joven accede al repertorio de las herramientas de la cultura" ⁵.

Sugiere el bello título de un encuentro distrital de educadores, "De la curiosidad a la actitud científica", que el primer paso infantil sea la curiosidad, proceso afectivo. Curiosidad inmensa que cual primates antropomorfos poseen nuestras crías, superando a otras especies. "Pues —agrega el filósofo español Fernando Savater— sin duda la propia habilidad de aprender es una muy distinguida capacidad abierta, la más necesaria y humana quizá de todas ellas" ⁶.

No es casual el enorme tamaño del cerebro, ávido de experiencias y curioso, y muy en particular sus gigantes lóbulos prefrontales. Por eso piensa el maestro Bruner que "pocas cosas son tan excitantes como tener una noción de a dónde se quiere llegar, lo que se quiere llegar a adquirir, para avanzar, para avanzar luego en esa dirección. La recompensa de dominar algo está en el dominio mismo, no en la seguridad de que algún día se ganará más dinero o se tendrá más prestigio" ⁷.

Salvo que desplegar la curiosidad, mantenerla encendida, exige una condición afectiva conocida desde los ingeniosos experimentos de los esposos Harlow con crías primates separadas de sus madres. Condición afectiva: la 'madre'. Los pequeños primates ⁸ frente a un objeto o situación desconocida, estimulante para los otros con madre para explorar-curiosear, se retraen, se retiran raudos al rincón, lloran desconsolados y en su orfandad materna se abrazan a sí mismos. Estas primeras deprivaciones maternas —soledades— bloquean el natural impulso (Mecanismo Desencadenador Innato, MDI) de la cría primate a husmear, manipular, acercarse, explorar: comportamientos que evidencian la curiosidad. Demasiado grave, pues la curiosidad es

² Si, es el adjetivo calificativo apropiado. Al menos, eso pienso.

³ Savater Fernando. El Valor de educar, Ariel, 1991, Pág.99

⁴ Bruner Jerome, La importancia de la Educación, Paidós, 1987

⁵ Peña Luis Bernardo, En educación y cultura, junio 1994

⁶ Savater Fernando, El valor de educar, Editorial Ariel, 1991, Pág.49

⁷ Bruner Jerome. La importancia de la educación, Paidós, 1987

⁸ Según ocurre a los pequeños humanos que vienen al mundo occidental capitalista, quienes por millones desde los tres meses pasan de mano en mano de las jardineras, de cuna en cuna... sin hermanitos y un gran porcentaje de ellos sin padre.

la madre de las posteriores actitudes científicas humanas, que nos ocupa precisamente.

El bebé humano con madre y con hermanos con quienes compartir y explorar da el segundo gran paso en el preescolar. Muta la curiosidad primate en preguntas e interrogantes que le seguirán toda la existencia, de la mano de profesoras comprometidas ecológica, tecnológica y teóricamente con la ciencia. Sí, de la mano de ellas, o nada, pues nadie enseña lo que no sabe, menos lo que no posee. Las profesoras preescolares indiferentes ante los seres vivos, o ante la tecnología, o las ciencias naturales, nunca enseñarán a niños pequeños 'sentimientos científicos'. Tarea vital de las profesoras preescolares: convertir la curiosidad natural en 'sentimientos' de admiración e interrogación.

Satisfechas las condiciones previas, hacia cuarto y quinto grado los sentimientos científicos se transformarán, otra vez de la mano de profesoras o profesores comprometidos, en las primeras 'genuinas actitudes científicas' infantiles, juicios afectivos tipo:

Debemos cuidar la poca agua que queda y no desperdiciarla (ja)

La rueda representó un gran paso para la humanidad (ja)
Tan bello es un río como un puente. Uno hecho por la naturaleza; otro por los seres humanos (j.a)

En algunos, muy escasos adolescentes —gracias a un maestro generoso ajeno a los condicionantes de clases masivas—, tales actitudes avanzan hacia valores o pasiones que comprometen el futuro del aprehendiz cual vocación o profesión.

Hay razones para pensar que las actitudes científicas exigen un largo y sostenido recorrido, que no florecen por generación espontánea; salvo en algunos pocos, demasiados pocos aprehendices. Génesis que exige a profesores y al sistema educativo enseñar *instrumentos afectivos*, comprender que las mejores didácticas cognitivas (activas, constructivistas, modificabilidad, pedagogía problémica, pedagogía para la comprensión, o pedagogía conceptual), son insuficientes.

Como parte constitutiva y substancial al nuevo horizonte pedagógico de orden afectivo — pedagogía afectiva— es menester enseñar juicios valorativos.

Algo muy interesante es que enseñar actitudes científicas favorece a su vez el desempeño académico actuando como variable independiente. Ya en 1977, Benjamín Bloom advertía como "... en general, hemos considerado que las *características de entrada afectivas* responden hasta por una cuarta parte (+0.50) de la variación en las medidas significativas del rendimiento cognitivo"⁹. Enorme influencia de las variables afectivas que justifica la importancia de enseñar actitudes ya que las actitudes que posee el niño no siempre son favorables, según señala Bloom: "Ante una tarea de aprendizaje se evidencian tres actitudes: a) unos la perciben con agrado, importancia y deleite, otros b) como un deber y obligación y c) con desagrado, sienten temor e inquietud y o piensan que los resultados van a ser negativos y en la adversa reputación que ello les acarrearán entre los maestros, padres y condiscípulos"¹⁰.

Las actitudes científicas son subconjunto de las actitudes vitales y a la vez de los instrumentos afectivos humanos

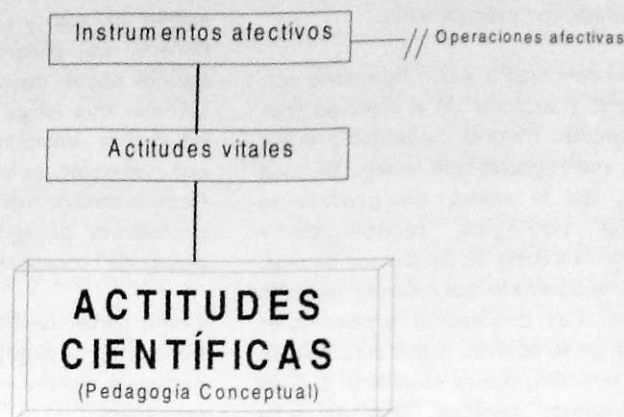
*"Para los Griegos de la antigüedad una persona virtuosa era alguien que se había desarrollado por completo. Estas personas cultivaban el conocimiento, eran valerosas, leales, ecuanímes, físicamente fuertes y ágiles y daban pruebas de un exquisito sentido de la belleza en materia de cuerpo y espíritu"*¹¹.

Howard Gardner

⁹ Bloom Benjamin. *Características humanas y aprendizaje escolar*. Voluntad. 1997

¹⁰ Idem

¹¹ Gardner Howard. *La educación de la mente*. Paidós. 1999. Pág.36



Desde la re-evolución industrial y durante los siglos XIX y XX las ciencias y las demás áreas curriculares tradicionales omitieron la afectividad, los intereses, las pasiones, e hipertrofiaron los contenidos cognitivos.

Aún hoy, demasiados profesores se sorprenden cuando pedagogía afectiva sugiere que a más de enseñar las partes de la célula es posible, urgente y necesario "enseñar a descubrir la belleza y sincronía de tales mecanismos, la utilidad de su estudio, las áreas de conocimiento potenciales que abren". Demasiados profesores creen desde la re-evolución industrial que bastan los hechos desnudos y escuetos, sin valor, reacios a juicios valorativos; creen que los juicios afectivos son responsabilidad del libre albedrío de cada estudiante, o del área transversal¹² de valores. Falso. Con conciencia o no, tales profesores omiten tanto las enseñanzas afectivas como su evaluación, grave error.

Circunscrito tal vicio cognitivista únicamente a las ciencias naturales, la cuestión sería grave mas no crítica. Crítica se torna cuando infecta la enseñanza general, aún de las comprometidísimas ciencias sociales, las matemáticas, los idiomas, el lenguaje; todo el sistema educativo desentendido de la formación afectiva. ¿Dejada en manos de quién? De nadie¹³. Crítica, pues las actitudes científicas, junto con las actitudes matemáticas, las actitudes sociales, las actitudes lingüísticas, definen las actitudes vitales ante el mundo, los seres, la sociedad, los seres

humanos y el sí mismo de cada niño que se convierte en hombre, de cada niña que se convierte en mujer.

Omitir enseñar los instrumentos afectivos (sentimientos, actitudes y valores o pasiones) hace a la didáctica de las ciencias parcial, limitada, estéril... Cognitiva, a la par que se desconocen las conclusiones a las que arriban múltiples estudios psicológicos sobre los científicos e innovadores tecnológicos, que indican como sobre sus supuestas aptitudes y capacidades, las pasiones, preguntas e interrogantes son lo fundamental, componentes afectivos presentes en todos sin excepción. ¿Conoce algún inventor, innovador o científico desapasionado, burocratizado, inerte? En algún momento de su recorrido vital, alguna actitud infantil se mutó en valor o *pasión científica*, ecológica, tecnológica o teórica. Por eso está hoy donde está y llegará hasta donde va a llegar... muy lejos, para bien de él mismo y de su sociedad, a la cual devuelve con un granito de arena todos los favores recibidos durante tantos años.

Los instrumentos afectivos enriquecen, cromatizan las posturas y las posiciones de nuestro aprehendiz frente al mundo, frente a la tecnología y frente a la ciencia. ¿Existe algo de mayor importancia? Solo el amor a los otros y a sí mismo, la afectividad interpersonal e intrapersonal, también muy ausentes en la actual educación racionalista-cognitivista.

Así, el gran reto que propone una pedagogía afectiva

¹² Esto es sin peso real curricular, digan lo que digan las autoridades del Ministerio de Educación.

¹³ De la familia ciertamente no, pues ya renunció por ausencia relativa o absoluta de material humano a sus antiguas tareas.

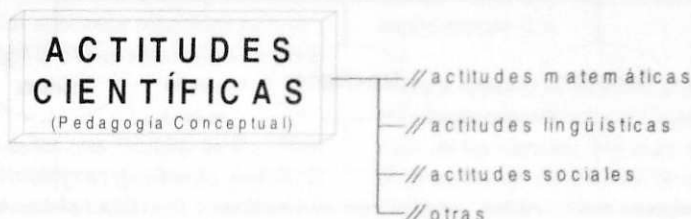
consiste en introducir a las aulas de clase las enseñanzas afectivas (sentimientos, intereses y pasiones), incorporarlas a los planes de estudio como parte sustancial, para cumplir el imperativo

de atender la dimensión afectiva de nuestros estudiantes pues "... los seres humanos siempre se han interesado por cuestiones relacionadas con la verdad, la belleza y la bondad"¹⁴.

Las actitudes científicas juzgan el mundo, la tecnología y la ciencia; mientras las actitudes matemáticas valoran sistemas numéricos; las lingüísticas el lenguaje y las sociales la sociedad, sus formas y posibilidades

*"Las ciencias se esfuerzan por descubrir las pautas generales que conforman los objetos, las especies, las personas, las artes y las humanidades centran su interés en las particularidades de personas, obras, experiencias. Es evidente que, como científico, Darwin deseaba comprender las leyes que gobiernan a todas las especies; en cambio, quienes se sumergen en una sola escena de una ópera de Mozart se deleitan con los detalles de un personaje, una situación, una melodía, una frase, una pausa. Los historiadores del Holocausto se pueden dividir, de una manera informal, entre los que tienen una mentalidad científica y buscan paralelismo con otros genocidios, y los que tiene una tendencia humanística y exploran los sucesos particulares que marcaron aquel movimiento"*¹⁵.

Howard Gardner.



Los instrumentos afectivos científicos juzgan el mundo, la tecnología y la ciencia tanto positiva como negativamente. Advierto esto pues se asume que los juicios deben ser positivos ¿Por qué? Por ninguna razón. Juzgar el mundo, la tecnología y la ciencia implica el discernimiento de qué contribuye al desarrollo natural y humano y qué no. Denunciar lo que no contribuye, oponerse con decisión a la muerte de ballenas inermes, o a los efectos socioeconómicos adversos de algunas biotecnologías subsidiadas por países desarrollados, o a usar destructivamente la radioactividad, pues tras estos hechos inadmisibles están las leyes económicas del capitalismo, o los intereses políticos de grupos reducidos. Propongo una visión crítica, anti-optimista, contraria al positivismo ingenuo.

Entre los diversos usos tecnológicos o científicos, unos contribuyen al desarrollo mientras otros lo obstaculizan, o lo destruyen, o cancelan vidas.

La ciencia clásica luchó contra la intromisión de juicios de valor. Por pretender una neutralidad valorativa acabó atrapada en un castillo de cristal: ella desarrollaba la ciencia pero otros, políticos o economistas, decidían qué y cuándo aplicar las tecnologías o avances científicos. Hoy no sucede igual; menos mal resulta imposible hacer ciencia — ni nada — desapasionadamente, sin comprometer de lleno el corazón y la existencia por años o décadas; casi siempre la vida entera. Se requiere 'amor, interés, vocación, pasión', vocablos que aborreció la ciencia moderna. Ha de ser un

¹⁴ Gardner Howard. *La Educación de la mente*. Paidós, 1999, Pág. 166

¹⁵ Idem. Pág. 35

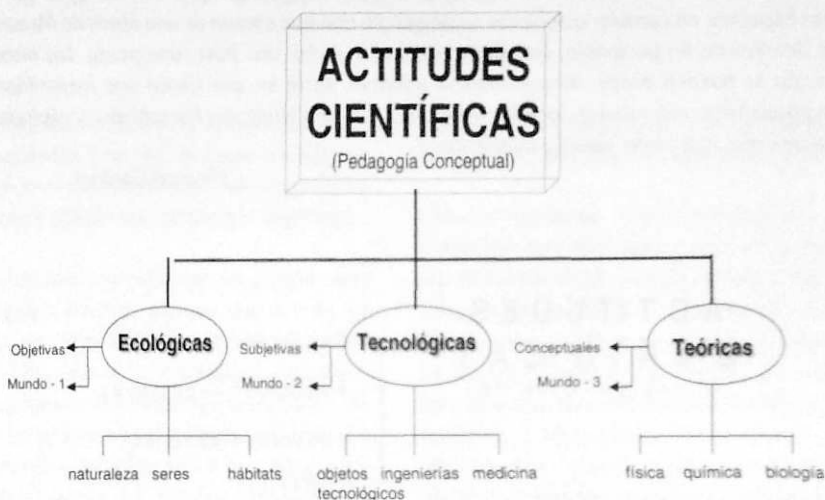
propósito de la pedagogía de las ciencias enseñar 'juicios de valor' a los aprehendices, sin temor a hacerlo y abandonar definitivamente la ingenua neutralidad valorativa que tanto daño causó.

Enseñar juicios valorativos se hace con la esperanza de que ellos, cual pequeñas llamas, en la adolescencia se incendien como amor, interés, vocación, o pasión científica.

Igual ocurre en la nueva didáctica de las matemáticas, salvo que a cambio de actitudes sobre el mundo, la tecnología y la ciencia, se vuelcan a los sistemas numéricos.

Igual ocurre en la nueva didáctica del lenguaje, salvo que las actitudes son relativas al lenguaje humano, sus propiedades y características distintivas; y en la nueva didáctica de las ciencias sociales sobre la sociedad, sus formas y posibilidades.

Las actitudes científicas son ecológicas, tecnológicas o teóricas



*"Pero en ocasiones, la comprensible insistencia de los educadores en la cognición ha tenido la desafortunada consecuencia de minimizar la conciencia de otros factores igualmente importantes. Quizás el más crucial sea la motivación. Si estamos motivados para aprender, es probable que trabajemos con denuedo, que seamos perseverantes, que los obstáculos nos estimulen en lugar de desanimarnos y que continuemos aprendiendo aunque nadie nos inste a hacerlo, simplemente por el puro placer de saciar nuestra curiosidad o de expandir nuestras facultades en nuevas direcciones".*¹⁶

Howard Gardner

Ahora bien, si el instrumento afectivo científico califica la naturaleza, los seres y sus hábitats 'la actitud es ecológica'. Si el instrumento afectivo científico valora objetos hechos por los seres humanos, obras suyas, 'la actitud es tecnológica'. El instrumento afectivo científico que descubre el valor de comprender las teorías y explicaciones físicas,

químicas o biológicas crea 'actitudes teóricas'. Educar afectivamente de modo integral en ciencias a nuestros aprehendices exige formar en paralelo los tres vértices actitudinales sin omitir, ni privilegiar uno.

Instrumentos afectivos que adjetivan la naturaleza, los seres y sus hábitats —preservarlos y

¹⁶ Idem. Pág.87

defenderlos— resultan actitudes ecológicas.

Me encanta mojarme con la lluvia (j.e)

Laurent (el perro) es como un hermanito... que no me dio mi familia (j.e)

Debemos cuidar la poca agua que queda y no desperdiciarla (j.a)

Las tasas de consumo energético no renovable de los países industrializados atropellan la naturaleza y a toda la humanidad (j.v)

En la terminología y conceptualización de los tres mundos propuesta por el filósofo inglés Karl Popper, las actitudes ecológicas recaen sobre el Mundo-1, la realidad material y viva.

Instrumentos afectivos que adjetivan objetos hechos por los seres humanos, sus obras —admirarlos o controvertirlos— definen actitudes tecnológicas.

La rueda representó un gran paso para la humanidad (j.a)

Tan bello es un río como un puente. Uno hecho por la naturaleza; otro por los seres humanos (j.a)

Es injusto que solo unos pocos creen, produzcan y se benefician con los adelantos tecnológicos (j.v)

También la tecnología puede usarse contra los seres humanos (j.v)

En la terminología de los tres mundos de Karl Popper, las actitudes tecnológicas involucran, pienso, el Mundo-2. Pues aunque la tecnología transforma y crea objetos (ruedas, caminos, acueductos, puentes,

teléfonos celulares) lo hace con el único fin de mejorar las condiciones de la existencia humana. Separada la tecnología de esta finalidad pierde su razón de ser. Así, 'las motivaciones tecnológicas son de clara estirpe humanista', razón más que suficiente para localizarlas en el Mundo-2.

Valorar, apreciar, juzgar, adjetivar teorías y explicaciones físicas, químicas o biológicas —extasiarse ante ellas— indica actitudes conceptuales o teóricas —que abordan "objetos" del Mundo-3— con sus magníficos efectos sobre el aprehendizaje. Recordemos el agudo comentario de Howard Gardner cuando dice: "Si estamos motivados para aprender, es probable que trabajemos con denuedo, que seamos perseverantes, que los obstáculos nos estimulen en lugar de desanimarnos y que continuemos aprendiendo aunque nadie nos inste a hacerlo, simplemente por el puro placer de saciar nuestra curiosidad o de expandir nuestras facultades en nuevas direcciones".

Encuentro en la química belleza y simplicidad en sus explicaciones (j.v)

Merece la pena, pues, enseñar actitudes ecológicas, tecnológicas y teóricas para lograr el propósito principal de las ciencias: impactar el corazón de niños en proceso de conversión en adultos, potenciales ecólogos, potenciales innovadores tecnológicos, o potenciales científicos. ¡Vale intentarlo!

La investigación educativa en ciencias experimentales

Alfonso Claret Zambrano

Universidad del Valle

Instituto de Educación y Pedagogía

Introducción

En esta conferencia se tiene como propósito resolver dos problemas comunes en la práctica investigativa de la educación en ciencias en el aula. El primero es: ¿Qué tienen en común la realización de un trabajo de grado, una tesis, una disertación de doctorado, una experiencia pedagógica, un proyecto curricular, un proyecto educativo institucional o un problema de investigación? Justifiquemos en detalle, el problema anterior. Los estudiantes en su etapa final de formación profesional en las distintas áreas, cualquiera sea la naturaleza de estas a nivel de pregrado y posgrado, se plantean, una pregunta fundamental: ¿Cómo se realiza un trabajo de grado, una tesis de maestría o una disertación de doctorado?, además de esto, en el campo educativo se agregan otras interrogantes como la siguiente: ¿Cómo se realiza una experiencia pedagógica, un proyecto de aula, un proyecto curricular, o un proyecto educativo institucional?

El segundo es: ¿Cuál es la relación que existe entre: la investigación cualitativa, la investigación-acción, la investigación experimental, la investigación cuantitativa, la encuesta, la investigación histórica, la investigación etnográfica y otras?. Este problema se expresa en las diferentes interpretaciones escritas que existen acerca del significado de la investigación educativa derivada de los textos escritos sobre el asunto. Algunos textos la presentan como investigación cuantitativa, otros la presentan como investigación etnográfica, otros como investigación-acción, otros como estudio de caso, otros como investigación experimental, estudios de correlación y otras acepciones más sobre el mismo tópico. Por lo anterior se hace necesario saber cuál es la naturaleza exacta de la investigación educativa teniendo en cuenta las diversas interpretaciones y las relaciones que sobre su contenido existen.

Con relación al primer problema, desde el punto

de vista del profesor que orienta a los estudiantes en actividades académicas, tales como las tesis, las disertaciones y los trabajos de grado, es pertinente preguntarse: ¿Son modalidades académicas diferentes?, ¿Son modalidades académicas semejantes? Una primera respuesta de orden general nos dice: efectivamente, dichas modalidades académicas son diferentes por sus términos, sus significados, sus enfoques y aún sus propósitos escolares de formación. Pero desde una concepción epistemológica crítica, en lo que atañe al conocimiento, las diferencias son tenues. Por esta razón, es pertinente plantearse y resolver este problema.

Una respuesta al primer problema pensada desde la epistemología, muestra que todas las situaciones educativas mencionadas tienen en común dos elementos: el primero, corresponde al planteamiento de un problema educativo a resolver y el segundo se refiere al diseño de una metodología para buscarle respuesta al problema identificado. Veamos en detalle cada fase.

Planteamientos teóricos acerca del problema educativo a resolver

El primer planteamiento que se hace se refiere a la conceptualización sobre el problema educativo que se investiga en el contexto de la educación en ciencias naturales. En este sentido se busca darle significado al problema, objeto de investigación, considerándolo transversalmente en términos de sus elementos estructurales; la justificación, es decir las razones por las cuales se quiere responder al interrogante que se plantea como objeto de investigación; los antecedentes, que comprenden la delimitación del problema en términos de las investigaciones previas reportadas en la literatura sobre su objeto de investigación y referidas a su contenido teórico, sus métodos de resolución y resultados obtenidos; la identificación del problema

propriadamente dicho a través de su sustentación y su correspondiente formulación y el marco conceptual de referencia que consiste en ubicar el problema teóricamente en el conjunto de un sistema de problemas y conocimientos existentes que los cohesionan, que los explica y orienta su desarrollo y da significado conceptual a su respuesta (Ver figura 1).

El planteamiento del problema educativo de investigación, es lo más importante en el proceso de una investigación y ello es el producto del análisis transversal derivado de los elementos anteriores. Su especificidad se construye a partir de su identificación, la cual es objeto de intervención específica en la siguiente sección.

Acerca de la naturaleza del problema educativo

El segundo planteamiento teórico se refiere a la naturaleza específica del problema educativo a investigar con el propósito de resolverlo. Por esta razón se considera el problema educativo como un caso especial de la socialización que una sociedad exige de sus individuos para ser considerados miembros de una determinada realidad social. De allí, la necesidad de vincular el problema educativo con la realidad social en la cual se origina para comprender y analizar su papel en los procesos de investigación. Esta realidad social surge como consecuencia de la ruptura entre el orden natural del hombre y el orden cultural producto de su desarrollo. El orden natural recoge al hombre como ser vivo al interior de una realidad natural, pero que en su caso específico, ha producido una ruptura y diferenciación gestada por la actividad humana, originando un orden cultural y por ende la realidad social (Ver Figura 2).

Por lo anterior la 'naturaleza de la realidad social es dual': objetiva por un lado, porque se mantiene en el tiempo, mediante el establecimiento de pautas de conductas, valores, conocimientos y tradiciones propias del carácter objetivo de dicha realidad, y subjetiva por el otro lado, porque a su vez exige de sus miembros y colectividades asimilar dichas pautas como expresión real de su subjetividad. En el primer caso existe como fenómeno independiente del

sujeto y en el segundo caso como procesos de significación interna de esos fenómenos efectuados por el sujeto. Esta realidad social aplica también a los individuos de una sociedad, quienes externalizan simultáneamente su propio ser y el mundo social y lo internalizan como una realidad objetiva. Pero el individuo no nace miembro de una realidad social, nace con una predisposición a la misma y luego llega a ser miembro de dicha realidad social. El individuo es inducido a participar de dicha realidad inicialmente a través del proceso de internalización. Es decir, de la aprehensión inmediata de un acontecimiento objetivo en cuanto expresa significado, o sea, en cuanto es una manifestación de los procesos subjetivos de otro que en consecuencia se vuelve subjetivamente significativo para mí. La internalización me permite comprender los otros y aceptar el mundo como una realidad social externa y objetiva por su significación para mí. (Berger y Luckmann, 1994).

Esa particularidad del hombre de pertenecer a dos realidades diferentes exige una demarcación significativa de las mismas para entender cómo se investiga en las dos realidades: la social y la natural, y así entender cómo lo educativo se relaciona y diferencia con dichas realidades. En este caso, valga un ejemplo, muchas posiciones ambientalistas separan estos dos aspectos en sus planteamientos haciendo de lo ambiental un simple programa "social" ajeno a la realidad natural, lugar donde esta se origina.

La realidad social y la realidad natural

La realidad social es diferente de la realidad natural. La primera es un producto humano. La segunda es la naturaleza que rodea el ser humano. La realidad social esta sujeta a normas, tendencias, valores y tradiciones que cambian con el tiempo y con la cultura. La realidad natural relaciona fenómenos naturales, busca explicarlos, predecirlos, controlarlos, describirlos y establecer leyes de los mismos. La realidad natural tiende a ser objetiva. Sus procesos de cambio se pueden predecir mediante el conocimiento de las leyes que rigen los fenómenos de la naturaleza. En este sentido se entiende el propósito central de las ciencias natu-

¹⁷ Berger y Luckman, 1994; Castro y Rodríguez, 1997

rales: la búsqueda de interrelaciones entre los fenómenos naturales estableciendo leyes cuantitativas que regulan dicha interacción y su transformación en el tiempo¹⁷. De cómo este carácter de lo social afecta la educación, será objeto de la sección siguiente.

La realidad social y el problema educativo

El proceso material por medio del cual, un individuo llega a ser miembro de una realidad social, se denomina socialización. Por esta, entendemos la apropiación de las prácticas y procesos del mundo objetivo y subjetivo de una sociedad mediante la participación en los mismos. La socialización es primaria cuando se realiza por primera vez en la niñez para hacer a un individuo miembro de una sociedad. En ella se construye el "primer mundo" del individuo. La socialización es secundaria cuando se realiza en otras prácticas y procesos del mundo de su sociedad posteriores a su primera socialización. El contenido de las socializaciones es diferente en cada caso. En la socialización primaria el conocimiento básico es el lenguaje, el cálculo y el mundo físico, valores y cultura en general. En la socialización primaria, el niño internaliza como su mundo, el mundo de los padres. Algunas de las crisis se producen después de la primera socialización, cuando el niño descubre que el mundo internalizado por él y que corresponde al de sus padres no es el único mundo que existe, sino que tienen una ubicación social muy precisa, quizás hasta con una concepción peyorativa. Por ejemplo, un niño al crecer reconoce que el mundo representado por sus padres, y que él había asumido como una realidad inevitable, es el mundo de ciertos trabajadores urbanos de escasa educación y de pocos recursos económicos, o el mundo de ciertos campesinos en proceso de alfabetización y de clase baja. En la socialización secundaria, el conocimiento depende de la división social del trabajo y consecuentemente de una cierta distribución social correspondiente del conocimiento. En la socialización secundaria suele aprenderse del contexto institucional. Es decir, el niño aprende de su maestro como funcionario institucional representante de significados institucionalmente específicos.

Un caso especial de socialización es la educación en una sociedad. Aquí, las relaciones entre teoría y práctica deben considerarse en el contexto más amplio de las relaciones entre educación y sociedad. A la sociedad como organización de seres humanos con intereses económicos, políticos, ideológicos y sobre todo culturales e históricamente determinada, le compete la representación (estructuras internas) del conocimiento, los valores, relaciones sociales, la acción y la cultura que le llegará a las generaciones futuras. La representación, surge cuando una sociedad busca un punto de organización que le permita asegurarse que le llegará el conocimiento necesario para las generaciones futuras. Esto determina la relación y diferencia entre las dos tareas sociales: la socialización es general y la educación es específica.¹⁸ La socialización y la educación son fundamentales en la supervivencia de una sociedad. Pero, la educación como un caso particular de la socialización participa de la apropiación (en cierto sentido, aprendizaje) de determinadas prácticas y procesos del mundo institucionalizado y especializado de una sociedad.

La educación tiene un conocimiento teórico y una práctica del mismo en la vida educable del ser humano. En virtud de lo anterior, la pedagogía es el elemento teórico de la educación y tiene como propósito hacer educable al ser humano teniendo en cuenta su desarrollo específico, la sociedad que se quiere, el estado que representa, la cultura que se exige y la institución especializada en la cual se aplican estas condiciones. El elemento práctico de la educación corresponde a las prácticas técnicas derivadas de la teoría previamente presentada, tales como el currículo, la didáctica, y los recursos pedagógicos.

Según como se interpreten la teoría, la práctica y el conocimiento que se genera desde la educación se presentan diversas posiciones pedagógicas: Teoría pedagógica positivista, Teoría pedagógica interpretativa, Teoría pedagógica crítica. A continuación detallaremos cada una de ellas.

La teoría pedagógica¹ positivista

En el caso de esta teoría la concepción de sociedad

¹⁸ Kemis, 1994.

¹ Partimos de conceptualizar una teoría pedagógica como la reflexión abstracta y crítica sobre la educación que se construye y orienta según un método históricamente determinado por una concepción del hombre, la sociedad y el conocimiento.

se hace sociológicamente desde el positivismo y la concepción del desarrollo del hombre y de su proceso de socialización se determina psicológicamente desde el conductismo. El conocimiento aparece como una ontología realista, que afirma la existencia de una realidad única y externa al hombre y que él necesita descubrir para su control y predicción, asumiendo la verdad como un conjunto de afirmaciones isomorfas con dicha realidad. El principio central de esta teoría es concebir los fenómenos sociales como hechos positivos de observación, que constituyen lo real, lo válido y deben ser aceptados tal como se observan; rechaza por tanto toda racionalización que el hombre como ser histórico pueda hacer de esos hechos. Es decir, asume lo educativo como cosa dada, subordinando la imaginación a los hechos, la razón al objeto. Esta concepción se implementa con un método para estudiar los fenómenos sociales, el método científico, en este caso, el de las ciencias naturales, el método de observación y experimentación. Por ende, la pedagogía epistemológicamente se piensa semejante a las ciencias naturales, de allí que los hechos pedagógicos pueden ser considerados con el mismo espíritu que los fenómenos astronómicos, físicos, químicos y fisiológicos, es decir, sujetos a leyes naturales invariables, cuyo descubrimiento es el fin especial de sus investigaciones a través del método científico. Epistemológicamente significa, que la ciencia es válida si se expresa a través de la experiencia y se conoce la realidad por el uso de los sentidos. En la Tpp según su epistemología, la relación entre teoría y la práctica educativa se asume con la concepción de que es posible producir explicaciones científicas a los problemas educativos, de tal manera que se puedan tomar decisiones objetivas para actuar en el aula de clases. En este contexto la teoría educativa espera ser racional y hacer predicciones para la práctica. Es decir, la teoría se aplica en la práctica, convirtiéndose en "ciencia aplicada". En este sentido la investigación educativa se orienta a proponer técnicas educativas que apoyadas en el conductismo, según algunos teóricos, se apliquen en la enseñanza y el aprendizaje en el aula.

La Teoría pedagogía positivista se concreta como tal cuando el conductismo se aplica al campo general de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en la escuela en el contexto social anteriormente mencionado. La Tpp asume que el aprendizaje es

el mismo para todos los organismos, incluyendo al hombre. En la Tpp el desarrollo y el aprendizaje son dos procesos idénticos. En esta posición el desarrollo es visto como un proceso de acumulación de experiencias discretas de aprendizaje. Pero ambos aspectos inmersos en el esquema estímulo-respuesta. No existiendo una diferencia entre uno y otro, el cambio o progreso son aspectos determinados por el medio externo al sujeto que conoce. Por consiguiente, la cantidad que uno aprende debe ser una función directa de la clase de experiencia que en el ambiente se ha tenido. De lo anterior se deriva que la cantidad y la calidad de la experiencia en el ambiente determinan la calidad y la cantidad del material que se aprende. Y paralelamente a lo anterior la responsabilidad del aprendizaje descansa en los hombros de los maestros que guían el proceso de aprendizaje y seleccionan la información que se va adquirir. En breve el aprendizaje es el resultado directo del arreglo ambiental que un buen maestro realice. El alumno en este punto de vista es un recipiente pasivo en ambos sentidos, el biológico y el cultural.

La teoría pedagógica interpretativa

A diferencia del positivismo, donde la sociedad, el conocimiento y la educación están concebidos como categorías externas al sujeto, en las teorías interpretativas dichas categorías están integradas al sujeto. En éstas últimas, el carácter objetivo de la sociedad no es una realidad independiente de los sujetos, por el contrario, la sociedad es objetiva por que los sujetos en el proceso de interpretación de su mundo social, la exteriorizan y objetivan. La sociedad sólo es objetiva y real en la medida en que sus miembros la definen como tal y ellos se orientan hacia la realidad así definida. La educación como consecuencia de lo anterior es una construcción cultural de los sujetos. En la teoría interpretativa, el conocimiento convalidado implica que la teoría afecta la práctica exponiendo a la autoreflexión el contexto teórico que define la práctica. Para que una explicación interpretativa sea válida, debe ser coherente: debe comprender y coordinar las intuiciones y las pruebas en un marco de referencia consistente. Es decir, debe pasar la prueba de la confirmación de los participantes. O sea cuando los teóricos y aquellos a quienes observan los primeros están de acuerdo en que una determinada interpretación teórica de dichas acciones es "correcta" cabra admitir que la teoría posea validez.

Simplemente significa que es preciso que la explicación interpretativa pueda ser comunicada al agente y se corresponda con la versión de este. Esto implica que la Tpi no reinterprete las acciones y las experiencias de los individuos ateniéndose solo a sus finalidades y en función de sus propios marcos conceptuales propios, sino que proporcione una comprensión y un conocimiento más profundos, extensos, y sistematizados de la interpretación del propio agente en relación con lo que éste hace. La Tpi interpretativa de la realidad social se caracteriza por su significado subjetivo. El concepto de subjetividad se relaciona estrechamente con la diferencia entre acción humana y conducta humana, refiriéndose ésta última al movimiento físico aparente. Esta diferencia es importante cuando se comprende que el comportamiento de los objetos físicos sólo es inteligible cuando se les da alguna categoría interpretativa. Por ejemplo decir "que los metales se dilatan por el calor", es una explicación dada por un científico, pero no le dice nada acerca de cómo los metales interpretan su propio comportamiento. En cambio observar el acto de levantar una copa de vino, puede ser: "Una falta de moderación, una expresión de cortesía, una manifestación de lealtad, un gesto de desesperación, un intento de suicidio, una comunicación religiosa."

Por eso, las acciones no pueden observarse del mismo modo que los objetos naturales. Sólo se pueden interpretar con referencia a los motivos del sujeto que la realiza, sus intenciones, sus propósitos o sus intenciones en el momento de llevar a cabo la acción. Identificar estos aspectos corresponde al significado subjetivo que la acción tiene para el sujeto que la realiza.¹⁹

Filosóficamente, la Tpi se fundamenta en la fenomenología haciendo de la experiencia humana su eje de análisis para construir categorías como subjetividad, significado y sujeto. Esta teoría pedagógica asume como principio epistemológico fundamental que el hombre en su interacción permanente con el medio construye el conocimiento desde el punto de vista cognitivo, social y afectivo. Es decir, el hombre no es un producto del ambiente ni un simple resultado de

sus posiciones internas sino una construcción propia que se va produciendo día a día como consecuencia de la interacción entre el hombre y su ambiente. Por tal razón el conocimiento objeto de estudio en el aula es una construcción propia de los sujetos que participan en dicho proceso social. Ante la diversidad de autores, posiciones, modelos y experiencias que se generan con las teorías interpretativas en la formación de los educadores se torna necesario explicar sus principales características, considerándolas desde el punto de vista de su epistemología y a la luz de los conceptos de enseñanza, aprendizaje y evaluación involucrados en sus planteamientos.

En síntesis, la visión radical, subjetiva, plantea, que aunque mantiene el rigor de las ciencias naturales y tiene los mismos intereses de las ciencias sociales para explicar la conducta humana, enfatiza la diferencia entre los individuos y el fenómeno natural inanimado y por consiguiente, diferencia entre el conocimiento educativo de las ciencias naturales y el conocimiento derivado de las ciencias naturales. Esta posición asume las ciencias sociales y por ende lo educativo como una construcción propia de los sujetos. En este sentido, los sujetos, construyen el mundo desde su propia subjetividad y por consiguiente buscan interpretarlo en la medida en que personalmente lo construyen. La objetividad de la realidad social no es independiente de los sujetos. Por el contrario, la realidad social es objetiva porque los sujetos en su proceso de interpretación la exteriorizan y objetivan. La realidad sólo es real en la medida en que sus miembros la definen como tal y se orientan ellos mismos hacia la realidad social así definida.

La teoría pedagógica crítica

Las Tpi al enfatizar la interpretación significativa de los sujetos, olvida que la realidad social no se estructura solamente en conceptos e ideas, sino también o en otras cosas, como las fuerzas históricas y las condiciones sociales y materiales.

La conclusión más importante es definir si la perspectiva teórica de análisis para la investigación educativa tiene alguna finalidad. ¿Se reduce a imitar

¹⁹ Carr, Stephen y Kemmins, 1998

las ciencias naturales buscando explicaciones causales para lo educativo? ¿O debe interpretar los diferentes significados de los sujetos protagonistas de lo educativo?

Para responder a este interrogante tenemos que diferenciar entre el carácter educativo de la investigación y su carácter científico desde el punto de vista teórico y práctico. En este sentido abordaremos las actividades correspondientes del maestro en el aula de ciencias, tales como las actividades teóricas de la física y la psicología y actividades prácticas, como: la enseñanza, el aprendizaje, la evaluación, la jardinería, la agricultura, y otras.

Desde este punto de vista concebimos que la actividad educativa del maestro tiene como finalidad cambiar los educandos en cierta cultura de la representación (valores, conocimientos, tradiciones, saber) que consideramos conveniente para la sociedad en la cual ellos se inscriben. Pero dicha actividad no puede prescindir de los valores y creencias educacionales que comparten los que están inmersos en dichas ocupaciones. Es decir, hay una cierta "teoría educativa" en aquellos que participan de estos procesos. El problema educativo surge cuando se da una discrepancia entre lo que se piensa como teoría y lo que sucede como práctica. De allí la necesidad de replantearse la teoría y la práctica.

Se trata de que la teoría no puede asumirse absolutamente independiente de la práctica y a su vez esta no puede asumirse como separada de la teoría. Por consiguiente las ideas que plantea la teoría como "no-práctica" y a su vez, la práctica como "no-teoría" tienen que superarse. Esto significa que los desacuerdos que se dan entre la teoría y la práctica educativa tienen que ver con la referencia de la teoría educativa con otras teorías diferentes. Es decir, producir teorías educativas en contextos teóricos y prácticos diferentes de aquellos donde previsiblemente debería aplicarse. En cambio si se admite que la teoría educativa se refiere coherentemente a la teoría que realmente guía las prácticas educativas, entonces veremos que una teoría educativa que pretenda influir en una práctica sólo lo logra, si afecta el marco de referencia teórico del cual deviene dicha práctica.

Esto significa que la relación entre la teoría y la

práctica no es de naturaleza tal que la teoría 'implique' la práctica, ni que se 'derive' de la práctica, ni que 'refleje' la práctica. Se trata más bien de que la teoría informe y transforme la práctica, al informar y transformar las maneras en que la práctica se experimenta y entiende. Más que separar la teoría y la práctica, se trata de aproximar una a la otra.

Con esta visión de la teoría y la práctica podemos pensar de nuevo las concepciones pedagógicas positivista e interpretativa. Un punto fuerte en Tpp es garantizar a través de una metodología basada en el método científico, evitar la intromisión de posiciones: ideológicas, prejuiciadas o tendenciosas. Otro, es la idea de que en los problemas educativos pueden intervenir factores no perceptibles para los participantes, factores que no pueden ser explicados con referencia a sus propósitos e intenciones.

Pero por otro lado, los principios metodológicos de la Tpp exigen que la producción de la teoría sea independiente de la práctica en donde se aplica, lo cual significa que la Tpp asume erróneamente que es posible solucionar los problemas educativos sin tener en cuenta las posiciones de sus participantes (maestros y estudiantes), por lo cual, si la Tpp no piensa en solucionar directamente las posiciones y experiencias de sus participantes, significa en realidad que no contempla ningún 'problema educativo'.

En la Tpi se admite que la investigación educativa debe arraigar en las concepciones y teorías que los participantes han adquirido en beneficio de sus fines educativos, por consiguiente, se espera que la investigación educativa descubra las teorías y conceptos en función de los cuales se ejecutan las prácticas educativas de los participantes en dicho proceso. Si no hay relación entre las explicaciones teóricas producidas por la investigación y la manera de pensar de los participantes en los procesos educativos, significa esto que la investigación educativa se divorcia del contexto teórico donde se hace la práctica educativa y por lo tanto costará trabajo ver el 'carácter educativo' de la misma. Es decir, al negarse la Tpi a considerar valoraciones para las diversas interpretaciones educativas de los participantes y no ofrecer alternativas explicativas a lo anterior, la Tpi declina resolver cualquier 'problema educativo'.

Según el análisis anterior, es cada vez más difícil

considerar las dos teorías como excluyentes, porque el punto fuerte de un enfoque es el punto débil del otro. La Tpp al ignorar que los problemas educativos vienen con diversas interpretaciones de sus participantes en el proceso educativo, prácticamente suprime el 'carácter educativo'; la Tpi al negarse a someter a crítica las diversas interpretaciones de los participantes, le quita el 'carácter problemático' al proceso educativo. En breve, es necesario aproximar los dos enfoques, porque la investigación educativa necesita ser al mismo tiempo interpretativa y científica. Por consiguiente, la Tpc supera las divergencias de uno y otro enfoque y trata de reunirlos para plantear una propuesta de la investigación educativa que comprenda las bondades y limitaciones de los enfoques previos.

Por consiguiente, la Tpc retoma de la Tpi el sentido de admitir la utilización de las interpretaciones y significados de los sujetos participantes con referencia a los problemas, conceptos y teorías que proponen y practican en el campo educativo. La Tpc retoma de la Tpp el carácter científico en el sentido que dichas teorías y conceptos sean coherentes con la práctica educativa que los participantes utilizan. La Tpc reconoce que la teoría educativa es práctica, en el sentido de que la cuestión educativa va a estar determinada por la manera como se relacione con la práctica. De allí que su objetivo no se resuelve solucionando únicamente los problemas concretos que afronta sino informando y guiando las prácticas de los educadores, indicando las acciones a seguir para superar sus propias dificultades. La Tpc reconoce que la educación no es neutral por tanto la investigación tampoco lo es. Con base en Habermas, la Tpc cuestiona la neutralidad del conocimiento planteando que él mismo está configurado por el interés humano particular al que sirve. Según Habermas el conocimiento se constituye con base en tres intereses: el técnico, el práctico y el emancipador. El interés técnico, es el conocimiento que adquieren los seres humanos con el propósito de controlar técnicamente los objetos naturales. El saber resultante de este interés, es un saber instrumental que adopta la forma de explicaciones científicas. Su medio de acción es el trabajo humano y su ciencia representativa son las ciencias naturales. El interés práctico es el conocimiento generado para comprender y clarificar las condiciones para comunicaciones y diálogos

significativos. Este interés genera conocimiento en forma de entendimiento interpretativo, capaz de informar y guiar el juicio práctico. Su medio de acción es el lenguaje y su ciencia representativa son las ciencias sociales. El interés emancipador es el que resulta de la liberación de las condiciones alienantes que obstaculizan la comunicación y la acción social. El conocimiento que produce este interés es el emancipador en forma de autorreflexión. Su medio de acción es el poder. Su ciencia representativa es la ciencia social crítica. Por consiguiente la Tpc busca modificar las situaciones en las que se hallan comprometidos educativamente los sujetos participantes. Es decir la Tpc tiene por filosofía propiciar un cambio social con cierta radicalidad. En suma, La TPC trata de construir una teoría que desde la reflexión en la acción, desde la praxis como encuentro crítico, busque orientar la acción. La TPC busca construir los medios para conseguir el cambio que se propone.

Se espera que la Tpc en el campo de la investigación educativa desarrolle teorías de la práctica educativa generadas desde la experiencia y desde las situaciones concretas de los practicantes de la enseñanza, aprendizaje y evaluación, y que intenten plantearse y resolver problemas a los cuales tales experiencias y situaciones den lugar. En resumen, la finalidad de la Tpc es garantizar que las observaciones, las interpretaciones, y los juicios de los practicantes y sus apreciaciones sean coherentes, racionales y que por consiguiente, adquieran mayor grado de objetividad científica.

El problema educativo en las ciencias naturales

Un tercer planteamiento teórico considera como las teorías pedagógicas anteriores al ingresar al aula de ciencias generan diversas concepciones sobre la misma: una concepción considera el aula como el lugar de la actividad educativa en ciencias donde el profesor directamente explica, dirige, critica o indirectamente, acepta usar ideas de los estudiantes, acepta sentimientos y elogios, o anima, o hace preguntas. En ese contexto el estudiante responde a la iniciativa del maestro o conversa y responde a su iniciativa propia. O simplemente el estudiante se mantiene en silencio o confusión. Otra concepción considera el aula como el lugar donde la actividad educativa en ciencias es construida conjuntamente entre el profesor y el estudiante, cada uno desde su propio conocimiento. Para el aula es crucial definir

el propósito y la naturaleza de la actividad educativa en ciencias. Dicho propósito es lograr que el estudiante realice el cambio conceptual de sus ideas por las ideas de las ciencias.

La actividad educativa en ciencias en el aula está determinada por los conocimientos científicos de las disciplinas, los conocimientos científicos apropiados pedagógicamente por el profesor con el propósito de enseñar, los conocimientos científicos previos apropiados espontáneamente por el estudiante, las concepciones del profesor sobre ciencias, enseñanza, aprendizaje y evaluación, los problemas socio-ambientales de su entorno. La integración de estos elementos en la actividad educativa, lugar del conocimiento escolar, elaborado en el aula, es el propósito de las clases de ciencias. En este contexto la evaluación juega un papel definitivo y complejo para su aplicación porque usualmente se ha limitado a la relación de conocimiento entre profesor-estudiante, pero en esta teoría incluye otros aspectos no contemplados en las concepciones anteriores. De lo anterior se deriva que para la pedagogía de las ciencias es crítico solucionar cómo se integran y se evalúan en la actividad educativa los elementos anteriores en el aula de clases universitaria.

En la actividad educativa en ciencias, específicamente se presenta y se recoge el problema epistemológico del concepto de la ciencia, en el cual está enfocado la enseñanza del educador; con el propósito de que el estudiante lo aprenda. Esta actividad educativa tiene varios factores: un factor empírico, el cual se materializa en un evento, situación o experiencia física relacionada con el concepto que se quiere enseñar, un factor conceptual, relacionado con el problema epistemológico contenido en el concepto que se aprende, un factor cuantitativo, el cual permite el registro de los datos numéricos acerca del concepto que se analiza educativamente, un factor pedagógico, que orienta en una formación científica, y el contenido disciplinar propiamente dicho.

Teóricamente, la actividad educativa de las ciencias naturales en el aula está enmarcada en el planteamiento, construcción (producción), reproducción, apropiación y evaluación cultural del conocimiento científico según este sea elaborado por el maestro o elaborado por el estudiante con propósitos de formación profesional.

El maestro construye conceptualmente el conocimiento científico a partir de tres actividades racionales: su formación curricular universitaria, su ejercicio profesional en instituciones educativas y por las concepciones que practica acerca de la naturaleza de las ciencias, su enseñanza, aprendizaje y evaluación. Esta construcción conceptual del maestro forma lo que se denomina: 'la estructura conceptual', desde donde él piensa y actúa en consecuencia en el aula de clases. Dicha estructura conceptual se materializa en el aula de clase como, 'el conocimiento del maestro', el cual determina las actividades conceptuales de la clase de ciencias naturales.

El estudiante construye conceptualmente el conocimiento científico a partir de tres actividades racionales: su relación espontánea con el medio ambiente, su formación escolar previa y las concepciones que practica acerca de las ciencias, su enseñanza, aprendizaje y evaluación. Esta construcción conceptual del alumno forma, 'la estructura conceptual', desde donde él piensa y actúa en consecuencia en la escuela. Dicha estructura conceptual se materializa en el aula de clases como, 'conocimiento del estudiante' el cual determina las actividades conceptuales en el aula.

En síntesis en el aula tenemos dos conocimientos: el conocimiento del maestro y el conocimiento del alumno. De la manera como expliquemos esta relación entre estos dos conocimientos depende el éxito de la enseñanza, aprendizaje, evaluación e investigación de las actividades educativas científicas o de la educación en ciencias en la escuela.

La actividad educativa científica constituye el objeto de estudio de la educación en ciencias. El conjunto de problemas que se expresan en su desarrollo conforma las líneas de investigación que orientan el trabajo de los grupos de educación en ciencias y tecnologías en el ámbito educativo nacional e internacional.

Líneas de investigación en educación en ciencias experimentales

La primera línea se refiere a considerar la organización de la actividad educativa científica en el aula con fines de formación profesional con base en el conocimiento disciplinar según se enseñe, se aprenda o se evalúe. La investigación de la actividad educativa basada en las disciplinas y su desarrollo

fue la principal línea investigativa del campo educativo en ciencias durante el periodo de reforma curricular de los años cincuenta y sesenta (en Norteamérica y Europa) y aún continua jugando un papel relevante en la actualidad. En esta línea la actividad educativa científica se caracterizó por su énfasis en el conocimiento disciplinar, los principios pedagógicos aparecen muy débiles y ceñidos a la disciplina misma. El principio teórico de fondo de esta línea de investigación era asumir la actividad educativa científica con fuerte evidencia experimental. Para lo anterior era necesario considerar el experimento real antes que demostraciones. Así mismo, se esperaba que el experimento hiciera el papel pedagógico que permitiera a los estudiantes hacer descubrimientos durante la realización de los mismos y sirviera de base para el desarrollo del principio de observación considerado como la piedra angular de la química moderna. En este sentido el experimento era simple y enfocado preferiblemente hacia una idea antes que a varias. Finalmente se esperaba que aquello que los estudiantes ven y hacen perdure más que lo que discuten. Ejemplos de esta línea de investigación fueron los proyectos curriculares de la década del setenta tales como: CHEM STUDY, Física: PSSC, Biología: BSCS.

Una segunda línea se refiere a considerar la actividad educativa científica en el aula con base en la psicología. Su campo de investigación relacionado con educación en ciencias converge en los principios generales del aprendizaje, el conocimiento y el razonamiento. Desde los años setenta, este campo tiende a trabajar problemas comunes con la educación en ciencias, tales como la solución de problemas, el conocimiento y el aprendizaje de contenidos específicos de asignaturas. Actualmente hay un evidente intercambio de teoría y métodos empíricos en ambas disciplinas.

En esta línea de investigación, la actividad educativa está orientada hacia el conocimiento del aprendizaje de los conceptos, pero concebidos como una apropiación personal basada en el contexto, propósitos y participación activa del sujeto en su propia construcción conceptual. La concepción constructivista del aprendizaje aparece como un campo de investigación educativa con Piaget, uno de sus fundadores, quién concibe el aprendizaje en relación con el desarrollo. En este caso, el desarrollo

del conocimiento es concebido como un proceso espontáneo atado al proceso de la embriogénesis. El mismo es un proceso total que abarca al organismo como sus funciones mentales y sistema nervioso. El desarrollo se entiende como el conjunto de acciones internalizadas, reversibles y no aisladas para modificar los objetos, las cuales permiten al sujeto lograr las estructuras de transformación en forma concreta o formal. Por ejemplo ordenar cosas en series, contar o medir, son acciones que se hacen sobre los objetos.

El aprendizaje es un proceso provocado en situaciones didácticas específicas de carácter externo limitados a un solo problema. El desarrollo explica el aprendizaje. Por consiguiente, sólo se puede aprender aquello para lo cual el sujeto tiene las competencias para entender o asimilar, o para lo cual ha adquirido la sensibilidad para responder a ciertos objetos de conocimiento. En esta corriente el alumno es colocado en el centro del proceso como un participante activo en su propio desarrollo y por consiguiente en su propio aprendizaje y educación.

En este sentido la actividad educativa científica se organiza basándose en las competencias constitutivas de las estructuras del pensamiento concreto y formal del desarrollo del conocimiento de los educandos. El dominio de dichas competencias es necesario para la actividad científica educativa. En el caso del pensamiento concreto operan sobre los objetos y no sobre hipótesis verbalmente expresadas. Por ejemplo; clasificar, ordenar y otras. En el pensamiento formal se expresan en la habilidad para razonar basándose en hipótesis y no sólo sobre objetos, en la realización de experimentos controlados, en el pensamiento probabilístico, en el establecimiento de correlaciones, en la combinación, en la realización de proporciones y otras.

La proposición epistemológica central para abordar la tarea de la construcción del conocimiento según Piaget, es considerar que el niño construye su propio conocimiento a través de sus propias acciones y la coordinación de esas acciones, pero este conocimiento, es un proceso de desarrollo, de tal manera que podemos estudiar su formación y progreso desde conceptos previos y diversos que se vuelven cada vez más complejos. Por ejemplo, el

concepto de temperatura concebido por el niño, puede ser interpretado como un proceso de formación de conceptos en su vida escolar, según relacione la temperatura con el término caliente en un cierto grado escolar, o temperatura como calor en otro grado, o temperatura como frío en el siguiente grado, o temperatura como energía en otro grado superior.

Una tercera línea esta relacionada con el contexto social en el cual se desarrolla la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales, un tópico cuya importancia es cada día mayor. Investigaciones acerca de la organización social de las escuelas, incluyendo actitudes socialmente determinadas hacia la escolarización y la participación en actividades de grupos, se benefician intensamente de los métodos y conceptos de las ciencias sociales y su ubicación con otras disciplinas de las ciencias naturales.

Una cuarta línea que empieza a surgir con interés es acerca de la relación entre conocimiento del estudiante y el conocimiento del maestro, como también entre razonamiento cotidiano y aprendizaje escolar. En este caso su tarea de fondo es resolver y construir modelos que expliquen e interpreten racionalmente el problema de la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación de las ciencias.

Una quinta línea de investigación hace referencia al pensamiento del maestro. En esta caso se analizan las creencias que en torno a la naturaleza de la ciencia, la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación tienen los maestros de ciencias y sus relaciones entre dichas creencias y sus actos en el aula de clases.

Finalmente existe una sexta línea que analiza la relación entre la educación en ciencias y los medios y las nuevas tecnologías. Esta línea se refiere principalmente a la conceptualización, uso y aplicación de la tecnología informática y medios de comunicación masiva a la enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias naturales. Esta líneas son el campo de acción de la investigación en la disciplina 'educación en ciencias naturales' y constituyen el lugar de donde se originan los problemas a investigar en dicha área y justifican la organización académico administrativa en las instituciones universitarias para su desarrollo, crecimiento, innovación y práctica formativa.

Estas líneas de investigación en la educación en ciencias, en el caso de Colombia, han tenido una especificidad de interpretación. Internacionalmente se asume la investigación educativa de las ciencias naturales en los siguientes categorías: aprendizaje, enseñanza, currículo, educación tecnológica, formación del maestro, evaluación, equidad, historia y filosofía de las ciencias, métodos de investigación, y ambientes de aprendizaje; pero en nuestro país se han desarrollado las siguientes categorías: el pensamiento del maestro referido a sus creencias, roles, metas y contextos en la enseñanza (Lilia Reyes y Luis Enrique Salcedo), el pensamiento del estudiante referido a sus conocimientos previos (Carlos Uribe, Alfonso Claret Zambrano), la relación entre el conocimiento del maestro y el conocimiento del estudiante referido al cambio conceptual, evaluación referida a los procesos de razonamiento complejo en ciencias (Fidel Cárdenas Salgado), la resolución de problemas y enseñanza de las ciencias naturales (Margie Jessup, Mercedes Callejas), el currículo, la historia y epistemología de las ciencias (Fabio Velez, Alfonso Claret Zambrano).

Metodología la para resolución del problema educativo de investigación en ciencias

Un cuarto planteamiento teórico se refiere a la metodología para dar respuesta al interrogante establecido al interior del problema de investigación planteado. La metodología consiste en describir, explicar y justificar la solución del problema de investigación en ciencias basándose en la hipótesis establecida provisionalmente para orientar conceptualmente el proceso global de la misma. Dicho proceso consta de: la hipótesis, la recolección y análisis de los datos y las conclusiones y de las conclusiones derivadas del proceso anterior (Ver Figura 3).

El proceso metodológico gira en torno a la 'hipótesis de investigación' (h.i) porque establece el empalme conceptual entre el planteamiento del problema y su procedimiento metodológico para resolverlo. La misma se da como una conjetura inicial al problema, que luego exige comprobación para su aceptación.

La solución al problema de investigación se hace desde la relación entre el marco conceptual y la hipótesis de investigación por una parte, y desde la relación entre esta última y el modelo matemático que la verifica por la otra. La primera relación se

cumple cuando se construye la 'hipótesis de investigación' en el desarrollo teórico del marco conceptual, y la segunda cuando se verifica dicha hipótesis, transformándola con ese propósito en hipótesis verificables, haciéndola operativa y por ende 'estadística o nula' (h.o). El paso de una hipótesis de investigación a una hipótesis estadística no es directo y depende de lo que se entiende por 'medida'. Definida la medida podemos construir el modelo matemático o estadístico que nos habilita para comprobar la hipótesis. Según que la medida esté dada en 'escala nominal, ordinal, intervalo y proporción', la correspondiente estadística es diferente para cada caso.

Finalmente toda hipótesis exige para su comprobación, contrastar el marco teórico de referencia con la realidad social, objeto de estudio, basándose en una muestra de datos. Para realizar dicho contraste es necesario recoger los datos pertinentes a dicha realidad social y este proceso se hace a través de los métodos de Investigación educativa.

Métodos de recolección de datos

El quinto planteamiento teórico se refiere a la recolección de los datos y su análisis correspondiente. El proceso de cómo recolectar los datos para investigar la realidad educativa en ciencias naturales depende de cómo se concibe dicha realidad. Su fundamento epistemológico permite resolver el primer problema acerca de la relación entre las diferentes interpretaciones de la investigación educativa.

Métodos cuantitativos

Si asumo la realidad social de mi problema de investigación con una concepción positivista, es decir independiente del sujeto de investigación, y por consiguiente externa y dada, su conocimiento estaría sujeto a leyes o métodos plenamente establecidos, tal como en las ciencias naturales; recogería mis datos en forma cuantitativa. La forma o método cuantitativo es la obtención de los datos por medio de la cuantificación y medida de los resultados buscando explicaciones causales. El investigador tiende a no participar del proceso de investigación.

Los métodos cuantitativos se caracterizan por su preocupación por las variables y la medida de sus resultados, expresados preferiblemente en expresión numérica. En este sentido comparten la

idea de Thorndike: "Conocer alguna cosa completamente, significa conocer tanto su cantidad como su calidad". A partir de esta concepción es pertinente establecer el significado de los métodos cualitativos y cuantitativos para investigar en las ciencias sociales y naturales. La cuantificación ha ido muy asociada con las ciencias naturales por el carácter objetivo de ésta asociada con la medición. De nuevo una cita de Thorndike nos aclara el asunto: "Si algo existe (objetivamente, es decir externo al sujeto) existe en alguna cantidad". Como ejemplo de métodos cuantitativos tenemos: los métodos experimentales, los métodos correlacionales, los métodos cuasi-experimentales, los métodos por encuesta, los tests "objetivos" de lápiz y papel, los análisis estadísticos multivariados, los estudios de muestras, y otros.

Métodos cualitativos

Si asumo la realidad social de mi problema de investigación como dependiente del sujeto que está siendo estudiado, es decir, construida por los sujetos que participan del problema de investigación, recogería mis datos en forma cualitativa. La forma o método cualitativo se refiere a la obtención de los datos por medio de la interpretación y comprensión en el contexto global donde se producen por medio del investigador que participa activamente del proceso de investigación.

Los métodos cualitativos privilegian la descripción de los hechos para su interpretación y comprensión en el contexto global en el que se producen con el fin de explicar los fenómenos. Desde el punto de vista epistemológico, un rasgo común que tienen todas las alternativas cualitativas es la de construir conocimiento sobre la realidad social y cultural a partir de la captación del punto de vista de quienes la producen y la viven, y el acceso al mismo se hace desde el punto de vista intersubjetivo y subjetivo y no solamente objetivo.

Entre las condiciones de producción del conocimiento más importantes que se generan desde las alternativas cualitativas tenemos: la recuperación de la subjetividad como espacio de construcción de vida humana, la reivindicación de la cotidianidad como campo de trabajo para entender la realidad social educativa, la intersubjetividad y el consenso como medios para acceder al conocimiento válido de la realidad humana.

Entre los medios cualitativos tenemos: la etnografía, los estudios de casos, las entrevistas en profundidad, la observación participativa y la investigación – acción, la cual exige un estudio mas detallado

El método a seguir; sea cualitativo o cuantitativo, para dar respuesta al interrogante planteado por el problema, depende de la teoría pedagógica implícita en éste, según sea Teoría pedagógica positivista, Teoría pedagógica interpretativa, Teoría pedagógica crítica.

En el primer caso, el procedimiento metodológico busca dar respuesta al problema de investigación usando métodos cuantitativos porque fundamentado en el positivismo busca conocimiento observable, cuantificable y medible, siguiendo los cánones establecidos por el método hipotético deductivo de las ciencias naturales, con el propósito de explicar, predecir, controlar y generalizar la realidad educativa en las ciencias naturales; vista desde la relación técnica entre la teoría y la practica. En este sentido la visión objetiva de las ciencias sociales 'tiende a ser cuantitativa' (lo resaltamos porque hay casos positivistas con métodos cualitativos de investigación) porque la investigación se dirige a analizar las relaciones y regularidades de factores seccionados en ese mundo externo. Los investigadores adoptando un punto de vista objetivo o positivista estarían interesados en estudiar la realidad social con experimentos, entrevistas y otros semejantes. Por ejemplo, cuando una investigación trata con gran cantidad de datos y se espera de ella resultados matemáticamente interpretables y se pueden identificar los atributos medibles y pueden

desarrollarse instrumentos para medirlos, un método cuantitativo es el mas adecuado En el segundo caso, el procedimiento metodológico busca dar respuesta al problema de investigación usando métodos cualitativos porque fundamentada en la fenomenología, busca conocimiento producto de la interrelación entre los sujetos participantes, con el propósito de comprender, significar y actuar en la realidad educativa de las ciencias naturales vista desde la relación reflexiva entre la teoría y la práctica. Esta visión, de carácter subjetivo o interpretativo, puede ser cualitativa o cuantitativa o ambas porque el principal interés es entender la manera como el sujeto crea, modifica e interpreta el mundo en el cual el mismo se encuentra. Los investigadores en este caso estarían dispuestos a investigar la realidad social con técnicas como la observación participante, construcciones personales, reportes, informes o descripciones. Es decir, si se busca comprender el comportamiento de los sujetos implicados en el proceso, intentando captar el propio proceso en su totalidad, las interacciones y significados entre los sujetos entre si y de estos con el medio ambiente, sin dejar de lado variables imprevistas que en algún momento del desarrollo de la investigación resulten incómodas o parezcan revestir escaso valor, lo más apropiado es usar un método cualitativo.

Para ejemplificar lo anterior referenciamos a Cook y Reichardt (1986), Merriam (1990) y Bryman (1988) quienes comparan los dos métodos, caracterizándolos en el contexto de lo que aquellos denominan paradigmas cualitativo y cuantitativo, y los dos últimos investigación cualitativa y cuantitativa, así:

Paradigma cualitativo	Paradigma cuantitativo
Aboga por el empleo de los <i>métodos cualitativos</i> .	Aboga por el empleo de los <i>métodos cuantitativos</i> .
<i>Fenomenología</i> (comprensión): "interesado en comprender la conducta humana desde el propio marco de referencia de quien actúa."	<i>Positivismo Lógico</i> : "busca los hechos o causa de los fenómenos sociales, prestando escasa atención a los estados subjetivos de los individuos."
Observación naturalista y sin control	Medición penetrante y controlada
Subjetivo	Objetivo
<i>Próximo a los datos</i> : perspectiva "desde dentro".	<i>Al margen de los datos</i> : perspectiva "desde fuera".
<i>Fundamentado en la realidad</i> : orientado a los descubrimientos, exploratorios, expansionista, descriptivo e inductivo.	<i>No fundamentado en la realidad</i> : orientado a la comprobación, confirmatorio, reduccionista, inferencial e hipotético-deductivo.
<i>Imagen de la realidad social</i> : externa al actor, regida por leyes.	<i>Imagen de la realidad social</i> : socialmente construida por los miembros de la sociedad.
Orientado al proceso	Orientado al resultado
<i>Válido</i> : datos "reales", "ricos" y "profundos".	<i>Fiable</i> : datos "sólidos" y "repetibles".
<i>No generalizable</i> : estudios de caso aislados.	<i>Generalizable</i> : estudio de casos múltiples.
Holista	Particularista
Asume una realidad dinámica	Asume una realidad estable
<i>Conceptos asociados</i> : trabajo de campo, etnografía, naturista.	<i>Conceptos asociados</i> : Experimental, empírica, estadística.
<i>Diseño</i> : Flexible, envolvente, emergente, se estructura sobre la marcha.	<i>Diseño</i> : Predeterminado, estructurado, previo.
<i>Muestra</i> : pequeña, no aleatoria, teórica.	<i>Muestra</i> : grande, aleatoria, representativa.
<i>Recolección de datos</i> : El investigador como instrumento primario, entrevistas, observaciones.	<i>Recolección de datos</i> : Instrumentos inanimados, escalas, pruebas, encuestas, cuestionarios, ordenadores.
<i>Hipótesis</i> : Se definen con la recolección de datos.	<i>Hipótesis</i> : Se definen con el problema de investigación.
<i>Modalidad de análisis</i> : Inductivo (por el investigador).	<i>Modalidad de análisis</i> : Deductivo (por métodos estadísticos).

En el tercer caso, por ser un caso especial del segundo, sigue el mismo procedimiento metodológico, excepto en el sentido concebir que la 'investigación no es neutral' y que el propósito fundamental de la misma es 'transformar la educación' haciendo de esta un 'acto liberador o emancipatorio' a través de la relación dialéctica o crítica entre la teoría y la práctica, mostrando: primero, cómo las oposiciones planteadas por el dualismo teoría-práctica, nos llevan a contradicciones; segundo, mostrando como las posturas dualísticas opuestas interactúan; y tercero, mostrando como los procesos dinámicos de interacción entre posturas dualísticas opuestas constituyen la base de la acción y del mejoramiento de las prácticas educativas²⁰.

Las diferencias que hemos establecido entre las dos posiciones: la cualitativa y la cuantitativa, muestran la complejidad de usar cualquiera de las dos alternativas expuestas, mas sin embargo se sienta una nueva posición; la de utilizarlos conjuntamente.

Dependiendo de las situaciones que se presenten en la investigación, combinarlos es más ventajoso que inconveniente. Metodológicamente hablando, no hay una oposición entre las dos posiciones, sino complementariedad. Aunque algunos autores asignan atributos a lo cualitativo y cuantitativo, estos no son inherentes a ellos, por consiguiente, los atributos, son independientes de lo metodológico. Esto significa que ninguno de los métodos se halla libre de objeciones. Y sólo nos podremos acercar a la verdad a través del uso de métodos y técnicas variadas. En este contexto aparece la 'triangulación', como un medio que emplea complementariamente ambos métodos. Esta técnica contribuye a corregir los inevitables sesgos que se hallan presentes en cada uno. Con un solo método no es posible aislar los factores de sesgo en la cualidad o la cantidad subyacente que se intenta medir. Triangulación según la definición clásica de Denzin (1978) es: "la combinación de metodologías en el estudio de un mismo fenómeno."

²⁰ Kemmis, 1998.

De la ciencia en la escuela a una cultura científica para la vida: en contra de la banalización de la clase de ciencias

Dino Segura

Escuela Pedagógica Experimental E.P.E – Bogotá Colombia.

"Así como los artefactos no son la tecnología, tampoco las ecuaciones, ni las teorías, ni las leyes son la ciencia"

A todos los aquí presentes nos preocupa la enseñanza de las ciencias y creo que todos estamos interesados en conocer y discutir propuestas acerca de ello. Nos interesan también las observaciones que pueden venir de quienes sin ser maestros ni especialistas, también están preocupados ya sea por una mejor enseñanza o un mejor aprendizaje de las ciencias. Finalmente, sabemos que esta no es una problemática restringida a países como Colombia, sino que es algo que ocupa la atención de especialistas y del público en general de muchos países.

¿Cuáles son las razones para que sea tan importante este asunto?. ¿Serán razones que se refieren solo a la posibilidad de crear condiciones para la producción científica o razones que se proyectan a ámbitos más generales y cotidianos?

Estas dos preguntas que por lo general plantean una discusión acerca de qué es lo más importante, el papel cultural o el papel disciplinario de las ciencias, podría resolverse si nos preguntamos por lo que es realmente distintivo de la ciencia, sea ésta la física, la biología, la química, o cualquier otra disciplina, esto es, por lo que hace distinta ésta a otras formas de vivir.

Podríamos aproximarnos a la identificación de eso que he denominado lo distintivo de la ciencia planteando que lo que caracteriza el mundo de la ciencia es una cultura científica que hace que las personas que la comparten se comporten de una determinada manera, esto es, que vivan el mundo de las interacciones cotidianas de una manera peculiar.

En un artículo reciente²¹, José Luis Villaveces nos plantea que una de las metas fundamentales de la escuela es que logre que los individuos incorporen muchos elementos de la cultura científica para tomar decisiones en la cotidianidad (p. 15).

Es la necesidad de que en todos los actos de la vida, todos los colombianos incorporemos unos elementos de pensamiento y unas formas de comportamiento ... que forman parte de las habilidades esenciales para vivir en la sociedad del conocimiento ...

El primero es el uso de la razón y del acervo cultural de la humanidad, el segundo es aprender a convertir la información en conocimiento.

Sin duda, ésta es una propuesta para la escuela y una orientación para los maestros, en especial para los maestros de ciencias. Sin duda, es también un llamado de atención a la manera como tomamos decisiones, muchas veces aduciendo ante las dificultades debidas a nuestras incertidumbres, que "debemos echar a andar las cosas ya que por el camino se enderezan las cargas...".

A estas afirmaciones de Villaveces debemos agregar, sin embargo, otras que aunque se relacionan con ellas, creo que deben ser explícitas. Es importante que como resultado de las prácticas escolares se logre la formación de individuos seguros, optimistas, creativos y capaces de construir ambientes de convivencia que no sólo sean no violentos, sino productivos y armoniosos. Y estas exigencias

²¹ José Luis Villaveces, *Cultura científica: factor de supervivencia nacional, Innovación y ciencia*, Vol X, N° 3 y 4, 2003.

también forman parte de los valores en los que está inmersa la actividad científica.

Los dos elementos que hemos planteado no solamente nos llevan a reiterar que la tarea del maestro no sólo es una tarea de transformación cultural, sino en especial, una tarea política.

Para abocar la discusión nos referiremos a dos fundamentos de la cultura escolar, rara vez explicitados, con los que chocan los planteamientos anteriores; el uno es la homogeneización (de las metas), el otro; la individualización (de las prácticas).

La homogeneización

La homogeneización es un imperativo y a la vez una consecuencia de la dominación universal que se concreta primordialmente en la cultura: las modas, modelos de belleza, prototipos de pensamiento, ideologías, lo deseable, la felicidad, los comportamientos, la alimentación, etc. Para el caso de la educación, la homogeneización se hace presente en el aula en la prescripción de currículos, controlada mediante evaluaciones cada vez más estandarizadas; en la concepción de que existen verdades únicas y definitivas –aunque se diga lo contrario– que conducen a proscribir el pensamiento divergente; en las formas de indagar, orientadas por un supuesto método científico; en las formas de aprender, circunscritas a la repetición y la memoria; en la devaluación del estudiante, cada vez más pasivo, ante un universo terminado; en el arrinconamiento de la imaginación y la creatividad, por los énfasis cada vez mayores en los prototipos y el riesgo que se corre si se piensa; en la universalización de una única idea de desarrollo y de progreso, que nos conduce a orientar nuestra mirada y nuestras acciones hacia un ideal occidental construido estratégicamente desde la economía y sustentado a partir de interpretaciones acomodadas como es el caso de la evolución de las especies, que además sitúan al hombre en el centro de la creación. Tenemos pues una homogeneización anclada en el antropocentrismo y un Occidental-centrismo que nos coloca frente a una única forma de vida y de realización individual.

La homogeneización no es un asunto tan inocente como algunos creen. Para verla en sus justas dimensiones, recordemos que se ha llegado a afirmar que sólo existe una manera privilegiada de

pensar y de ser e incluso se ha llegado a postular que pensar de otra manera es peligroso.

Y la homogeneización nos conduce a tomar decisiones sin atender ni a la razón, ni al acervo cultural de la humanidad, entre otras razones porque nos lleva a actuar sobre la base de las recetas predefinidas. Incluso con frecuencia lo que se investiga en nuestros institutos de investigación se relaciona más con preguntas importadas, que con problemáticas derivadas de nuestros propios problemas.

La individualización

La individualización es también un imperativo de dominación, cada quien debe formarse para la competencia en un mundo en donde la colaboración y la solidaridad desaparecen; es así como en la escuela, por ejemplo, tanto los entornos de aprendizaje como las evaluaciones son individuales. Por otra parte y para afianzar los procesos de individualización, existen unas prácticas para evitar la comunicación entre pares en los procesos de aprendizaje y otras de reconocimiento para premiar a quienes mejor se adaptan a las metas de la escuela o de la clase; esto es, se establecen premios a la pasividad y la obediencia. Incluso los conflictos suelen invisibilizarse de tal suerte que los acontecimientos que podrían convertirse en un hecho pedagógico, se tratan clandestinamente sólo atendiendo a los individuos involucrados.

Un planeta en el que todos los habitantes piensan, consumen y sueñan de la misma manera y que, a la vez, no se relacionan entre sí sino que, por el contrario, están dispuestos a la competencia entre ellos, puede ser el ideal para mantener una dominación ideológica, comercial y política. Anotemos que este ideal de dominación se acepta sin cuestionamiento al presentarse como una consecuencia de la ciencia y en nuestro caso particular, por corresponder a ciertos comportamientos muy característicos de nuestra sociedad. Tenemos así unas prácticas escolares que además de ser improductivas e inútiles (entre otras cosas porque se centran en el aprendizaje de meras informaciones) y de conducir a la homogeneización e individualización, se presentan como científicas. Afortunadamente esto puede no ser así, estamos convencidos de que si existiera una escuela realmente fundamentada en lo que es la ciencia, tendríamos algo completamente distinto a lo que estamos viviendo.

Discusión de los fundamentos

Lo que ha hecho posible esta ceguera son las concepciones de ciencia y de conocimiento equivocadas que orientan el modelo de escuela imperante, una idea de progreso que está en discusión y una concepción lastimosa de aprendizaje que se centra en metas triviales, tal vez porque son las únicas que pueden prescribirse: sólo lo trivial puede medirse.

Conocimiento y aprendizaje

A nuestro juicio, uno de los pilares de la escuela es el conocimiento. Creo que muchos, si no todos, estamos de acuerdo con ello. Sin embargo, nuestro reclamo se centra en que casi siempre se ha confundido información con conocimiento y es de ésta confusión que se derivan prácticas equivocadas que se concretan en que cuando se aprende a aprender lo que se aprende es a memorizar y a repetir, nunca, por ejemplo, a inventar.

El asunto es que en nuestras escuelas la información (sustituyendo al conocimiento) está en el centro de las actividades. Se aprenden leyes y principios, teorías, ecuaciones, procedimientos, métodos para muchas cosas; se aprenden montajes experimentales, etc. Y todo eso que se aprende son informaciones, que si no se hace nada con ellas, se quedan en eso, en informaciones.

Pero, entonces, ¿qué es el conocimiento? De nuestra vida cotidiana sabemos lo que es el conocimiento ya que todos los días tenemos que actuar, que hacer cosas, abrir puertas y prender lámparas y, en cualquiera de esos eventos, para actuar tenemos que "diseñar" nuestras acciones: el conocimiento es lo que orienta nuestras acciones²².

Si nos encontramos ante una situación en la que no

basta con nuestra experiencia ni con los actos espontáneos que hemos interiorizado (o, como anota F. Varela, que hemos encarnado), para orientar nuestras acciones, necesitamos de otros elementos.

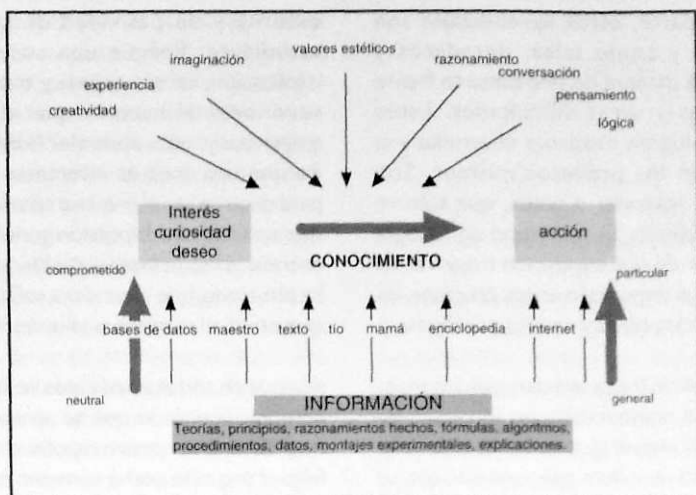
Supongamos, por ejemplo, que queremos hacer un jardín bajo la escalera. Como no sabemos cómo hacerlo entonces requerimos de información, y esta información puede encontrarse en los libros, las enciclopedias, en las redes internacionales o en los especialistas, en lo que dice el jardinero, etc. Existen muchas fuentes de información.

Ya tenemos la información: sabemos de plantas adecuadas, de la humedad aconsejable, del tipo de suelo apropiado, de los cuidados requeridos, etc. Pero la información no lo es todo, es necesario contextualizarla, es necesario hacer nuestro jardín. Entonces discutimos acerca de lo que haremos teniendo en cuenta el espacio disponible, la luz que incide allí, las fuentes de agua, las implicaciones de la humedad para los cimientos de la casa, etc. Finalmente, sobre la base de nuestra experiencia, la conversación con otros, los imperativos estéticos, el pensamiento, el razonamiento, etc., y claro, de la información, construimos nuestro jardín.

Y hemos hecho nuestro jardín como nuestro conocimiento nos lo ha orientado. Hemos utilizado la información pero además se han tenido que dar muchas otros procesos, al hacerlo se ha dado:

- un paso de lo general a lo particular.
- un paso de lo neutral a lo comprometido.
- se ha contextualizado la información.
- se ha razonado, se ha planeado, se ha discutido.
- Además, en este proceso han jugado papeles importantes la creatividad, la imaginación, el trabajo en equipo, etc.

²² Maturana, H. Y Varela, F. *El árbol del conocimiento*, 1994.



Ahora bien, a partir de lo que se hace en una actividad como ésta, que podría ser un ejemplo de las múltiples posibilidades del aula, volvamos a lo que usualmente se hace en nuestras clases. Al hacerlo nos encontramos con que nuestras prácticas usuales poco o nada tienen que ver con el conocimiento, casi todas están orientadas al aprendizaje de informaciones. Y como están orientadas al aprendizaje de informaciones, se presentan varias implicaciones con respecto a lo que se aprende, a cómo se aprende y a las disposiciones de los sujetos que aprenden frente al proceso mismo de aprendizaje, a la realidad que construyen en tal proceso y a su propia construcción del self (del sí mismo).

Cuando se considera el conocimiento desde la perspectiva del ejemplo, nos encontramos con que afirmaciones como que el conocimiento no es definitivo, que es y está en permanente construcción, que en el conocimiento el protagonista es el individuo, son evidentes, cosa que no sucede cuando estamos aprendiendo informaciones, ya que éstas son definitivas, absolutas, terminadas e independientes del sujeto.

Con el conocimiento pasan cosas similares a las que se dan cuando se habla de la tecnología. Para todos es claro que poseer los artefactos (celulares, DVDs, y otros) no es sinónimo de estar tecnológicamente al día. De la misma manera, repetir las ecuaciones y las leyes y las fórmulas y las teorías, no es sinónimo de estar en el mundo de la ciencia. No podemos confundir los productos con los procesos y una

teoría o una fórmula es el producto de la actividad científica, y como producto que es, es información.

Ahora bien, lo que es fundamental y se aprende en un proceso en el que el individuo se embarca en actividades comprometidas con el conocimiento no son las metas, propiamente dichas, sino ciertas habilidades y disposiciones que usualmente son muy difíciles de prever. Entre éstas vale la pena enfatizar en las siguientes, que seguramente deberían ser la preocupación principal de las actividades escolares.

- Acceder a la información pertinente que está disponible y hacerla significativa.
 - Planear, hacer un diseño de lo que se va a hacer, controlar las variables, dividir el trabajo, establecer normas e identificar liderazgos.
 - Aprender de los errores, aprender de la conversación y con ello, contribuir a la construcción de la alteridad.
- También se logran elementos de valoración íntima en lo que se denomina la construcción del self, tales como:
- Lograr confianza en la propia racionalidad.
 - Lograr valoración de la imaginación y la creatividad.
 - Construirse como protagonista.
 - Sentirse constructor del mundo, de la realidad.

Notemos además, cómo estos valores difícilmente se logran cuando las metas del trabajo son el aprendizaje de la información, por la información

misma. Por otra parte, estos aprendizajes son caracteriológicos y como tales, duraderos y constitutivos de una manera de posicionarse frente a otros problemas y otras dificultades. Estos aprendizajes no se logran mediante el estudio y la repetición, sino en los procesos mismos. Son aprendizajes como aprender a nadar, que sólo se puede aprender nadando. El optimismo no se logra simplemente a partir de una exposición magistral, es necesario construir tal disposición en los procesos, en las interacciones con los otros y con los problemas.

Es claro que muchos de los proyectos que los maestros de ciencias han presentado a los foros son de este corte. Quiero al respecto decirles que con ello se está construyendo un nuevo país, que con ello se está contribuyendo a la formación de ciudadanos protagónicos, activos y capaces de transformar nuestra patria en un entorno vivible, entusiasta y optimista. Y ese es un compromiso político.

Con respecto al aprendizaje debemos añadir algo más. Se trata de volver sobre la ya vieja afirmación de G. Bateson, quien nos dice que cuando se da un aprendizaje, simultáneamente con él se dan otros aprendizajes²³. Es por eso que en el caso de la escuela cuando se establecen contenidos disciplinarios como metas, el fin, esto es, el logro de las metas, no justifica que se utilice cualquier medio, como parece que está sucediendo en nuestras escuelas cuando se busca que los niños y adolescentes memoricen las informaciones y procedimientos disciplinarios a cualquier costo y de cualquier manera.

Para todos, especialmente para los maestros, es claro que una de las satisfacciones más grandes que existen es la comprensión, es el haber resuelto por sí mismo un interrogante, es el haber explicado lo que nos sorprende. En este sentido la comprensión derivada del conocimiento que se construye es una de las ilusiones de los niños que van a la escuela, sin saber que la escuela no es para eso, sino para preparar exámenes. Aquí hay dos problemas, por una parte la frustración que se deriva de reconocer que la escuela poco tiene que ver con el conocimiento y, por otra, la comprensión de que el aprendizaje se da en un contexto de imposición

externa y de pasividad de quien aprende, el estudiante. Porque una cosa es elaborar una explicación, así sea errada y tratar de sustentarla y reconocer al hacerlo que no cumple con las exigencias y, otra, aprender la explicación del texto. Porque una cosa es inventarse un procedimiento para determinar el n-ésimo término de una sucesión, que aprender su expresión general. Porque una cosa es tratar de solucionar el problema que uno mismo se ha planteado, que aprender a solucionar los problemas que otros, el maestro o el texto le plantean.

Aunque en todos estos casos se llegara a lo mismo, la comprensión de lo que se aprende es diferente. Es muy distinto ser pasivo repetidor que activo inventor. Sólo el segundo podrá cometer errores y con ello se involucrará en procesos genuinos de aprendizaje.

Es posible que la edad de la globalización del empleo privilegie a aquellos que aprenden en la escuela a ser pasivos frente a la posibilidad de inventar problemas, a ser obedientes al aplicar las estrategias de los manuales de instrucciones, a ser repetidores de datos e informaciones e infalibles al aplicar las recetas. Pero, seguramente Colombia requiere más bien de personas activas frente a la realidad en que vivimos, responsables frente a sus actos, de personas imaginativas que inventen otras alternativas y que cometan errores en los procesos y, con ello, que sean conscientes a la vez, de su aprendizaje y de su imaginación.

El progreso

La idea de progreso es la de una autopista que conduce a un único lugar y que al borde de la carretera se van quedando quienes no están preparados y no fueron capaces de adaptarse a las exigencias del progreso. Al borde de la carretera está el fracaso, están los errores, está la disidencia, están los que piensan de otra manera.

Se asegura que como el número de invenciones de los últimos veinte años es mayor que el que se había dado en toda la historia anterior de la humanidad, estamos progresando. Que existe una dirección de desarrollo: el que indica la innovación en tecnología, el artefacto tecnológico. Y esto se dice sin considerar

²³ Lohlé-Luhmen, *Pasos hacia una Ecología de la mente*, 1998.

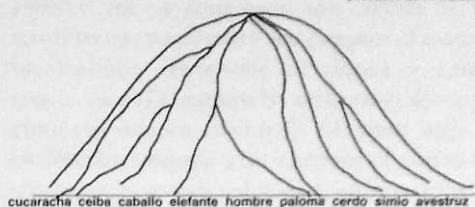
ni el daño ecológico que se está haciendo a nivel planetario, que pone en peligro la vida misma, ni que solamente un porcentaje miserable, quizás del 5% de la humanidad se esté beneficiando de tal desarrollo, ni que el 90% de la humanidad viva hoy en condiciones más miserables que hace veinte años. Así y todo, el desarrollo y el progreso se ven como realidades que apuntan hacia el mismo punto y, supuestamente, que hacia allí debemos caminar todos. Uno de los ejemplos que como argumento se utilizan para justificar la existencia de los caminos únicos y por consiguiente de una flecha de desarrollo es la teoría de la evolución de las especies. Para quien haya mirado un libro de biología en donde se trata de las teorías de Darwin, no es extraña la imagen de una escalera en la que a partir del agua surgen los seres vivos que en una escala ascendente llegan a ser hombres. En el camino quedan los simios, los caballos, las lagartijas, los insectos, las plantas, ... y en la cúspide, el hombre, el rey de la creación. Entonces se nos presenta un universo antropocéntrico, en el que lo que no sea humano es un error, el ser humano que es el arquetipo de la perfección, el ser humano ha sido hecho a la imagen y semejanza de Dios.

Esta concepción justifica la idea de progreso a partir de consideraciones científicas por dos razones; en primer lugar, de una manera explícita muestra que el desarrollo y el progreso son opciones únicas que se dan espontáneamente en un devenir natural puntual, en la evolución de las especies; y, por otra, nos coloca en un universo de disposiciones para aceptar en cualquier otra dimensión de la vida la flecha del desarrollo como una alternativa única y natural.

Lo que es curioso es que esta no es la única manera de comprender la teoría de la evolución de Darwin. Porque lo que plantea Darwin es un mecanismo para explicar la deriva de las especies: en su evolución las especies en su interacción con el medio, se transforman recíprocamente, de tal suerte que, por ejemplo, en el caso del caballo, existe una evolución del caballo y también una evolución de la pradera. Y en cada nicho ecológico las soluciones evolutivas son diferentes, de tal suerte que no existe una opción única de evolución.

Humberto Maturana nos propone en su libro ya citado antes una manera diferente de ver las cosas mediante lo que él denomina la metáfora de la gota de agua.

(Metáfora de H. Maturana)



De acuerdo con esta imagen, una vez surge la vida, las posibilidades de construir acoplamientos estructurales recíprocos son muchas y éstas se multiplican en el devenir mismo, de tal suerte que una gota que se desliza hacia abajo en las faldas de la montaña puede seguir múltiples caminos y éstos pueden bifurcarse y continuar por la ladera de manera impredecible y única. En estas circunstancias suponiendo un corte en el tiempo, las especies que como gotas existen en tal corte pueden haber seguido múltiples caminos de interacción y todas se encuentran en términos de la evolución en situaciones análogas. Viendo de esta manera la evolución de las especies nos encontramos con que son igualmente exitosos los hombres y las cucarachas, o las hormigas, o el elefante o una ceiba o el pasto del jardín. En estas condiciones se acaba el antropocentrismo, aquí los hombres somos un ejemplo más de las especies exitosas e, incluso, nos quedamos sin ningún argumento para sostener que seamos la especie más exitosa. Así como la metáfora de la escalera se ha convertido en argumento para justificar la idea de progreso y de desarrollo, también ésta podría utilizarse para comprender todos estos fenómenos de interacción a los que hemos hecho referencia antes.

Por ejemplo, a partir de la metáfora de la gota, podríamos ver lo que sucede no ya con los organismos en la evolución de las especies, sino con el aprendizaje, en fin de cuentas la evolución en el ámbito de las especies es un conjunto de fenómenos muy parecido al aprendizaje para el caso de los individuos. Al hacerlo encontraríamos que lo que aprende cada individuo a partir de experiencias análogas es diferente, esto es, que no solamente los aprendizajes son diferentes para cada individuo, sino que son impredecibles. La impredecibilidad de los aprendizajes es tanto mayor en cuanto se trate de aprendizajes más trascendentales y duraderos. Mientras dos personas sometidas a los tratamientos de repetición y memorización escolares pueden dar

cuenta de aprendizajes similares en las pruebas estandarizadas, dos hermanos en los mismos ambientes familiares y con experiencias en entornos sociales y escolares similares, pueden ser caracteriológicamente diferentes. Qué es lo que hace que sean tan distintos, es una pregunta pertinente e inquietante para algunos, aún existen resultados que no se pueden prever. Esto puede ser reconfortante para nosotros.

Consideraciones similares son válidas cuando se considera la felicidad y las múltiples posibilidades de ser feliz, más allá del prototipo de felicidad usual que muestra a los individuos como consumidores de artefactos o de modas. Mientras algunas personas para ser felices requieren de un televisor, otros podrán ser muy felices ante un atardecer.

Consideraciones

Luego de los planteamientos anteriores con respecto al progreso, al aprendizaje y al conocimiento queremos volver a nuestro punto de partida. Las tendencias homogeneizantes e individualizadoras que imperan en nuestro medio no solo están apuntando a que cada vez esté más distante la posibilidad de embarcarnos en la aventura de la ciencia y la tecnología, sino que nos distancian más de la posibilidad de irrigar nuestra vida cotidiana con elementos determinantes de la cultura científica en la toma de decisiones. Es posible que con lo que se pretende hacer se logren personas más eruditas en el manejo de informaciones, esto es disciplinariamente formadas para resolver los problemas que otras personas o la disciplina les plantean, pero seguramente incapaces de embarcarse en sus propias inquietudes y problemáticas ya que con las formas de trabajo que se están instituyendo no existe un lugar para las búsquedas autónomas, la creatividad o la imaginación, ni se han construido las seguridades íntimas y la confianza en sí mismo que se requieren para inventar. Seguramente debido a la carencia de vivencias de conocimiento genuinas, no se avanzará en la formación de una cultura científica que nos oriente a nosotros y oriente a nuestros

conciudadanos en la toma de decisiones sobre la base de la investigación y el estudio de los contextos.

No solamente debemos reiterar en la importancia de introducir en las actividades escolares el conocimiento, sino de valorar en tales eventos la diversidad. La diversidad debemos considerarla en todas sus manifestaciones, no solamente como un valor inmenso en el ámbito de los recursos naturales, sino como una fuente de conocimientos y de alternativas al considerar la diversidad cultural. Es la diversidad la que dinamiza los grupos de trabajo, es la diversidad la que posibilita la construcción del conocimiento en la conversación, es la diversidad en términos de la existencia del otro lo que posibilita la construcción de novedades. Somos seres gregarios que requerimos siempre del otro para reafirmarnos en nosotros mismos, en nuestras miradas y en nuestros descubrimientos. La idea de que en la investigación científica cuando se están buscando novedades, se sigue un método, el método científico, es la exarcebación de los caminos únicos, es un llamado a la homogeneidad y la rutina. Pareciera que caminar por senderos diversos, está prohibido. El método científico se convierte en una trampa: para encontrar las novedades, debemos primero saber qué es lo que vamos a encontrar y luego si encontrarlo. Y la historia de los científicos en los trances de invención niega permanentemente tal presunción. El método científico condena al arrinconamiento a las únicas fuentes de conocimiento novedoso, la intuición y la abducción, impulsadas por el error.

La exigencia del método científico mantiene a los individuos encadenados a las disciplinas y a los acertijos disciplinarios, como si la novedad en la ciencia no proviniese de múltiples fuentes, del arte o, incluso de la vida cotidiana. No se trata de esperar a que las novedades aparezcan como por arte de magia, es necesario inventarlas. No es un problema de descubrimiento sino de invención y la invención como toda creación es un proceso de recurrencia íntimamente ligada con las experiencias de quien inventa.

Ciencia y sociedad

Georges Charpak
Premio Nobel de física 1992

Queridos colegas, queridos amigos:

El título de esta conferencia es demasiado vasto, lo cual me deja la posibilidad de hablar de manera muy general.

Si me hubiera tocado realizar esta conferencia cuando tenía 30 años, 40 años, 50 años, 60 años — aquí me detengo para que ustedes se imaginen... —, en cada caso habría sido una exposición totalmente diferente porque cada diez años, en el campo de la ciencia todo cambia y cada vez de una forma más rápida. La ciencia ha cambiado durante el período de mi carrera científica y la percepción de la ciencia por parte del público también ha cambiado mucho.

Hace algún tiempo —no muy lejano para mí pero sí para ustedes que son jóvenes— la ciencia le creaba a la humanidad muchas expectativas y esperanzas. Actualmente, en cambio, la ciencia inspira una especie de terror.

En el gran anfiteatro de la Sorbona de París, en compañía del presidente de la república y del primer ministro francés, recientemente festejábamos el centenario del descubrimiento de la radioactividad por parte de los esposos Curie. Estaban allí todos los medios, en especial la televisión. Quedé bastante sorprendido al comprobar que esta ceremonia no fue transmitida para el gran público porque no se consideraba un evento popular, pues, entre los periodistas, existen algunos enemigos acérrimos de la ciencia para quienes el descubrimiento de la radioactividad es un obstáculo para el género humano.

Recuerdo que en aquella ocasión se me acercó una mujer joven, que tenía la edad más esplendorosa de la mujer y me dijo "Señor Charpak, ¿cómo se les ocurre a ustedes celebrar un hecho tan abominable!". Yo la miré. Ella tenía 40 años, o sea la esperanza de vida de una mujer en la época en la

cual fue descubierta la radioactividad, justo cuando la esperanza de vida había avanzado hasta los 80 años. Tal cambio fue un progreso importante y precisamente esta persona, a quien la ciencia le había concedido la posibilidad de prolongar su vida, despreciaba este gran descubrimiento científico.

Esta posición de desconfianza se presenta no solamente en relación con la radioactividad, sino también en relación con la ciencia en general. Actualmente, en las naciones industriales, el número de personas que han culminado su bachillerato y se han encaminado hacia las ciencias ha disminuido en el curso de los últimos cinco años en un 30%. Poco a poco, nos estamos convirtiendo en una sociedad oscurantista e ignorante. Mi pesimismo nace al constatar que este oscurantismo está ampliamente extendido en nuestras sociedades. En un país como Francia, el 80% de las personas que poseen un diploma en letras cree en fenómenos paranormales, extraterrestres y tonterías de este estilo. El porcentaje entre los científicos que creen en lo mismo es de un 55%. No obstante, el porcentaje de campesinos que creen en estas cosas es de un 18%. Nos tranquiliza entonces saber que los campesinos sí tienen bien puestos los pies sobre la tierra. Es así como la gente de la que se supone que está más atrasada, es menos atrasada que aquellos que se creen intelectuales. Comprobamos así que existe una especie de regresión, la cual se debe a algo muy sencillo: la ciencia se ha desarrollado a un ritmo tan vertiginoso que ha tomado a la sociedad por sorpresa. La gente no estaba preparada. A algunos les encanta utilizar cifras y pretenden decir que los conocimientos científicos se duplican cada tres años. Personalmente considero que esto es algo superficial.

Sin embargo, creo que la ciencia ha transformado el mundo y lo está transformando de una manera muy rápida. Ella transforma nuestra vida diaria, nuestro entorno cotidiano. Hay gente que pierde

su empleo a causa del desarrollo científico. Por ejemplo, en los países industrializados, el fenómeno de la emigración de los campesinos a la ciudad los convierte en especie de proletarios, de marginales que se sitúan en los cinturones de miseria de las grandes ciudades. Parecería que el progreso científico los condena a desaparecer. Sin embargo, la gente no tiene deseos de desaparecer; por eso se rebelan frente a esta situación, atribuyendo su miseria a la ciencia. Estos desplazados afirman que sus padres vivían mejor que ellos. Entonces ¿Cómo se puede superar esta situación? Existen muchas religiones, sectas y filosofías que hunden sus raíces en pasados lejanos o recientes; su desarrollo es bastante desigual. Entre todas ellas, hay algunas que son verdaderamente retrógradas — advierto que soy muy tolerante—. Existen en todo el mundo más o menos 1.500 creencias entre religiones y sectas, de las cuales yo podría afirmar que 150 son más o menos aceptables. Esta apreciación no la considero como sectarismo de mi parte. Recientemente se citaba el caso de un médico muy importante en la India que era "jaísta" y que nunca bebía agua sin haberla filtrado porque sostenía que si el agua contenía bacterias, había que respetar la vida, que no se podía consumir un líquido donde hubiera vida. Puros mitos. Con relación a la alimentación, por ejemplo, en ciertas sectas existen reglas supremamente estrictas. A este señor lo podríamos excusar teniendo en cuenta que procede de un país como la India, donde existen demasiadas sectas y supersticiones. Pero sucede que en Francia hallamos casos similares pero con relación a la actitud frente a la ciencia. Ustedes saben —o quizás no; yo no lo sabía antes de interesarme en la física, no me importaba— que todos nosotros somos radioactivos sencillamente porque tenemos potasio en el cuerpo y si uno de ustedes no lo tuviera, le tocaría ir corriendo donde el médico para que le recetara pastillas de potasio. Desde hace millones de años, este potasio se encuentra en altas concentraciones en el cuerpo humano. Alguien normal tiene un poco más de veinte millones de bequerels, es decir, átomos que se desintegran a la velocidad de 10.000 por segundo y sin embargo, ustedes no se preocupan por esto.

Existen algunos falsos ecologistas que siembran el terror cuando se producen fenómenos que irradian menos potasio que aquel que irradian nuestros propios cuerpos. Es decir, lo que produce su propio potasio puede ser mayor de lo que produce el

desprendimiento de una roca o las radiaciones cósmicas: ¡Esto puede ser tan sólo un céntimo de lo que produce el cuerpo humano!

Hay en el mundo un porcentaje de políticos (un 20 o 25%) sobre cuyos hombros pesa la gran responsabilidad de tomar decisiones importantísimas para la supervivencia del género humano. Pensemos que actualmente somos seis millares sobre la tierra y en el próximo siglo seremos nueve millares. Es decir que si se toman decisiones equivocadas, tendremos millones de personas viviendo en condiciones degradadas. Si se deja a estos millones de personas por fuera de la mundialización y de sus beneficios, pueden ocurrir grandes catástrofes. Se podrá generar un gran clima de inseguridad y fanatismo, lo cual amenazará la propia existencia de aquellos que gozan de todos los beneficios y garantías de las sociedades desarrolladas. Para aquellos que disfrutan de los placeres que brindan estas sociedades (esto lo coloco entre paréntesis porque ello puede ser una pesadilla para algunos) existe un verdadero peligro cuando las decisiones que conciernen al futuro de la humanidad pueden ser tomadas por personas que no tienen la competencia científica para hacerlo; personas que viven en sociedades donde la gente o es ignorante o se deja llevar por supersticiones.

Ahora bien, no hay que desconocer que la energía nuclear es peligrosa. El fuego es peligroso: Juana de Arco fue quemada en la hoguera y son innumerables las ciudades que han sido arrasadas por el fuego. A pesar de todo, nadie dice que hay que dejar de lado el fuego. Durante las guerras, por ejemplo, fueron asesinadas millones de personas con fuego; en la Segunda guerra mundial, con la bomba atómica, pero éste es un caso particular. No podemos desinventar la energía nuclear. Si por ejemplo los chinos —que son un millar cuatrocientos mil— se negaran a utilizar la energía nuclear y en vez de ello utilizaran el carbón que en China se encuentra en abundancia, todo el planeta se vería amenazado por ello a causa del cambio climático. Se ha previsto que el cambio climático que se producirá en los próximos 100 años será comparable al ocurrido en los últimos 15.000 años. Nosotros no estamos preparados para esto, no por falta de recursos, sino porque simplemente somos sociedades con ciertas costumbres que resultarán inadecuadas para afrontar los cambios a venir. Es el caso de Francia, donde hoy contamos con más de 100.000

inmigrantes clandestinos. Cuando haya un millón o cien millones de ellos porque los continentes se inundarán y muchas personas vendrán a refugiarse en nuestro país, entonces, ¿Qué haremos nosotros? ¿Los arrojaremos a las playas y al mar?

Hay que tener en cuenta la ciencia para garantizar la supervivencia de la humanidad y su coexistencia con las demás especies.

En el caso de la energía nuclear, todo el mundo tiene derecho de expresarse al respecto, de decir por ejemplo que le gusta o no, pero aquí no radica el problema. El verdadero problema al que estamos enfrentados actualmente es la existencia de personas que manipulan a las mayorías y explotan su ignorancia. ¿Qué se puede hacer para luchar contra esta situación? Realmente no veo otra solución por fuera de la educación. Hay que tener en cuenta que nosotros somos los herederos de una sociedad que comenzó gracias a una mutación, proceso que finalizó hace más o menos 10.000 años cuando se dejó cazar y se empezó a cultivar, a forjar metales a fabricar artesanías y fue así como, poco a poco, nos fuimos diferenciando de los animales. Entonces en aquel momento ocurrió algo extraordinario: se produjo una especie de explotación de nuestro capital genético, lo cual permitió que se inventaran las religiones, las filosofías, las artes... —iba a decir las ciencias, pero lo que se inventó en realidad fueron objetos que despertaron más tarde la curiosidad científica, como por ejemplo el fuego. Inicialmente, el ser humano se limitó a adorarlo o a temerle. Los descubrimientos científicos se han producido en los últimos tiempos de una manera vertiginosa. Después de que se descubrió la radioactividad en 1897, bastaron únicamente 20 años para saber que el átomo estaba compuesto de núcleos, descubriendo así la energía nuclear.

Desde hace cuatro siglos debemos a Galileo el nacimiento del espíritu científico; es decir, la fusión de las matemáticas, la experimentación y el sentido de la observación, basado en la curiosidad natural del ser humano, o sea, lo mismo que están realizando nuestros niños en las escuelas de Bogotá y de todo el mundo a través del proyecto "pequeños científicos".

De esta forma, se produjo una revolución, una transformación completa en la evolución social; se

dio paso así a una relación más estrecha entre ciencia y sociedad. Fue como una especie de coqueteo que se inició hace miles de años; doscientos mil años, quizás. En sus comienzos, fue un coqueteo distante. La ciencia y la sociedad se hacían guiños, trataban de mirarse, pero no lo hacían directamente a los ojos. Así se fue progresando hasta un flirteo más avanzado, evidenciado en la aparición del artesanado y de la industria (hace 10.000 años). Esto desembocó en una seducción materializada, en una especie de matrimonio de amor el cual, como todas las relaciones amorosas, se fue construyendo en medio de batallas feroces, hasta consumarse como un verdadero matrimonio de amor muy fértil. Fue ésta la relación de dos esposos: ciencia y sociedad. En esta relación, la ciencia aparecía como amenazando la supervivencia de la sociedad y, de esta manera, se producían peleas en las cuales los esposos se tiraban los platos a la cabeza. Para evitar este destino trágico, los vecinos intentaban intervenir, como lo hacen frecuentemente cuando se dan cuenta de que cerca de ellos hay parejas que se pelean y que están a punto de divorciarse. Es decir, llega un momento en el cual aflora la parte primitiva del ser humano.

A este propósito, yo olvidaba decir que toda esta situación era producida por gente que tenía una herencia genética primitiva; o sea, por seres descendientes del hombre de las cavernas. Tanto ustedes como yo, somos descendientes de ese primitivo hombre de las cavernas. A este nivel, todos nosotros somos hermanos. Nuestro material genético se forjó a lo largo de cientos de miles de años. En las sociedades primitivas el problema principal consistía en la defensa: defenderse y luchar contra las bestias feroces, los fenómenos naturales y contra sus mismos congéneres; en suma, contra las leyes de la evolución, de suerte que los hombres que lograron sobrevivir fueron seres humanos extremadamente bárbaros, capaces de realizar las más grandes masacres, pero al mismo tiempo capaces de adherirse a prácticas religiosas cuyo valor esencial era el amor. Esta es una de las paradojas de la naturaleza humana.

Para continuar con la imagen de nuestro matrimonio, la de esos esposos que se estaban matando entre sí, podemos proponer dos soluciones: hacer intervenir un juez, el cual los hará razonar y les impondrá la ley. Se puede pensar por ejemplo en Bush. La otra alternativa son los vecinos que

intervienen amablemente para convencerlos de que dejen de pelearse, de que a pesar de haber dicho y hecho tonterías, vale la pena y es necesario salvar su unión. A decir verdad, nosotros debemos optar por esta segunda alternativa ya que nos es preciso comprender que la situación terrible de guerra en la cual vivimos se debe al hombre prehistórico que cada uno de nosotros lleva dentro.

Es por ello que existen conflictos tan horribles como el del Medio Oriente, en los cuales, la pasión que los embarga no los haría dudar en utilizar armas de destrucción masiva si ellos las tuvieran —y señalo bien, si las tuvieran. Ellos no las poseen, somos nosotros los que las tenemos y por esta razón sabemos muy bien lo que se puede hacer con ellas. Con las armas nucleares seríamos capaces de exterminar no toda la humanidad (hay idealistas que exageran), pero sí un millar de personas. Existen por ejemplo, actualmente, armas nucleares de destrucción masiva, basadas en la biología, que ya están a disposición en los arsenales nucleares de ciertos ejércitos. Miremos la incidencia de la epidemia que se ha desatado recientemente en China y cuyo origen es la mutación de un microbio surgido de una bacteria. Imagínense cuando los biólogos realizan cosas extraordinarias como en el caso de la industria farmacéutica. Podrá haber gente con suficientes dólares, poder y tiempo para tejer un virus adaptado para aniquilar la raza humana. Es algo que hoy por hoy se puede lograr fácilmente. Además, es muy fácil de transportar, más fácil que tomar un avión para realizar un tour. Ésta es simplemente una advertencia del destino. Estamos entonces amenazados por algo terrible si no apagamos el fuego que en la actualidad está encendido sobre la tierra. La única solución para apagar este fuego es la solidaridad mundial en materia económica. No considerar que por causa de la herencia genética que tenemos se deben perpetuar las desigualdades que han separado a los más fuertes de los más débiles. En este punto, es la educación la que puede impedir la destrucción; una educación en la cual impidamos que los cerebros de nuestros niños sean lavados hasta el punto de encasillarlos en clanes enemigos, peleando los unos contra los otros hasta el exterminio, como en el pasado cuando se aceptaba que dos pueblos vecinos se odiaran a morir. Así ocurrió con los alemanes y los franceses en las guerras mundiales. El resultado fue la pérdida de millones de vidas y una destrucción

tan enorme en Europa, de la cual todavía no nos hemos recuperado por completo. Esto no lo podemos volver a permitir nunca más.

Por ello hay revisar y reevaluar completamente la manera de educar a nuestros niños. Desde este punto de vista, constituyen un gran aporte las iniciativas que existen actualmente, que se desarrollan a nivel internacional y que se benefician del apoyo de las academias internacionales de la ciencia y de algunos profesores e investigadores de alto rango como Karen Worth. Todos ellos han logrado crear herramientas y métodos que potencialmente, en un lapso de diez años, nos permitirían cambiar completamente la educación.

En la pancarta de este Foro está escrito: "De la curiosidad científica a la actitud científica". Esta idea se basa en dos cosas. Primero, en el deseo y la voluntad del género humano de evitar una tragedia y, segundo, en la observación inteligente y la comprensión de lo que son los niños. Cuando se decía que los niños tenían una actitud científica frente al mundo, yo consideraba que era algo demagógico, pero ahora he comprendido que es verdad. Los investigadores científicos también son como los niños que frecuentemente se pelean por tonterías. Los niños son como estos científicos: curiosos por naturaleza y desde su más temprana edad se lanzan al descubrimiento del mundo. Los científicos no van a un laboratorio para encontrar allí gente fría y antipática. No. Es la curiosidad la que los mueve, la que los impulsa a investigar y a realizar descubrimientos. Ahora bien, si aprovechamos esta tendencia innata en los niños, brindándoles la oportunidad de acercarse a la ciencia, de crear los conceptos, de descubrir lo que es el mundo, jugando y deleitándose, pero al mismo tiempo aprendiendo a leer, a escribir, a comunicar; utilizando su entusiasmo por la actividad científica, veremos resultados como los que ya se están produciendo en las escuelas que tuve la oportunidad de visitar en Bogotá y donde vislumbré grandes esperanzas.

Allí observé algo que se puede copiar y, quizás, al copiarlo, podremos avanzar rápidamente. Hay profetas que dicen tener la solución y conocer el verdadero camino. No sabemos a cuál hacerle caso y a cuál seguir pues hay demasiados. Pero en los lugares donde se lleva a cabo el proyecto de "pequeños científicos", como en Estados Unidos,

Suecia o Francia, encontramos verdaderas joyas. Estas joyas son esas escuelas que funcionan de acuerdo con este principio. Aquí, en los colegios de Bogotá, quedé encantado cuando tuve la oportunidad de ver una práctica verdaderamente formativa: los alumnos de bachillerato de los cursos superiores ayudando a sus profesores a explotar los materiales didácticos que tienen a su disposición. Esta práctica se puede generalizar y convertir en una fuente de recursos extraordinaria. Entonces, sería oportuno que quienes todavía no han visto esta experiencia vayan a visitar estos colegios para que se maravillen y la pongan en práctica.

En mi caso personal, sólo comencé a interesarme en este tipo de práctica pedagógica después de haber visitado una escuela en un ghetto de Singapur, la cual funcionaba exactamente de esta manera. Fue así como llegué a la conclusión de que ésta es la solución a un problema fundamental. Ustedes deben saber que en Francia existen barrios difíciles, tanto o más como los que hay aquí, donde se presentan situaciones bastante conflictivas. A las escuelas de estos barrios acuden hijos de inmigrantes, niños de diez o más nacionalidades diferentes que en muchos casos no hablan el mismo idioma y, sin embargo, nada les impide integrarse, unirse en torno a una actividad común. Por esta razón yo creo que una colaboración internacional de todos los países sobre este gran tema sería posible. Actualmente, están a nuestro alcance las ayudas multimedia, las cuales constituyen armas que debemos saber utilizar y que son de gran ayuda. Por ejemplo, es muy común que una maestra sin mucha formación científica se sienta incómoda cuando un alumno le hace una pregunta que ella no sabe responder. Para los maestros es muy tranquilizante saber que si consultan esta pregunta en una página web, obtendrán respuesta en menos de 36 horas, porque allí cuentan con el concurso de 90 científicos, los cuales en ocasiones tampoco tendrán la respuesta y se verán obligados a preguntarle a otros colegas. He aquí un buen uso de la Internet. No hay mala utilización. No tenemos nada en contra de la tecnología desarrollada si ésta se utiliza como es debido.

He tenido la suerte de visitar algunos países donde he visto reproducirse este método como una enfermedad. Es el caso de China, en Shanghai, un país de un millar cuatrocientos mil habitantes. Personas inteligentes, en condiciones muy diferentes a

las nuestras, lograron crear este desarrollo. Creo por lo tanto, que es necesario crear una especie de red mundial para ayudarnos mutuamente y, por otro lado, convencer de ello a los políticos, quienes no son tan malos como parecen; simplemente, es imposible que tengan la solución a todos los problemas. En nuestro caso, nosotros podemos aportarles una solución que ellos podrán verificar si visitan estas escuelas de sus propios países.

Muchos de los profesores franceses nunca se hubiesen imaginado que ellos podrían lograr un desarrollo semejante aplicando este método. Ustedes están logrando actualmente un tal grado de excelencia en sus procesos y resultados que la próxima vez que me corresponda invitar a alguien para que compruebe las bondades del método, preferiría traerlo a las escuelas de Bogotá en vez de llevarlo a las de París.

Me ha parecido mejor hacer una conferencia corta para entablar un diálogo con ustedes. Yo podría hablarles una hora más, pero eso sería demasiado cruel y ustedes se aburrirían.

Preguntas - Respuestas- Anécdotas

Había dejado de lado una anécdota, sencillamente porque cuando uno se vuelve viejo se le van olvidando las cosas y no siempre se escriben. Es algo que sucedió entre los siglos XV y XVI. En aquella época se quemaban vivas a las brujas para hacerlas confesar sus brujerías, que consistían especialmente en lanzar maleficios, por ejemplo, contra los animales, para hacer perder una cosecha o para enfermar a los niños. En el curso de esos dos siglos, fueron quemadas en la hoguera cerca de quinientas mil brujas. Cuando eran quemadas, bajo la presión de la tortura, estas supuestas brujas confesaban que habían lanzado esos maleficios. Ocurrió entonces que un jesuita muy importante, reunió un comité (desde aquella época ya existían) con el fin de determinar la relación entre las maldiciones de las brujas y los efectos reales producidos. Después de haberse llevado a cabo la investigación, el comité no halló relación alguna entre dichas maldiciones y los efectos esperados. Por lo tanto, se prohibió quemar a las brujas para hacerlas confesar bajo tortura. Efectivamente, al cabo de 20 años esta costumbre había desaparecido por completo.

Esta anécdota nos demuestra que, ni las cosas ni el

ser humano son espontáneamente científicos. Por ello, en esta nueva educación que se está practicando, es muy importante hacerle entender a los niños, desde la edad de los 5 años, lo que son los fenómenos producidos por el azar (la casualidad). Enseñar y comprender esto es algo tan importante como la aritmética. De esta manera, ellos no se dejarán embaucar. Así, cuando alguien les venga con cuentos, ellos tranquilamente le replicarán: "Deme pruebas concretas y reales. ¿Cuál es su hipótesis?" Es decir, responderán dentro del espíritu científico y racional en el cual han sido formados.

Sería más sencillo para nosotros educar niños que encontrarían fácilmente un empleo si se les da recetas y se les imparte una educación libresa. Pero se trata, por el contrario, de enseñarles a aprender, a hacer preguntas. Fue esto lo que comprendió perfectamente el ministro de educación de China. Él me lo expresó saliendo hace poco de una reunión, después de haber visitado una escuela como las que yo visité aquí en Bogotá: Es el ejemplo más claro de iniciación a un debate democrático, el aprendizaje a través del debate democrático.

Desde esta perspectiva, nosotros tenemos grandes ambiciones. Es necesario entonces que hagamos progresos en este sentido. Si, a pesar de las grandes reformas, en diez años no hemos resuelto los problemas, es urgente encontrar soluciones políticas. Teniendo en cuenta que el "sheriff" que se nos presenta actualmente —incluso si es el más fuerte— no logra la unanimidad, nos corresponde a nosotros encontrar la manera de mejorar y fortalecer nuestras organizaciones internacionales. Todas estas organizaciones nacieron después de las grandes catástrofes (la primera y la segunda guerra mundial), no esperemos entonces la llegada de la tercera catástrofe para actuar. Creo que ha llegado el momento de que la gente que tiene cargos decisivos en la política no se contente solamente con criticar a la ONU. Les corresponde tomar la iniciativa para proponer otra forma de organización.

La curiosidad crea la ciencia, pero ¿cómo volver a despertar la curiosidad en aquellas personas que al parecer la han perdido o la tienen oculta?

Una de las formas de atacar este problema es trabajar con los niños recién salidos de la escuela

maternal cuando su curiosidad está intacta. Sin embargo, la curiosidad se puede matar en los niños cuando se les descuida en las escuelas o en aquellos adolescentes que se dejan abandonados en las calles y que se les intenta convencer de que no se suiciden porque cuando sean viejos y mueran, irán al cielo y allí encontrarán muchas vírgenes y vivirán en un paraíso. La forma más común de matar la curiosidad en los niños es haciéndoles creer en dogmas, llenándoles la cabeza de supersticiones y creándoles miedos o falsas expectativas. Sinceramente, no tengo la intención de impedir en la gente el sentimiento sagrado. No se trata de impedir que la gente profese una religión. Si tomamos por ejemplo la época en que Galileo despertó el espíritu científico y fue condenado, hubo un conflicto entre la ciencia y la iglesia. Los científicos no tienen las respuestas a todas las preguntas que surgen. Contra lo cual hay que luchar vigorosamente es contra la costumbre de inculcarle a los niños todas esas supersticiones tan ordinarias que los embrutece. He aquí otro gran problema al que debe hacerle frente la sociedad. Para hacerlo, lo más sencillo es estimular la autonomía de los niños desde el momento en que ésta surge en ellos; brindarles la oportunidad de mirar y descubrir el mundo sin temores ni prejuicios para que puedan entenderlo plenamente y no convertirlos simplemente en instrumentos pasivos y embrutecidos.

Habla usted de un buen matrimonio entre la sociedad y la ciencia. Se puede afirmar que la sociedad está enferma. ¿Qué debe hacer la ciencia para lograr una pareja saludable?

La ciencia está hecha por seres humanos que descubren leyes naturales que son independientes de las ideologías y de las religiones. Las leyes son herramientas para la sociedad. La catástrofe se produce cuando la sociedad pretende rebasar los límites de estas leyes y romperlas. La sociedad debe interesarse por la ciencia y entender que ésta no es simplemente una cosa que nos permite fabricar artefactos, objetos como el teléfono celular por ejemplo. La ciencia es mucho más que esto; es uno de los productos maravillosos de la cultura. La gente que trabaja con la ciencia llora de alegría cuando observa un descubrimiento realizado por otras personas. Ha habido descubrimientos que han tenido una gran resonancia. Es el caso del Big-Bang. Cuando uno va a un salón de exposiciones en París, a

observar este fenómeno, lo primero que uno encuentra a la entrada es una jovencita muy bonita que nos hace la siguiente pregunta: "¿Qué creen ustedes que había antes del Big-Bang?" No piensen que al respecto tengo segundas intenciones o pensamientos maliciosos.

La teoría de la relatividad es algo que se ha vuelto tan popular que la gente habla de ello sin saber muy bien cómo funciona. Algunos pretenderán decir que existen señales luminosas que viajan a una velocidad superior a la de la luz, lo cual es una tontería completamente falsa. En el campo de la divulgación científica se producen errores de este tipo. Hay que tener muy claro que, frente a la ciencia, la sociedad manifiesta una gran curiosidad y lo que hay que evitar es que la ciencia caiga en manos de gente que no sabe nada al respecto, como ocurre por ejemplo con los medios de comunicación, en los programas de televisión, como me ha tocado ver a mí, haciendo creer cosas falsas. Allí encontramos personas que hablan de ciencia aunque ignoran sus principios más elementales. ¡Es increíble! Por ello, hay que impartir una educación científica en el sentido literal. He constatado un hecho maravilloso en América Latina: poetas que se interesan en las ciencias. ¿por qué un poeta no podría adquirir una formación científica, conocer la radiactividad, la teoría de la relatividad y la mecánica cuántica? Asimismo, un individuo de Estado podría permitirse esta formación científica que le sería bien útil a hora de tomar decisiones trascendentales. Lograr un nivel de conocimiento mucho más elevado que aquel que poseía, por ejemplo, Luis XIV.

Hay un nivel de cultura científica que podría ser adquirido por todo el mundo. Pero se presenta una separación entre la gente que entiende las matemáticas y los que no las entienden. No se trata de dominar las matemáticas que se enseñan en la universidad a aquellos que van a ser científicos puros. No es necesario tener ese nivel de conocimientos matemáticos para comprender la ciencia.

Para nuestra gran satisfacción, en el marco del proyecto "pequeños científicos", actualmente hemos comprobado en Francia que cuando se les pregunta a los niños "¿Qué quieres ser cuando seas grande?", muchos de ellos responden: "científico". Esta respuesta nos permite suponer que, en un futuro, estos niños no se van a dejar llevar por gurús,

hechiceros o charlatanes puesto que se habrán forjado una sólida cultura científica.

Cierta vez, un periodista malicioso le preguntó a un cardenal de la iglesia: "¿Debemos creer en las leyes de la naturaleza descubiertas por la ciencia o en las Sagradas Escrituras?" El cardenal respondió con una sonrisa: "Las leyes de la naturaleza son leyes decididas por Dios. La Biblia ha sido escrita por hombres que las interpretan y, como tales, se pueden equivocar". Los científicos no tenemos nada en contra de la religión. Lo que nosotros pretendemos es que en la sociedad la gente sea autónoma y pueda escoger y pensar libremente con criterio científico. Si esto se produce, nuestros países serán mejores y los fundamentos del Estado serán más sólidos.

Las siguientes son algunas preguntas formuladas por los niños:

¿Qué se siente siendo científico? ¿Cuál ha sido su mejor experiencia en su vida de científico? ¿Es fácil ser científico? ¿A usted, cuando era niño, qué lo motivó a incentivar su curiosidad científica?

Para responder estas preguntas en torno a las razones por las cuales yo me convertí en científico, yo les respondería diciendo que fue leyendo a Julio Verne y a Alejandro Dumas y de ninguna manera con la física que se me enseñó en el colegio. Yo inicié mi escolaridad a los siete años de edad en una escuela francesa. Antes de los siete años, no fui a la escuela. Corría libremente en mi tierra natal, entre la frontera de Ucrania y Polonia, donde se hablaban unas cinco lenguas que yo hasta ese entonces hablaba mal. Cuando llegué a Francia, mi preocupación principal fue la de aprender francés y, al cabo de un año, lo aprendí. Sin embargo, no me contenté con aprenderlo para mí, sino que obligué a mis padres a que lo aprendieran. De esta manera, pude aprovechar la oportunidad que brindaba este país (todavía la brinda pero más atenuada) de integrarse a través de la lengua y sus costumbres. Los franceses no te rechazan por tus credos religiosos o políticos, pero sí te miran con desconfianza si no pruebas aquellos quesos malolientes que, como dice el chiste, tienen tantos gusanos que caminan solos. Debes ser capaz de comer caracoles, ostras crudas y otras cosas que nos parecen repugnantes en mi tierra.

Yo comencé entonces realizando esa integración, leyendo sus autores: Alejandro Dumas y Julio Verne. Me gustaban porque hacían volar mi imaginación. Lo más terrible que puede ocurrir es matar la imaginación en los niños. A mí me gustaba por ejemplo hacer los problemas de geometría. Yo era bueno para la geometría. Me ocurría, por ejemplo, que sacaba cero en un examen porque no entendían mi letra, aunque el procedimiento y el resultado estuvieran correctos.

Francia es un país que posee una gran ventaja: incluso los más pobres tienen acceso a una educación de la mejor calidad. Solamente comencé a trabajar en la física a mis 24 años, cuando entré a una escuela de ingenieros. Yo no tuve una verdadera orientación profesional, pues mis padres no eran muy ilustrados. Se sentían orgullosos de mí y creían que yo era un genio cuando me veían resolver ecuaciones con facilidad. Yo lo hacía porque era para mí un verdadero placer.

Otra de las preguntas que se me ha hecho tiene que ver con la actitud de los maestros frente a la ciencia. Hay que decir a este respecto que la enseñanza de las ciencias en Francia tradicionalmente ha sido de muy mala calidad. En general, los maestros no han sabido explotar el potencial de sus alumnos. Existen, claro está, algunas facultades y escuelas donde la enseñanza es excelente, pero no son la mayoría. Por esta razón, los colombianos en particular, deben aceptar el reto de formar el espíritu científico en sus alumnos con miras a elevar la calidad de la enseñanza de las ciencias para que todos los problemas a los cuales me he referido puedan desaparecer.

Todo debe empezar desde la edad más temprana. Lo más abominable que puede ocurrir es atiborrar el cerebro de los niños y de los adolescentes,

saturándolos de tareas inútiles, atiborrándoles el cerebro como quien rellena un chorizo. Es mucho mejor aprender unas cuantas cosas, pero aprenderlas bien. No sacar 2/10 en un montón de cosas sino más bien, obtener 9/10 en cuatro o cinco fenómenos que se han aprendido desde el principio hasta el final, en todo su proceso, a través de la experimentación, tal como se practica en el proyecto "pequeños científicos". Aprendemos a comenzar algo y a terminarlo. En este campo no se trata de tener ideas geniales. Hay que partir de un terreno virgen en materia de experimentación científica en la escuela, ir registrando los resultados y los logros e identificando los estudiantes que se destaquen.

Tomemos por ejemplo la facultad más prestigiosa de Francia: La Escuela Politécnica. Allí, el 97% de los alumnos son hijos de profesores y ejecutivos. Esta no es la selección deseable. Esto no quiere decir que la mayoría de los alumnos de esta escuela estén dotados genéticamente de un talento matemático. Hay entonces que cambiar los criterios de selección para que no se determine la entrada a la enseñanza superior por el origen social y para que la mayoría pueda acceder a ella democráticamente y por decisión propia.

Es vital trabajar en pro de la alfabetización social de la ciencia. El tipo de enseñanza que preconizamos beneficia también a los demás campos del saber: al arte, por ejemplo. Un niño educado con este método experimental no podrá abstenerse de cantar cuando escuche a alguien hablando de música, porque los niños siempre querrán participar, crear.

Me parece, entonces, que es éste el comienzo de una gran reforma educativa, la cual nos puede llevar a mejorar ampliamente la calidad de la educación pública, ya que hacerlo no es costoso y puede producir unos resultados extraordinarios.

De las investigaciones internacionales a la práctica educativa como señalamiento para la educación científica

Michela Mayer

Instituto Nacional para la Evaluación del Sistema Educativo, Invalsi, Italia

El cuadro de referencia internacional

Las investigaciones comparativas internacionales siempre presentan tanto ventajas como límites: Buscar los elementos comunes entre varios países exige de hecho la superación del localismo y la autorreferenciación para llegar a asumir tendencias y a apreciar características de otros países que podrían incumbirnos en el futuro. El riesgo, sin embargo, es el de encontrarse evaluados con un instrumento que resulta o 'irrelevante' a nivel nacional, puesto que se halla muy lejos de las tradiciones propias o, peor aún, 'colonizador'; es decir, fruto de la predominancia cultural de un grupo de países sobre los otros y, por lo tanto, de la imposición de una única visión del mundo.

La reflexión sobre la didáctica de las ciencias que quiero presentar en este Foro educativo parte de los resultados de algunas investigaciones internacionales, particularmente de los datos recolectados por el Programa para la Valoración Internacional de Estudiantes, (*Programme for International Student Assessment, Pisa*), llevado a cabo por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (*Organizzazione per la cooperazione e lo Sviluppo Economico, Ocse*). Discutiré la imagen de educación científica que emerge de estos resultados, para confrontarla con las otras imágenes de la ciencia que, en cambio, son propuestas por un análisis epistemológico y socio-crítico sobre el papel que la ciencia moderna y la tecnología desempeñan en nuestra sociedad. Sin embargo, no se trata de adaptar nuestra visión del mundo y de la educación científica a la educación anglo-americana, sino de encontrar recorridos educativos y estrategias didácticas más cercanas a nuestra propia cultura y, al mismo tiempo, apropiadas para hacer frente a las necesidades de la sociedad globalizada dentro de la cual debemos vivir.

Si es necesario cambiar el modo de enseñar las

ciencias, en nuestra sociedad buscamos no imitar modelos ya obsoletos, sino trazar nosotros mismos el camino que nos parece apropiado recorrer.

Como dice Machado: "Caminante no hay camino, se hace camino al andar".

Comencemos a analizar el programa Pisa (Ocse, 2001): La investigación nace al interior del programa de la Ocse para la individualización de indicadores de la calidad de la educación y se propone adquirir cada tres años datos confiables sobre los resultados que los estudiantes de diferentes países obtienen en tres áreas principales de aprendizaje: (1) la comprensión de lectura, (2) la matemática y (3) las ciencias.

Con respecto a investigaciones análogas, por ejemplo aquellas llevadas a cabo desde los años 70 hasta hoy por la Asociación Internacional para la Evaluación de Logros Educativos (*International Association for the Evaluation of Educational Achievement, IEA*), el cuadro de referencia está invertido: no se parte de currículos nacionales, de aquellos que las naciones particulares piensan que es importante aprender, sino se asume que la sociedad actualmente está tan globalizada que la cultura necesaria para hacer frente a sus exigencias es la misma en todo el mundo y puede ser definida independientemente de las culturas nacionales.

Esta elección no sólo refleja la globalización de las sociedades, fruto también del efecto de las tecnociencias, sino que corresponde a un cambio profundo en la concepción de la educación y, en particular, de la escuela: la educación ya no se considera confinada a un lugar y un periodo de tiempo específicos, ni como delgada a una única institución, sino que se propone como una responsabilidad de más entidades y sujetos tales como la familia, las asociaciones, los medios de comunicación, los servicios territoriales, ... y se

extiende al lo largo del arco de vida o del llamado *long life learning*. Por consiguiente, *Pisa* asume como objeto de evaluación el nivel de competencias funcionales que los futuros ciudadanos deberían tener en el momento de ingresar activamente a la sociedad. De hecho, las competencias de los estudiantes de 15 años son objeto de evaluación, pues en casi todos los países de la Oece esta edad corresponde al año final de la escuela obligatoria. El objeto de estudio no es el proceso de aprendizaje en sus diferentes estadios, sino el resultado adquirido, independientemente de que éste sea obra de la escuela, de la familia o de la sociedad.

El cuadro de referencia utilizado por la investigación del 2000 definía el nivel de competencia científica como "la capacidad de utilizar conocimientos científicos, de identificar preguntas y obtener conclusiones basadas en pruebas, de entender y de ayudar a tomar decisiones acerca del mundo y de la naturaleza y los cambios aportados a éstos por la actividad humana" (Oece, 2001, p.23). Para *Pisa*, las competencias que la educación científica debe desarrollar, al menos hasta los 15 años, no son necesariamente aquellas que consideramos como base de los estudios científicos sucesivos, sino aquellas necesarias para la vida, útiles para reconocer en el propio ambiente social los problemas y las perspectivas relacionadas con el desarrollo científico y tecnológico, y tales que puedan poner a los futuros ciudadanos en la posición de tomar decisiones a propósito y pertinentes.

La distinción, entonces, es entre las competencias 'escolares' y competencias 'útiles para la vida': mientras las primeras son definidas en términos de saberes y técnicas por dominar, las competencias útiles para la vida están relacionadas con competencias generales, de "resolución de problemas y aplicación de las propias ideas y conocimientos a situaciones de la vida cotidiana" que se desarrollan de modo transversal a las disciplinas.

Si después se entra a detallar los argumentos propuestos y el tipo de preguntas, se reconoce que los temas afrontados son efectivamente aquellos emergentes en el día de hoy: la crisis ambiental, los posibles efectos negativos del desarrollo tecnológico, la relación entre la ciencia —y las preguntas que ésta se plantea— y los problemas reales de la vida cotidiana. Aun si se trata de temas complejos y difíciles, lo que se pide no es un

conocimiento profundo, sino la capacidad de comprender una exposición divulgativa, a menudo tomada de artículos de periódico. El objetivo es entender si el estudiante tiene la capacidad de crearse una opinión sobre un tema, incluso nuevo, y de dar una contribución personal. Por esto muchas de las preguntas son de respuesta abierta: se pide a veces que sea dada una argumentación o que se discuta una tesis definida. Para concluir en diversas ocasiones se pregunta si a una determinada pregunta se puede responder 'científicamente' o no.

Muchas otras informaciones están disponibles en el sito del *Pisa* (hipervínculo <http://www.pisa.com>), pero ya partiendo de esta breve presentación es posible reconocer una imagen de educación científica bien distinta de aquella propuesta en nuestras escuelas: una ciencia que atañe y respeta directamente a los jóvenes, que se puede discutir, que no siempre tiene la última palabra.

Los resultados del Pisa y las indicaciones para la enseñanza de las ciencias

El objetivo de la investigación del *Pisa* no es el de construir gradaciones o de 'clasificar' a los países que participaron en la investigación (en el año 2000, casi todos los países del Oece, más tres países no Oece, entre ellos Brasil; en el 2003, se agregaron otros países entre los que se encuentran Argentina, Chile y Perú), según el nivel de 'éxito' de los estudiantes, sino el de proveer una base de datos extremadamente rica, cuya información se refiera no sólo a los resultados obtenidos, sino también a las características socioculturales y a las características de las escuelas. A pesar de esto, es evidente cómo cada nación buscó su propia ubicación con respecto a la media y se preguntó las causas de su propio 'éxito' o 'fracaso', como sucedió en Alemania, haciendo de esta experiencia un evento nacional.

Para el aprendizaje científico se construyó una escala única con un puntaje medio puesto convencionalmente, igual a 500 puntos y una desviación estándar de 100 puntos. A su vez, la escala presenta una progresión que va desde las capacidades de obtener conclusiones simples o de tomar decisiones en situaciones simples y familiares, a la capacidad de construir respuestas más completas y en contextos más abstractos y complejos. Sobre esta escala los resultados de los estudiantes de países de cultura latina o latinoamericanos son significativamente inferiores a la media de los países

del Ocse (la posición de Francia es un poco superior a la media internacional, más abajo España, Italia, Portugal, México y con menos de 400 puntos Brasil). En un nivel más alto se posicionan los países del oriente asiático (Japón y Corea), algunos de los países nórdicos (Finlandia y Suecia) y la mayor parte de los países de cultura anglosajona (Reino Unido, Canadá, Australia y Nueva Zelanda).

Pueden ser muchas las causas, algunas también de carácter económico y social, pero si se entra en el contenido de los ítems, se reconoce que algunas de ellas se remiten a las características de nuestros sistemas educativos. En Italia, por ejemplo, una parte considerable de puntaje se pierde a causa de las omisiones: los estudiantes italianos escogen, en un porcentaje significativamente mayor de las medias internacionales, no responder a algunas preguntas, principalmente aquellas en las que se pide que sean explicadas las razones de su respuesta o en cada caso que requiere la argumentación de las posiciones propias.

No se trata por lo tanto de una falta de conocimientos de base (que eran en gran parte conocimientos cubiertos por el currículo) o falta de costumbre a las pruebas (puesto que en las respuestas de elección múltiple las medias se acercan a las internacionales), sino de dificultades en la aplicación de los conocimientos científicos a situaciones concretas sumado a una falta de costumbre (y de ejercicio) a expresar y argumentar la propia opinión utilizando conceptos y procesos científicos.

Un ejemplo concreto: en el conjunto de preguntas que se refieren a un estudio histórico de Semmelweis sobre las causas de la fiebre puerperal en las unidades de maternidad, el 70% de los estudiantes italianos (por lo tanto el 68% correspondiente a la media internacional) explica correctamente que lavar las sábanas a alta temperatura permite la muerte de bacterias y reduce el riesgo de contagio por pacientes del hospital; el 51% (respecto a un 75%) reconoce como causa de la menor eficacia de los antibióticos la selección de bacterias resistentes a los mismos antibióticos, y sólo un 16,2% (respecto a un 20,6%) puede explicar —confrontando los gráficos de mortalidad entre dos unidades hospitalarias— por qué la hipótesis (presente efectivamente en los

tiempos de Semmelweis) de que la fiebre puerperal pudiera deberse a eventos naturales, como por ejemplo los terremotos, es inverosímil. En esta última pregunta, la tasa de omisión de la respuesta es casi del 40% contra una media internacional del 28%.

Por lo tanto, la imagen de ciencia que la escuela italiana ayuda a construir al final de la escuela obligatoria parece basarse en nociones, sin ofrecer instrumentos operativos de comprensión y de acción con respecto a una sociedad en la cual gran parte de las decisiones tomadas tienen, o pretenden tener, una fundamentación científica.

Aunque con argumentos en parte diferentes, otros países de cultura latina denuncian lo inadecuado de nuestra educación científica, sobre todo cuando se la compara no con la ciencia académica, sino con la ciencia necesaria para "participar inteligentemente en los debates políticos sobre argumentos fuertemente comprometidos con cuestiones científicas: la eutanasia, la política energética, la actitud frente a las drogas..." (Fourez, 2002).

Las indicaciones que provienen de Pisa, en cambio, son para una educación científica que, en primer lugar, sea, relacionada con eventos y problemas de la vida cotidiana; en segundo término, que desarrolle las capacidades de lectura de la información, suministrada por los medios con sus diferentes lenguajes; tercero, que sea de argumentación lógica, partiendo de las informaciones dadas y, por último, que incluya los diferentes pasos del proceder científico pero también sus límites.

Implícitamente en estos resultados está también un mensaje sobre el papel de la escuela: reducir los argumentos de estudio (la vastedad de la información es tan amplia como para no poder ser cubierta ni siquiera por el conjunto de instituciones informativas y educativas) y concentrarse sobre el cómo y el cuándo utilizarlos.

El objetivo general de la escuela es de hecho el de enseñar 'cómo se aprende', para que cada uno pueda apropiarse de un proceso que 'dura toda la vida'.

Imágenes de la ciencia ...

La imagen de ciencia que emerge de la investigación Pisa no está, sin embargo, libre de críticas y

contradicciones. En la investigación *Pisa* y también en las investigaciones *IEA*, la ciencia es vista como un conjunto de procesos racionales (todavía se habla con frecuencia de método científico) aplicados a diferentes áreas de conocimiento; esto es, a las disciplinas que permiten recoger datos e información y llegar a conclusiones fundadas. El aspecto que más se pone en evidencia es la racionalidad del proceso y el que se fundamente en hechos. Esta visión de la ciencia seguramente tiene el mérito de habitar a los estudiantes al análisis detallado de los datos y de la argumentación, pero se olvida de poner en evidencia tanto los aspectos creativos del procedimiento creativo —la ciencia no ‘descubre’ relaciones que ya existen en la naturaleza sino que las ‘inventa’— como los aspectos críticos: si la ciencia ‘inventa’ mundos y explicaciones, y si las explicaciones son humanas y no divinas, la ciencia en cuanto construcción humana puede y debe ser siempre expuesta a una revisión crítica, a un control que no es sólo racional sino también ético.

Por mucho que se ‘actualice’ de acuerdo con las exigencias de nuestra ‘sociedad del conocimiento’, la imagen de la ciencia propuesta por *Pisa* no se aleja mucho de la imagen tradicional a la cual estamos acostumbrados: la ciencia permanece ‘ineluctable’ (D’Eramo, 1991), capaz de prever los fenómenos de los que se ocupa, fundada en la razón lógica y matemática, infalible como mínimo en sus aspiraciones, objetiva. Ésta es una imagen “ingenua” de la ciencia que ya no se corresponde con los saberes y metodologías de la investigación científica actual, sino que es mucho más difusa de lo que pensamos, compartida incluso por muchos científicos. Tal imagen se basa en una necesidad de seguridades, de certezas, de poder, que nada tiene de racional y que ha trasladado a la ciencia y a las tecnologías exigencias que antes se pedían a ideologías, creencias, religiones.

La teoría de la relatividad, el principio de indeterminación o el “caos determinístico” son sólo algunos de los pasos que dio la ciencia en el siglo XX y que obligan a revisar la convicción de que el objetivo de la ciencia es el de prever los fenómenos y ofrecer certezas. El problema es que todavía pocas de las ideas y de las imágenes que hacen parte de esta ciencia moderna han entrado a formar parte de la imagen popular de lo que es ciencia. Decía Bateson (1991):

“Según la imagen popular de la ciencia, todo es, por principio, previsible y controlable: y si cualquier acontecimiento y proceso no es previsible y controlable en el momento actual de nuestros conocimientos, un leve aumento del conocimiento y, sobre todo, de la tecnología, nos hará capaces de prever y controlar las variables rebeldes”.

Tener conciencia de la incertidumbre intrínseca de nuestros conocimientos, tanto si es casual como determinística, redimensiona las posibilidades de previsión de la ciencia y la tecnología, pero al mismo tiempo amplía su alcance: si la ciencia ya no es ineluctable, si ya no predice necesariamente, se pueden describir y comprender muchos otros fenómenos casuales, caóticos y desordenados. La auto limitación de las expectativas se corresponde con una ampliación de los campos a los que puede aplicarse la racionalidad científica.

Admitir la imperfección intrínseca de nuestros conocimientos y renunciar a la ilusión iluminística de la posibilidad de previsión no implica per se renunciar a la comprensión ni a la acción. Al contrario, la conciencia de la propia ignorancia puede ser en realidad un elemento de capital importancia para permitirnos tomar decisiones:

“[...] la ignorancia es utilizable, es útil e indispensable para el conocimiento de nosotros mismos y de nuestra relación con el ambiente. El conocimiento de nuestra ignorancia puede constituir el inicio de una nueva sabiduría para aquello que concierne a nuestro lugar en el mundo contemporáneo” (Ravetz, 1992).

Esta visión de la ciencia permite afrontar una de las tantas contradicciones de nuestra sociedad globalizada: para el ciudadano común, para nuestros estudiantes, pero también para profesores y maestros, las tecnociencias son la fuente del progreso—los conocimientos ‘expertos’ que deben resolver los males del mundo—pero simultáneamente, siempre en la opinión común, las tecnociencias son responsables de los males del planeta, desde la contaminación hasta las enfermedades y la guerra. La crisis ambiental, recuerda Leff (2000), es sobre todo un problema de conocimiento, “es la primera crisis del mundo real producida por el desconocimiento del conocimiento” y requiere, por lo tanto, un detenerse a reflexionar sobre el tipo de

conocimiento científico que la escuela y la sociedad están construyendo.

Una ciencia que no puede ofrecer certidumbres sino sólo probabilidades y rumbos, una ciencia en la que conocimientos específicos, elección de valores y valoración de los riesgos e incertidumbres están profundamente relacionados, requiere de todos, y no sólo de los científicos, sentido de responsabilidad, reflexión crítica y debate democrático.

... e imágenes del aprendizaje

Las imágenes relativas a la educación, al aprendizaje, son también confusas y contradictorias. Como para la ciencia, las teorías relativas a la educación cambiaron radicalmente durante el siglo pasado. En todos los programas escolares se habla de constructivismo y de aprendizaje activo y, a pesar de ello, las disciplinas y los contenidos siguen siendo más o menos los mismos, las estructuras se modifican sólo de modo superficial, a los maestros se les prepara casi igual que hace veinte años. Aún así, en nuestras culturas la etimología de las palabras que usamos y que provienen en su mayoría del latín nos ofrece algunas indicaciones: educar puede de hecho descender de *e-educere* —sacar, hacer emerger las competencias, pero también los saberes que cada individuo porta consigo— o de *e-ducare* —conducir, guiar, pero también cuidar el recorrido—. Formar viene naturalmente de dar forma, pero incluye también darse forma, recordando que la forma de un ser vivo depende siempre de dos cosas: del patrimonio genético del individuo y de la relación con el ambiente natural y social que lo rodea. En fin, aprendizaje y aprender vienen de *a-prehendere* —aferrar, tomar durante el recorrido, a lo largo de cualquier tipo de recorrido con todos los aspectos de la personalidad y de la inteligencia— mientras comprender significa tomar juntos, conjugar.

La atención de los términos es por lo tanto sobre el proceso, que si por un lado sólo puede ser individual, de construcción de los propios conocimientos, por el otro se da a través de las relaciones y de la conjugación no sólo de los diferentes aspectos de la realidad, sino también de los contextos y, sobre todo, de las personas. Se aprende y se forma en compañía, a través de las relaciones, en primer lugar con otros seres humanos y posteriormente con los otros seres vivos y con las

cosas. Juntos y no en contra: el aprendizaje es, o debería ser, siempre cooperativo y en colaboración mas nunca competitivo.

Una manera de ver el aprendizaje por las relaciones puede parecer lejana a las reglas a las cuales estamos habituados: los contenidos por aprender, el método por utilizar, las pruebas para evaluar los aprendizajes. En realidad es el ser humano, y la unidad indivisible entre cuerpo y mente que lo caracteriza (Bateson, 1991; Maturana y Varela, 1990), lo que es complejo. Reconocerlo nos permite acercarnos a las modalidades de conocer más cercanas a la naturaleza humana y al 'descendiente natural' del cual habla Gardner (1993). Pensemos en cómo el niño aprende la lengua materna haciendo uso de ésta en situaciones naturales: el idioma será por lo tanto más preciso y rico en cuanto más ocasiones tenga de hacer uso de éste con riqueza de vocabulario y expresión. La guía del adulto existe, pero por lo general está implícita y siempre orientada al aprendizaje de competencias de uso y no de competencias reguladoras o de clasificación. A ningún padre, a ningún maestro, se le ocurriría nunca enseñar el idioma partiendo por las letras del alfabeto, y es sólo cuando el lenguaje hablado se domina con una cierta competencia que se pasa a su traducción, a símbolos escritos, a la reflexión sobre las reglas que orientan su uso. El mismo tipo de aprendizaje natural, las mismas reglas basadas en el 'obtener' (educar), en el 'guiar', y en el 'aferrar' (aprender) pueden ser usadas para el aprendizaje científico.

Para un aprendizaje científico significativo

El aprendizaje de la lengua materna para un niño es un reto divertido que se desarrolla al interior de la relación con adultos y con coetáneos. El lenguaje es un instrumento para la acción, ya sea verdadera o fantástica, para construir realidad e imaginar mundos, para simular comportamientos y acciones. También la enseñanza científica puede fundarse sobre el aprendizaje visto como un juego, conscientes del hecho de que, como en todos los juegos, se pueden encontrar reglas que guíen tanto la ciencia como el aprendizaje (Mayer, 2002). Considerar el aprendizaje científico como un juego en primer lugar permite que nos liberemos de una imagen de ciencia como 'bagaje de conocimientos', como conjunto de nociones aprendidas sobre todo en los libros, para dedicarnos en cambio al placer

de aprender a través de la curiosidad y los porqués que el contexto educativo nos plantea. Jugar quiere decir, de hecho, separarse por un periodo de tiempo de las rutinas para poder explorar con el cuerpo y con la mente nuevos mundos.

Así, cada juego, ya sea ajedrez o cartas, un deporte o un videojuego, es un mundo con sus reglas y sus objetivos, con sus posibilidades y sus propios obstáculos por superar. El desarrollo del juego por lo general no es previsible, como sucede en la vida, y lo divertido está precisamente en el poder explorar las infinitas posibilidades de acción y de reacción de frente a los elementos casuales e imprevistos que el juego, o los compañeros de juego, nos ponen por delante. El juego ha sido hasta ahora una meta colectiva, en la cual hay criterios para vencer y para juzgar si se jugó correctamente o si se hizo trampa. Finalmente, el juego es con frecuencia una metáfora, un reflejo, de la sociedad que lo produce (pensemos de hecho en los juegos de ajedrez, en los famosos juegos de mesa como el Monopolio y el Risk, y en los actuales videojuegos) y puede dar por lo tanto la oportunidad de reflexionar sobre las reglas del juego, de preguntarnos por qué nos estamos encaminando hacia juegos cada vez más competitivos y al mismo tiempo cada vez más individualistas.

El juego es por lo tanto un recurso para el aprendizaje científico, y puede ser su recurso principal, porque el hacer conciencia sobre la necesidad de reglas y de creatividad, de lógica pero también de diversión, es el ingrediente básico de cualquier enseñanza significativa.

Lo que sigue ahora es un listado, no exhaustivo, de los juegos que es posible jugar y a través de los cuales se pueden explorar diferentes tipos de lenguajes científicos y de inteligencias, de modo que permitan a todos encontrar y recorrer su propio camino hacia el aprendizaje científico.

Jugar con 'el mundo'

Jugar con los objetos, manipular, succionar es una de las primeras formas que tiene el niño para explorar la realidad. A medida que el niño crece, estos modos son cada vez más limitados por la sociedad: "no toques, está sucio, es peligroso". Sin embargo, la manipulación, la percepción a través de todos los sentidos, no sólo de la vista, requiere de poco tiempo, y tiene sentido sólo si se repite y si

da origen a una relación del niño con lo que le rodea: objetos, seres vivos, otros niños. En el mundo actual, y también en la escuela, el tiempo parece siempre insuficiente: como le recuerda el zorro al Principito de Saint Exupéry, domesticar, *apprivoiser*, significa 'crear lazos', hacerse el uno para el otro 'únicos en el mundo'. Los individuos de ahora ya no tienen la capacidad de domesticar y de ser domesticados porque 'salen disparados con sus carros'. A su vez, los niños y los adolescentes ya no tienen con qué crear lazos con una pequeña parte de su realidad y, por lo tanto, tampoco tienen con qué vivir la aventura de conocerla, de construir conocimiento en la relación. Tener una huerta para cuidar, una planta o un animal para ver crecer y al cual alimentar exige no sólo reconocer en la práctica las reglas que guían el crecimiento de un ser vivo, sino la capacidad de escuchar, de esperar los tiempos justos, de respetar y, al mismo tiempo, de cuidar un pedacito de nuestro planeta. En sociedades aún rurales todo esto existe y se da por descontado, pero la escuela no lo valora ni lo reconoce como fuente de cultura científica. Para los niños que viven en la ciudad, y que creen que los pollos del supermercado no tienen nada que ver con las gallinas, es una necesidad.

La percepción, la relación, no está reservada sólo a los seres vivos: se entra en relación también con las cosas, con los objetos y con su comportamiento. La relación es importante no sólo para los niños sino también para los adolescentes. Si para los niños un objeto que cae o flota invita a ensayar y re-ensayar la misma sensación, para un adolescente el reto es el de adueñarse de los mecanismos de un deporte, de un juego electrónico o de una máquina. En todos estos casos es necesario un contexto, que favorezca la emergencia de un interés, de una curiosidad, y el tiempo es necesario para llevar a cabo una exploración, de modo individual, pero siempre confrontada colectivamente. Los 'experimentos', la repetición de procedimientos codificados y de los cuales con frecuencia se conoce ya el resultado esperado, son mucho menos importantes que las 'experiencias' y que las exploraciones aún si son sólo mentales del "qué pasa si...".

Jugar con los lenguajes

Cuando se habla de ciencia, se piensa que sólo un lenguaje, un sólo sistema de símbolos, es importante: el lenguaje matemático. Pensemos en la famosa

afirmación de Galileo, para quien el universo es "un libro 'escrito en lenguaje matemático', cuyos caracteres son triángulos, círculos y otras figuras geométricas, sin las cuales es humanamente imposible comprender una sola palabra". ¿Pero pensamos realmente que exista un libro de la naturaleza escrito más allá de la intervención del ser humano y que este libro sea en lenguaje matemático? Como dice un físico y epistemólogo italiano, Marcelo Cini, no es el lenguaje matemático el que permite a Galileo descubrir cómo está hecho el mundo, sino la convicción de que el mundo está hecho en un cierto modo lo que sugiere a Galileo el mejor modo de obligar a la naturaleza a darle la razón.

"La imagen de un mundo simple y regular, 'escrito en idioma matemático', es igualmente subjetiva a la aristotélica de un mundo como sistema orgánico donde no hay una separación definitiva entre materia inerte y seres vivientes. Dependiendo de las hipótesis que se hacen sobre cómo está hecho el mundo, de hecho se seleccionan los mejores aspectos considerados relevantes, y por lo tanto también el conjunto de fenómenos naturales que hay que 'explicar' y por lo tanto controlar y utilizar" (Cini, 2001).

Hoy somos conscientes de que la ciencia moderna ya no tiene un solo lenguaje ni una única manera de proceder, y por lo tanto aprender las ciencias ya no significa aprender el lenguaje para leer un libro ya escrito por la naturaleza, sino que se convierte en aprender (e inventar) el conjunto de lenguajes con los cuales los seres humanos, de todos los países y de diferentes culturas, pueden escribir el libro (o componer la música, o dibujar el cuadro, o...) de las relaciones entre la especie humana y la naturaleza. La búsqueda entre relaciones cuantitativas entre fenómenos, como también la posibilidad de repetir el experimento, son sólo algunas de las vías posibles. Después de tantos años podemos reconocer en la operación de Galileo, y en la de Newton y de la Laplace después de él, una operación de búsqueda de 'poder', de sustitución de la autoridad de la filosofía y de la teología con la autoridad de la lectura matemática de una realidad reproducible (Desautels y Laroche, 2003), y comenzar a discutir críticamente al poder que esta visión de la ciencia ha asumido en nuestra sociedad.

Podemos, por ejemplo, empezar a reconocer la

importancia fundamental, también en la ciencia, del lenguaje natural, y de la reflexión sobre las palabras que usamos. De las cosas, y de las rosas tenemos sólo los nombres, 'nomina muda tenemus', nos recuerda Humberto Eco en *El nombre de la Rosa*, y los nombres y las palabras son un instrumento propio de nuestra especie humana para acceder a las cosas, para construir representaciones y mapas del mundo que nos rodea. Diferentes 'lenguajes' corresponden a diferentes representaciones del mundo. En diferentes culturas, entre los aborígenes australianos, por ejemplo, se cuenta que el mundo fue creado a través de las palabras y el canto. También en nuestra cultura en el origen de la creación está la palabra, está el 'verbo'.

Conceptos abstractos, distinciones entre sujetos vivientes y no vivientes, relaciones entre espacio y tiempo, están ya implícitas en el aprendizaje del lenguaje en los primeros años de vida. A medida que el niño crece es a través del discurso, del diálogo, que se construye la argumentación, la capacidad de captar relaciones y nexos y de exponerlos de forma lógica. Si no se ofrece al niño primero, y al adolescente después, la posibilidad de dialogar, de proponer y de defender la propia opinión, no se construyen los nexos lógicos sobre los cuales el discurso científico se sostiene.

'Pensar por historias', explorar a través del lenguaje 'la pauta que conecta' (Bateson, 1982) las diversas partes de nuestra realidad es el modo natural a través del cual establecemos contextos y construimos significados. Un historiador italiano, Carlo Ginzburg (1984), propone considerar junto al 'paradigma galileiano' —para el cual es necesario descartar todo lo que es accesorio y contingente para poder generalizar y cuantificar— un 'paradigma indiciario' para el cual, en cambio, es la atención a las diferencias, a los pequeños indicios, a las huellas, lo que permite interpretar un fenómeno, sacar a la luz significados que de otro modo permanecerían ocultos. El paradigma indiciario tiene raíces profundas en la cultura popular: los cuentos, la literatura, están llenos de ejemplos donde el reto, para el investigador de la policía, para el médico o para el cazador indígena, es el de reconstruir, a partir de los indicios que tiene a su disposición, historias únicas, casuales, no previsibles ni repetibles. Grandes resultados científicos —la ley de la evolución, por ejemplo, o la hipótesis del Big-Bang— no son

reducibles a una fórmula matemática y se inspiran en el paradigma indiciario y no en el paradigma galileiano.

Por lo tanto, se recomienda no sólo un lenguaje sino más lenguajes; no sólo un método racional de interpretar la realidad sino más métodos; no sólo experimentos, diálogos entre el individuo y la naturaleza, sino experiencias y discusión de las experiencias, en el grupo, para confrontar indicios, interpretaciones, puntos de vista.

Jugar con las imágenes del mundo, con las metáforas

En los 'diálogos' que se construyen entre niños o entre adolescentes sobre las percepciones y las experiencias, se confrontan con frecuencia de manera inconsciente y espontánea modelos y metáforas que buscan explicar una porción de la realidad que les rodea. En la ciencia estamos acostumbrados a hablar y a utilizar modelos, pero la ciencia, como la literatura y el arte, se construye también a través de metáforas, imágenes significativas que guían el pensamiento y la investigación: desde el 'libro de la naturaleza' de Galilei, al cosmos como reloj de Laplace, para llegar al código genético, a la explosión del Big-Bang o a los agujeros negros. La dualidad misma onda-corpúsculo no está en la naturaleza sino en los diferentes modelos/metáforas que utilizamos para representarla. Metáfora, del griego, indica la posibilidad de transporte de un conjunto de significados a otro y es un componente esencial del pensamiento creativo, ya sea científico o artístico (Rábade, 2002). Para responder a sus propias curiosidades, los niños y los adolescentes usan el mismo acercamiento: buscan semejanzas y diferencias con fenómenos que ya conocen (el comportamiento del agua, el desarrollo de una planta, ...) y sucesivamente en este juego de 'es como si...' se establecen relaciones más profundas, seleccionando las metáforas y los modelos de uso más amplio que sirven como 'puentes entre lo imaginario y lo real, contribuyendo así a la construcción social del saber' (Novo, 2002).

Las asociaciones metafóricas con los significados comunes de los términos pueden, sin embargo, constituir una fuente de dificultad en la comprensión de conceptos científicos, como sucede con las palabras 'fuerza' o 'energía'. Algunas metáforas muy

usadas como la de 'los reinos de la naturaleza' o la de 'escala de la evolución' (Gould, 1989) están en contradicción con una ciencia que quiere ser, si no neutral, al menos consciente y atenta a los prejuicios. Metáforas científicas distintas se refieren de hecho a visiones, a explicaciones del mundo, también profundamente distintas: los modelos, las metáforas no son sólo un artificio racional de comprensión de la realidad, sino que esconden en su interior juicios de valor, reglas de comportamiento, filosofías de vida. Descubrirlo junto a los niños y a los estudiantes más grandes es una aventura, una exploración sobre cómo se construye el conocimiento.

Jugar con las reglas

En la escuela es posible, aun si no es usual, reflexionar sobre cómo funciona nuestro pensamiento, sobre qué estrategias utilizamos normalmente para encontrar respuesta a nuestras preguntas, sobre cuáles son nuestras 'teorías' implícitas que nos guían en la explicación de los fenómenos. El punto de partida —la experiencia, la percepción sensorial del mundo, el lenguaje natural— se adquiere fuera de la escuela. Construir metáforas y modelos o adquirir algunas competencias de tipo matemático hoy en día es posible también fuera de la escuela, dado el uso que se hace de éstos en los medios de comunicación, pero reflexionar sobre cómo se aprende, hacerse conscientes de aquello que se conoce y de los límites de nuestro conocimiento, es una tarea delegada todavía casi exclusivamente a la escuela. Aun la escuela con frecuencia no reflexiona sobre la construcción de conocimientos, ni pone atención a la riqueza de conocimientos y modalidades que los estudiantes tienen para hacer uso de éstos, y pretende hacer 'tabula rasa' y recomenzar desde el principio. Resulta, en cambio, que partir de lo que los estudiantes ya saben, y saben hacer, es la regla de oro de toda enseñanza, y en particular para la enseñanza científica: las 'concepciones erradas' no son otra cosa que razonamientos espontáneos y fundados racionalmente que, sin embargo, no han encontrado la forma de confrontarse con otros razonamientos y otros puntos de vista.

Jugar con las reglas del conocimiento quiere decir también explorar las diferencias de las reglas y de contextos entre disciplina y disciplina. A su vez, significa comprender el sentido y el valor de las disciplinas mismas. Estas no son fieles representaciones de la realidad, sino mapas

construidos por el ser humano; mapas cuyas fronteras "rompen arbitrariamente la sistematicidad (la relación de una parte con el todo) y la multidimensionalidad de los fenómenos" (Morin, 1999). Por eso los mapas pueden ofrecer sólo una representación simbólica y parcial del territorio. Jugar con las reglas permite, finalmente, profundizar las reglas del conocimiento científico y ser consciente de sus límites y posibilidades. En realidad, la conciencia de los límites, de la propia ignorancia, puede ser actualmente un elemento de capital importancia para permitir tomar decisiones:

"[...] la ignorancia es utilizable, es útil e indispensable para el conocimiento de nosotros mismos y de nuestra relación con el ambiente. El conocimiento de nuestra ignorancia puede constituir el inicio de una nueva sabiduría para aquello que concierne a nuestro lugar en el mundo contemporáneo" (Ravetz, 1992).

¿Qué papel y qué competencias hay para el maestro?

Fenómenos, lenguaje, reglas y juego consciente de las reglas y de su interior parecen entonces ser los instrumentos y recursos necesarios para un aprendizaje científico significativo. No es una gran novedad con respecto a lo dicho por Montessori o Piaget, Freinet o Gardner. No es una gran novedad con respecto a lo que pequeños grupos de maestros están haciendo desde hace tiempo, en el interior del Movimiento de Cooperación Educativa, en el interior de propuestas internacionales de Educación Ambiental, en Italia con los grupos de Didáctica de las Ciencias (Alfieri, Arcà, Guidoni; 1995), en Colombia con la revista de Cuclí-Cuclí o con el proyecto de Nautilus (Cajiao-Parodi; 1997). Aun así, estas ideas e innovaciones no logran abrirse espacio, imponerse en nuestro hacer escuela, y nuestros resultados internacionales muestran —más allá de la crítica a las pruebas y a sus limitaciones— nuestra dificultad para modificar nuestra forma de enseñar las ciencias.

Pueden ser muchas las causas, pero seguramente dos de ellas son el tiempo disponible y la preparación de los maestros. El tiempo necesario para una enseñanza de este tipo sin duda alguna es largo; el proceso que se propone está basado en la escucha y la relación con el mundo y con los demás, incluyendo estudiantes y maestros, con los cuales

es necesario confrontarse en el proceso de construcción de las explicaciones. Por lo general, este tiempo es negado por el exceso de inscritos en los programas y las disciplinas, por la contradicción entre los principios pedagógicos que se plantean en la introducción a los programas y la lista enciclopédica de saberes y habilidades que les siguen. El tiempo que con frecuencia se reduce a la dificultad que los maestros encuentran trabajando juntos, en darse cuenta de que trabajar sobre el lenguaje, o sobre el pensar historias con respecto a una pregunta sobre cómo funciona el mundo, es a la vez ciencia y lenguaje, lógica e historia del pensamiento. Lo importante es que las preguntas nazcan efectivamente de la curiosidad de los jóvenes, del diálogo entre pares, y no de un monólogo del maestro que pide no 'una respuesta' sino 'la respuesta'.

Uno de los padres de la cibernética, von Foster, habla así de nuestros sistemas educativos (1971):

"Consideramos el modo de funcionar de nuestro sistema educativo: En el momento en el que el estudiante ingresa en el sistema escolar éste es una imprevisible 'máquina no banal'. No sabemos qué respuesta dará a una determinada pregunta. Pero, si al final obtiene los resultados que el sistema espera de él, las respuestas que dará a nuestras preguntas deberán conocerse de antemano".

Una vía es la de considerar la escuela como el lugar donde se hacen 'preguntas legítimas', aquellas preguntas de las que no se conoce la respuesta. Para este tipo de preguntas el diálogo es todavía más importante; es una forma de acostumbrar a los estudiantes a la naturaleza 'convencional' y 'consensual' del discurso científico: sólo encontrando argumentos racionales y basados sobre los hechos es que una visión del mundo, un moldeamiento, podrá prevalecer sobre otros tipos de explicación.

El recurso principal para el aprendizaje es entonces, sobre todo, el maestro y su formación, el maestro visto como constructor de contextos, como mediador entre lenguajes, como facilitador de aprendizajes, y no como experto. La tarea del maestro es de hecho la de mediar entre 'saberes de uso', aquellos de los que son portadores sus estudiantes, los 'saberes ambientales', aquellos incorporados en la cultura y en la naturaleza que la

escuela comparte, y los 'saberes expertos', las disciplinas que tiene que enseñar. En este rol el maestro tiene que hacer cuentas con lo incierto, y sabe bien que no existen recetas, o tecnologías didácticas, que garanticen el éxito de sus esfuerzos.

También el aprendizaje es de hecho un proceso complejo y esencialmente 'caótico', que aun si muestra algunas regularidades y en general sigue algunas orientaciones, por lo común es imprevisible y está relacionado a la 'estructura que conecta' —en sentido Batesoniano— el individuo con la clase y los maestros, y el todo con la familia, la escuela y el territorio.

La conciencia de dicha incertidumbre puede, sin embargo, constituir una vez más una posibilidad para escoger los nudos relevantes sobre los cuales reflexionar al interior de un proyecto educativo más allá de las disciplinas que se enseñan. Si de hecho el aprendizaje es incierto, si es cierto que los conocimientos con frecuencia no se radican en competencias permanentes y utilizables, el objetivo no es ya el completar el programa, sino la relevancia del recorrido. El recorrido ha de ser relevante no sólo para el estudiante o para la sociedad, sino también con respecto a la construcción de una visión moderna de la ciencia, a una idea ética y responsable de ciencia como instrumento para transformar el mundo. En esta dirección todavía hay mucho por hacer: son pocas las propuestas y reflexiones que buscan identificar cuál es la ética de las visiones del mundo de la ciencia de hoy. Las investigaciones *Pisa* o *Timms* en realidad no hacen otra cosa que reconocer una dignidad par a todas las ramas del saber, sin buscar conceptos organizadores o metáforas que unifiquen y que sirvan de brújulas para no perder la dirección durante nuestras exploraciones.

En Italia, en el Instituto Nacional para la Evaluación del Sistema de Instrucción, Invalsi, en el cual trabajo, se hizo un esfuerzo para definir qué llaves de lectura y qué conceptos organizativos podían estar en el fondo de una visión compleja de la ciencia y del mundo, coherente con los principios de sustentación y responsabilidad. Me parece interesante concluir esta conferencia haciendo referencia a nuestra propuesta, también para reflexionar sobre las diferencias culturales que nos separan del mundo anglosajón incluso más que las diferencias en los sistemas educativos.

Desde nuestro punto de vista, toda la educación, no sólo científica, debería enseñar a pensar de tres maneras: (1) por flujos y por relaciones, (2) por vínculos y diversidad y (3) por límites, riesgos y probabilidades.

Al pensar por flujos y relaciones, se pone en el centro la interdependencia, la estructura que conecte todos los seres vivos entre sí y con el planeta, ya sea a nivel micro, nivel medio o a nivel global, reconociendo las consecuencias a nivel local de las transformaciones globales, tanto como los efectos lejanos y globales de acciones locales.

Cuando se enseña a pensar por vínculos y diversidad, se construye una concepción evolutiva de los procesos naturales y sociales, poniendo en evidencia la diferencia entre leyes —deterministas y predictivas, pero válidas con precisión sólo para pocos fenómenos naturales— y vínculos dentro de los cuales es posible una gran variedad de procesos. A nivel social, también se subraya el valor de la diversidad como garantía de flexibilidad y de posibilidades para el futuro en el interior de recorridos selectivos siempre en parte casuales.

El pensamiento por límites, riesgos y probabilidades desarrolla una conciencia de lo imprevisible de los sistemas complejos, naturales o sociales, y del riesgo asociado a cada una de nuestras actuaciones, o no actuaciones, de intervención en el propio ambiente.

La propuesta no se refiere únicamente a la enseñanza científica, sino a una visión ética de la enseñanza científica: habiendo llegado a los años 2000, es necesario reconocer las ilusiones que sobre la ciencia, la sociedad y el progreso caracterizaron al siglo XX, para distanciarse y para construir las competencias necesarias a fin de llevar a cabo elecciones autónomas en un mundo intrínsecamente incierto, pero que precisamente por eso es más influenciable, más modificable, más frágil de lo que nos habíamos imaginado. Si es cierto que el aleteo de una mariposa puede modificar el curso de un huracán, ¿por qué no podríamos pensar que las acciones de un solo individuo pueden tener una influencia y un significado? Por lo tanto, evocamos la responsabilidad como respuesta a la incertidumbre, y la solidaridad como respuesta a la inseguridad. Esta responsabilidad significa también conciencia del error y del riesgo, y capacidad para

valorar rápidamente la validez de los procesos que se están llevando a cabo para modificarlos rápidamente si fuera necesario. Como dice Jonas:

"Cuando Descartes nos aconseja que asumamos como falso todo lo que no pueda ponerse en duda, conviene, al contrario, frente a riesgos de tipo planetario, tratar la duda como certeza posible y en consecuencia como un elemento fundamental de la decisión" (1995).

Bibliografía

Alfieri F., Arcà M., Guidoni P. (1995) *Il senso di fare scienze*, Torino: Bollati Boringhieri.

Bateson G. (1982) *Espíritu y Naturaleza*, Buenos Aires: Amorrortu.

Bateson G. (1991) *Pasos hacia una ecología de la mente*, Buenos Aires: Planeta.

D'Eramo M. (1991) *L'abisso non sbadiglia più*, in Bagnone, Carlini, et al., *Gli ordini del Caos*, Roma: manifestolibri srl.

Cajiao F., Parodi M. L. (1997) *Proyecto Nautilus. El espíritu científico en la escuela*, Colombia: Fundación FES.

Cini M. (2001) *Dialoghi di un cattivo maestro*, Torino: Bollati Boringhieri.

Desautels J. y Larochelle M. (2003) *Educación científica: el regreso del ciudadano y de la ciudadana*, Enseñanza de las ciencias, 21 (1), pp.3-20.

Fourez G. (2002) *Les sciences dans l'enseignement secondaire*, Didaskalia, n. 21, pp. 107-122.

Gardner H. (1993) *La mente no escolarizada*, Barcelona: Paidós.

Ginzburg C. (1986) *Miti, emblemi, spie*, Torino: Einaudi.

Gould S.J. (1989) *Wonderful life*, New York and London: WW. Norton & Company.

Jonas H. (1995) *El principio de responsabilidad. Ensayo de una ética para la civilización tecnológica*, Barcelona: Herder.

Leff E. (coord.) (2000) *La complejidad ambiental*, México: Siglo XXI-Pnuma-Unam.

Maturana H. y Varela F. (1990) *El árbol del conocimiento*, Madrid: Debate.

Mayer M. (2002) *Reglas y creatividad en la Ciencia y en el Arte*, in M. Novo (coord.) *Ciencia, arte y medio ambiente*, pp. 67-80, Madrid: Edición Mundi-Prensa.

Morin E. (1999) *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*, Paris: Unesco.

Novo M. (2002) (coord.) *Ciencia, arte y medio ambiente*, Madrid: Edición Mundi-Prensa.

Ocde (2001) *Knowledge and skills for life. First results from Pisa 2000*, Paris: Ocde.

Rabade M. (2002) *El pensamiento metafórico en el Arte y en la Ciencia*, in M. Novo (coord.) *Ciencia, arte y medio ambiente*, pp. 61-66, Madrid: Edición Mundi-Prensa.

Ravetz J. (1992) *Connaissance utile, ignorance utile?*, in J. Theys & B. Kalaora (Eds.) *La terre outragée. Les experts son formels!*, pp. 87-101, Paris: Editions Autrement.

Von Foerster, H. (1971) *Perception of the future and future of perception*, *Instructional Science*, pp. 31-43.

Formación de maestros

Karen Worth

En mi estadía he podido asistir a diferentes colegios y aulas de clase y poder ver el trabajo extraordinario de los profesores que se han presentado aquí, tanto en el panel del cual formé parte, como en el adyacente.

El trabajo que se ha visto es maravilloso y es claro que están sucediendo cosas muy buenas en la educación infantil. Será un agrado informar esto en mi país, porque necesitamos inspiración allá.

Hemos escuchado mucho, ayer y hoy, tanto de los conferencistas como de los otros paneles acerca de los niños, los estudiantes y lo que queremos para ellos.

Sin embargo, el tema de hoy consiste en empezar a mirar hacia los profesores. Yo conozco muchos profesores y sabemos que lo que queremos para los estudiantes debe contar con profesores bien preparados. De lo contrario no podríamos avanzar, pues los profesores son el elemento crítico. Cuando hablo acerca de la preparación de los profesores y del desarrollo, me refiero a una continuidad desde el comienzo de la preparación de los profesores que en algunos casos podría ser en el bachillerato hasta el entrenamiento que se recibe en la universidad y luego en la práctica misma al comienzo del ejercicio y durante toda su vida útil.

En los Estados Unidos, estamos comenzando a mirar de muchas maneras esos segundos y terceros niveles cuando los profesores están en la sala de clase y lo que significa suministrar ese desarrollo continuo. Yo sé un poco acerca de la preparación de los profesores aquí, pero no demasiado, de manera que ustedes por favor coloquen esto en el contexto dentro del cual ustedes trabajan, dentro de su marco de referencia en cuanto a la preparación de los profesores. Creo que algunos de los temas son los mismos y que algunas de las preguntas acerca de lo que se debe hacer son iguales. Antes de compartir

algunas de mis ideas, también quisiera decir que no vengo aquí con respuestas de ningún tipo, sino con muchas preguntas y algunas de las experiencias que hemos tenido al tratar de brindarle a los profesores lo que necesitan para iniciar su trabajo en la enseñanza de la ciencia. También debo decir que mi campo tiene que ver más con primaria, de manera que voy a hablar acerca de los profesores a ese nivel, pero yo creo sinceramente que la mayoría de las cosas que voy a compartir y a las cuales me voy a referir también son aplicables, con pequeños cambios, a la preparación de profesores para la enseñanza en niveles más altos como el bachillerato.

Para hablar acerca de la naturaleza de la preparación de los profesores y el desarrollo continuo en la ciencia, quisiera describir brevemente la naturaleza de la educación en ciencias. No nos referimos tanto al contenido porque no es lo que necesitamos aquí, sino la naturaleza de las preguntas y lo que subyace. En otras palabras, no podemos hablar de preparación de los profesores si no nos preocupamos de los objetivos que tenemos para la educación en ciencias en la sala de clase. Es claro que esos objetivos dictan la naturaleza de la preparación. Si nos sentimos cómodos con la forma más tradicional de enseñar y dar la información a los niños con conferencias y libros, ésta es una preparación diferente a la que necesitamos y pensamos acerca de la ciencia que hemos descrito en este foro de manera muy elocuente por parte de los profesores, los conferencistas y muchas otras personas el día de ayer pero mencionando algunos aspectos de esa ciencia para que todos estemos hablando el mismo idioma para que ustedes sepan de qué estoy hablando al referirme a la preparación que requieren los profesores.

Cuando pensamos en la descripción o en nuestra imagen de la educación en ciencias, nuestro punto de vista va más allá de un conjunto de hechos.

Concebimos la ciencia como un conjunto de ideas, de conceptos, como una manera de mirar el mundo y como un proceso de explicar o de darle sentido a ese mundo basado en evidencias, construido sobre la investigación y la interacción humana. Esto incluye las ideas y el proceso de la curiosidad científica y su relación con los asuntos humanos porque son objetivos críticos. A nivel primario, estos objetivos son mucho más importantes que la información, los hechos y el tema en sí. También hemos hablado acerca de una perspectiva sobre el aprendizaje de los niños como base de la educación en ciencias. Esto tiene mucho que ver con la investigación que, cuando se aplica a la ciencia en particular, nos sugiere que su aprendizaje se lleva a cabo ante un proceso de construcción individual y social de comprensión. Esto incluye también el papel del individuo, la cultura y el idioma. Este es un punto de vista muy diferente al del aprendizaje que sostiene que las mentes de los niños son casetes vacíos, que nosotros simplemente grabamos y que así ellos se educan. También es diferente al punto de vista según el cual cuando los niños se dejan simplemente con objetos materiales y fenómenos, de alguna forma ellos absorberán las ideas y las actitudes que deben asumir ante la ciencia. En lugar de esto, los niños van al colegio con un bagaje de experiencias y sentido común y ellos han elaborado esta experiencia en el mundo físico con su interacción con los individuos y con el entorno. Ellos asisten a la escuela inclusive a edades muy tempranas, como ustedes lo saben, con una personalidad muy especial, con diferencias culturales y de idioma que conforman las bases mediante las cuales ellos observan el mundo. Los niños de tres años son individuos únicos y muy especiales, y hay que pensar en esto dentro del contexto de un salón de clase. También acuden niños de otras edades con lo que han aprendido en el colegio en años anteriores. Este es un asunto importante no suele tenerse en cuenta con los niños que tal vez vienen de otros colegios y que en un punto u otro han aprendido cosas diferentes. En cambio, si independientemente de donde provengan, en el salón de clase se les ofrece una buena experiencia científica que tenga que ver con su vida como miembros de la comunidad, que sea adecuada para su nivel de edad y que sea cuidadosamente orientada por profesores expertos, entonces los niños modificarán sus estructuras, sus puntos de vista y sus actitudes. En síntesis de lo que hemos discutido ayer y hoy, acerca del aprendizaje

de las ciencias por parte de los niños, debemos preguntarnos acerca del papel del profesor. Por supuesto, no se trata simplemente de entregar información, sino de crear un entorno de curiosidad científica, ofrecer material interesante dentro del marco de referencia del colegio y apoyar la colaboración entre los estudiantes y el profesor. Éste debe orientar y facilitar la exploración de los niños y su aprendizaje, fomentando su curiosidad reflexiva. Es un papel sumamente complicado. Yo quiero compartir con ustedes una forma muy sencilla de pensar acerca de lo que los profesores hacen. Yo soy muy chapada a la antigua, de manera que voy a hacerlo a la antigua. Fijense que utilizo todavía las manos. Estoy aprendiendo a utilizar el power point, pero prefiero esto: este triángulo es una forma de pensar acerca de algunas de las cosas con las cuales queremos darle apoyo a los profesores. Este triángulo relacional entre el profesor, cada uno de los estudiantes y las ciencias en las esquinas se deriva del filósofo del siglo XVI, Martín Lutero, quien habló de este paradigma. Ha sido utilizado en los Estados Unidos de muchas maneras, sobre todo como una forma de ayudar a pensar acerca de la naturaleza de la educación en las ciencias. La sugerencia aquí es que en un entorno rico debe haber una relación muy fuerte de diferentes maneras entre la ciencia, el profesor y el estudiante o los estudiantes. El profesor de ciencias debe poseer una relación muy significativa y enriquecedora con el mundo de la ciencia y conocerlo simplemente como lo hemos descrito: como un campo interesante de conocimiento y de curiosidad dentro del contexto de la comunidad y no solamente como un cuerpo de información. El profesor debe estar interesado en la ciencia y debe querer aprender más acerca de la misma. Si miramos la línea del estudiante profesor que es una relación de doble vía, debe haber una relación significativa entre los estudiantes y los profesores, la familia, sus experiencias como una cultura familiar. La comunidad debe conocer algo acerca del bagaje de los estudiantes, cómo lo adquirieron y asegurar que están comprometidos con el aprendizaje.

En un entorno de alta calidad, la tercera y más importante relación es la que se desarrolla entre el estudiante y la ciencia. En realidad, el objetivo del profesor es que los estudiantes desarrollen su comprensión, su interés y su creatividad hacia las ciencias. Si el profesor tiene una pobre comprensión,

o un bajo interés en las ciencias, entonces es muy difícil ver cómo él puede ayudar a los estudiantes a conectarse con la ciencia. Un educador inglés a quien yo respeto es Roselin Driver, quien dijo que aprender la ciencia requiere que la gente joven empiece a pensar diferente el mundo natural, socializando en mayor o menor grado las prácticas de la comunidad científica con sus objetivos particulares, sus maneras de ver y sus maneras de sustentar lo que quiere enseñar el profesor. Esto se debe dar como una guía en el mundo natural, en el mundo de las ciencias y en el mundo cotidiano. Para darles una idea, no solamente en palabras, de lo que esto significa, deseo mostrarles un video de cuatro minutos. Si yo hubiese estado aquí un poco más de tiempo con una cámara, habría capturado escenas como las que les voy a mostrar en algunas de las clases en los colegios que he visitado. Siento mucho que la muestra sea de los Estados Unidos, y que sea en inglés, pero creo que si vemos la cinta, no habrá necesidad de comprender el idioma. Este es un grupo de niños de nueve años que está comenzando a estudiar la electricidad y los circuitos eléctricos. Los niños ya han discutido, han debatido la electricidad en su mundo en donde la encuentran y luego jugaron con los materiales que les permitieron encender los motores y hacer sonar los timbres. Los profesores ahora les han pedido que con una batería, un cable y un bombillo, enciendan el bombillo. Los niños tienen los materiales y están trabajando en grupo. Lo único que tenemos que hacer es observar por pocos minutos. Vamos a ver cómo sale todo.

La profesora les está pidiendo que por favor ensayen para ver cómo pueden encender el bombillo.

La profesora explica que los niños están dibujando sobre el tablero sus hallazgos y que se han esforzado por incluir todos los detalles posibles.

En estas imágenes que acabamos de ver —que suceden en muchas de las aulas de clase aquí— los niños se involucran en el desarrollo de una relación significativa con la ciencia mediante el trabajo conjunto con materiales, los fenómenos y entre sí. También podemos observar al profesor orientándolos de cierta manera y estructurando el entorno. Ustedes tal vez percibieron los cuadernos, la emoción, el ruido, el éxito, la escritura sobre el tablero y la accesibilidad de los profesores. Yo creo

que éste es un punto de vista, aunque hay muchas otras formas que podemos observar a medida que los niños son orientados hacia una relación con la ciencia mediante el esfuerzo y entre sí. El profesor les suministra la orientación de forma estructurada. Hay otras maneras que son menos útiles. Si tenemos esta concepción de la enseñanza de las ciencias y si esto es lo que queremos lograr, entonces el papel del profesor se está complicando mucho. Esta complicación es la que debemos discutir cuando hablamos de la preparación de los profesores, porque el profesor debe crear ese entorno, debe suministrar los materiales y el fenómeno, y los fenómenos se tienen que situar dentro de la comunidad. ¿Cuáles son las implicaciones? ¿Qué es lo que el profesor debe saber? Estas son las preguntas que debemos discutir. El profesor debe saber cómo presentar esto, debe conocer las diferentes formas de interactuar con los estudiantes, debe saber cómo evaluar continuamente la comprensión de los niños y decidir qué hacer a continuación, basado en esa evaluación. Así, nuestro desafío es preguntar cuál es la índole de la preparación de los profesores y si ellos han de desarrollar estas habilidades.

Si recuerdan el video de la clase, naturalmente se requiere saber algo acerca de los estudiantes. El profesor debe saber cómo aprenden los niños. Debe existir una base y un nivel de comprensión del desarrollo cognitivo. No sabemos todo acerca del desarrollo cognitivo, pero el profesor debe saber que existe; debe comprender cuál es la naturaleza de las expectativas para los niños de diferentes niveles de edad. Esto no tiene que ver con estándares, sino con expectativas de los niveles de pensamiento y comprensión de lo que los niños pueden captar. De esta forma todo se pone en perspectiva. Tenemos que encontrar un sentido y debemos comprender —hasta el punto en que la investigación haya avanzado— cuáles son algunas de las concepciones de los niños, cuáles son las teorías y cuál es el nivel de comprensión que ellos tienen de los fenómenos naturales. Los niños muy jóvenes a menudo piensan que el viento lo fabrican los árboles porque los árboles soplan cuando hay viento de manera que el viento debe ser el resultado del movimiento de las hojas. Ésta no es una concepción verdadera, pero sí es razonable. Cada día comprendemos más y más cómo piensan los niños y qué teorías han desarrollado a medida que

avanzan durante sus años escolares. ¿Cómo podemos alcanzar ese conocimiento? Tenemos todo un conjunto tradicional de cursos, pero yo creo que en ellos falta ayudar a los profesores jóvenes no tanto a saber lo que ya se sabe, sino a saber cómo continuar ese aprendizaje. En los Estados Unidos la mayoría de los profesores está muy desconectada de la investigación y del aprendizaje de los niños. Hay una comunidad investigadora, una comunidad docente y muy poca interconexión entre las dos. Debemos llenar esa brecha entre esas dos áreas y yo creo que la responsabilidad de los investigadores es asegurarse de que esto suceda para que los profesores puedan contribuir a la investigación existente acerca del pensamiento de los niños y su comprensión. También creo que, en cuanto a la preparación debemos pensar no solamente acerca de los cursos de aprendizaje normal, sino también de la experiencia directa con los niños. En mi trabajo con los profesores, nosotros a menudo tenemos estudiantes universitarios que están investigando acerca del estudio de los niños. Los estudiantes trabajan con los niños para tratar de comprender su manera de pensar. Por ejemplo, tengo un trabajo de mis estudiantes en mi seminario anual en donde les pido que entrevisten a tres o cuatro niños de diferentes edades y a un adulto. Sencillamente hay que preguntarles qué creen ellos que origina las fases de la luna. Tengo gran cantidad de respuestas y es sumamente interesante ver cómo los niños de diferentes edades y los adultos tratan de explicar la naturaleza de aquel fenómeno. Aunque los niños lo explican de diferente manera, sus explicaciones y las de los adultos son muy parecidas. Ahí les dejo este ejemplo para que ustedes piensen al respecto. Este tipo de actividades académicas es una manera de involucrar a los estudiantes universitarios y los profesores que están siendo sometidos a preparación a que piensen qué tienen que hacer cuando tienen unos cuarenta o cuarenta y cinco niños en la clase. También es una oportunidad para comenzar a estudiar la comprensión de los niños. Los profesores. El modo como los profesores pueden desarrollar esta relación con la ciencia es más que un tema en sí, es toda una empresa. La ciencia ocupa un lugar en la sociedad que tiene fortalezas y limitaciones, y es una materia que se debe enseñar y aprender. En los Estados Unidos hay mucha preocupación y debate acerca de la falta de conocimiento de los profesores acerca de la ciencia. Voy a discutir un poco más acerca de este tema,

porque tengo alguna experiencia al respecto. No tengo respuestas pero sí experiencia. Los profesores deben saber algo acerca de sus materias y deben saber a dónde acudir para averiguar lo que necesitan saber. Sobre todo a medida que avanzan en su carrera, los profesores necesitan saber, experimentar y sentir físicamente la naturaleza de la curiosidad científica para sentirse cómodos. Ellos no pueden crear el entorno en el salón de clase a menos que ellos mismos entiendan muy bien estos procesos basados en sus propias experiencias. A su vez, ellos necesitan una conexión con la naturaleza de la historia de la ciencia y los importantes hábitos o actitudes mentales fundamentales en la ciencia. Al menos en los Estados Unidos, tal vez aquí también, hay varios obstáculos para empezar a ver cómo preparar los profesores. En las facultades, los profesores no son especialistas, enseñan de todo, no solamente ciencia. Como generalistas deben aprender todas las materias. Así también pueden enseñar muchas partes de la ciencia: ciencia vivas, por ejemplo, o ciencia físicas. No se especializan en un solo campo de la ciencia, al contrario de otros profesores de alto nivel. No podemos ni siquiera pensar en cubrir toda la ciencia que debemos saber, pues tenemos una cantidad limitada de nociones para aprender en nuestro ramo. Otro obstáculo es que para muchos de los estudiantes y profesores la relación con la ciencia es bastante defectuosa. Ellos piensan que no es accesible, que saben muy poco, que no la pueden aprender. Es posible que tengan algunas de las actitudes y los pensamientos propios para la ciencia que mencionó el Doctor Chapack, pero la ciencia que han aprendido proviene de los libros de texto, conferencias, cursos y poseen poca comprensión —si es que tienen alguna— porque han memorizado lo que tienen que saber. Es muy difícil imaginar cómo una persona con este tipo de relación con la ciencia puede realmente crear este tipo de visión o relación con los estudiantes. Entonces, ¿qué hacer? Yo diría varias cosas pero éste es un inicio solamente porque creo que este es un problema bastante grave. Los profesores deben investigar por su propia cuenta. No hay manera de evitarlo. La investigación es la clave para comprender lo que se quiere hacer. El Dr. Chapack dijo ayer que los profesores deben saber lo que significa poder llevar a cabo una investigación y terminarla si quieren transmitir eso a sus estudiantes y deben tener la capacidad de aprender más. ¿Cómo equilibramos la profundidad, el contacto directo con

los materiales y los recursos secundarios? ¿qué tanto debemos investigar? ¿cómo prepararnos? No tengo respuestas, pero hay varias personas en los Estados Unidos (y creo que en su país debe haberlos también) que han desarrollado o han comenzado a desarrollar formas interesantes de interactuar con los estudiantes universitarios y con los profesores que están siendo preparados mediante diferentes cursos.

Les voy a dar dos ejemplos aunque necesitamos cientos de ellos. En Pasadena, California, mi colega Jerry Pain —quien está aquí— formó parte del desarrollo de unos cursos de quince semanas, muy parecidos a los cursos intensivos que los niños toman acerca de un tema. A un nivel diferente, los adultos se involucran en un estudio a profundidad de una materia. Lo hacen a través de investigación, haciendo preguntas, compartiendo experiencias, reflexionando, discutiendo, trabajando en equipo. Todo esto es muy parecido a lo que vemos en el salón de clase. Van al laboratorio o hacen trabajo de campo. Esto les permite sentir que pueden comprender la ciencia, que la ciencia es algo accesible y que hay maneras de disfrutar la adquisición de conocimiento científico aunque tal vez se formen para sí el modelo y la naturaleza de la pedagogía y la enseñanza de las ciencias de una forma no consciente. Por su puesto, este ejemplo nos trae a colación la realidad del contexto: por ejemplo, los circuitos eléctricos. En los Estados Unidos, nuestros estudiantes universitarios que se preparan para ser profesores toman tres cuatro cursos en ciencias en total.

Otro ejemplo proviene de mi propia universidad, en donde se enseña a los profesores a trabajar con niños pequeños de primaria. En este caso, diseñamos un curso de dos semestres. Ellos se concentran en ciencias físicas el primer semestre y en ciencias vivas el segundo. trabajan en el laboratorio y tienen experiencias de campo. Se les brinda tiempo y mucha lectura de fuentes originales. El programa está diseñado para darles unas buenas bases de manera que es más amplio de lo que acabo de describir. En las ciencias vivas observan los organismos clasificados; en el ciclo de vida de las plantas y los animales, la célula, los estudiantes exploran los inicios en cuanto a genética y selección genética, pero en cada caso se centran en la experiencia directa y fomentan la curiosidad. Al fi-

nal del año académico se les pide que hagan una investigación independiente en cada uno de los temas y ellos diseñan la investigación, tal como yo lo vi ayer en los ejemplos de los estudiantes de bachillerato; es lo mismo. Además, en este curso la clase se reúne una vez por semana durante una hora con los profesores de ciencia y educación para hablar y reflexionar acerca de las formas en que estaban aprendiendo y las formas en que la estructura de la pedagogía del curso estaba influenciando su aprendizaje.

Estos dos ejemplos tienen varias cosas en común. Por un lado, las clases no son numerosas. No sé en Colombia, pero en los Estados Unidos la mayoría de las clases de ciencia que los estudiantes reciben al comienzo de sus estudios, ya sea que se estén preparando para ser profesores o no, son conferencias con gran cantidad de asistentes, de veinte a veinticinco personas. Algo muy importante es que estas clases se desarrollan como experiencias específicas en el campo de la curiosidad científica por parte de equipos de científicos y educadores en ciencia. Quiero subrayar ese proceso de desarrollo. No creo que ninguno de nosotros, ya seamos científicos o educadores de ciencia, podamos juntar todas las partes por sí solos. Debe haber colaboración para poder desarrollar los materiales para los profesores y para los estudiantes.

Hablemos ahora del conocimiento de la enseñanza de la ciencia porque tal vez es el tema más complejo. Tiene que ver con la integración entre el desarrollo del saber y las habilidades para la docencia de esta disciplina. Lo que los profesores de ciencias deben hacer para integrar lo que saben y para desarrollar una docencia de curiosidad, es adquirir conocimiento pedagógico por un lado y conocimiento concreto sobre su ramo, por el otro. Sin embargo, saber un tema y unas estrategias no garantiza que uno pueda enseñarlo a los otros, ni que los pueda orientar al respecto. Se debe llevar a cabo una gran cantidad de transformaciones y aprendizaje para que ese conocimiento se convierta en una metodología y enfoque de enseñanza.

¿Cómo podemos presentar la ciencia de forma accesible a los niños? No quiero decir presentarla en conferencia sino crear. ¿Cómo hacer accesible la ciencia? ¿Cómo pueden los niños establecer una relación con la ciencia sin la mediación de los métodos

tradicionales? ¿Cómo abrimos la clase a los niños? Empleando palabras que sean fáciles de expresar, como en la clase que apreciamos en la cinta de video, donde los niños estaban involucrados, se comunicaban entre sí y utilizaban los materiales mientras el profesor, en cierta medida, los observaba y los orientaba muy claramente para facilitar lo que sucedió.

¿En qué consisten esas interacciones? En desafiarlos y hacerles preguntas interesantes, interpretando sus preguntas, valorando su comprensión sin juzgarlos, informándolos y respondiéndoles sus preguntas y expandiendo sus ideas. Todas estas son partes extremadamente complicadas de la enseñanza. Hay muchas maneras de hacerlo y todos ustedes también deben tener cursos de metodología para la enseñanza. Estos cursos comenzarán a moldear la pedagogía y sus enfoques, pero yo creo que hay otras maneras también importantes para desarrollar esta base de conocimiento. Tal vez la más importante es la experiencia clínica en el salón de clases. La investigación en los Estados Unidos dice que entre todas las experiencias que tienen los profesores, lo que los influencia más para convertirse en docentes no son todas las palabras sino las experiencias. Eso crea problemas, pero es algo que debemos examinar a profundidad porque, por supuesto, queremos que estén dando clases y que enseñen como nosotros lo vemos, para tener una experiencia clínica, con más acciones que palabras. Una de las estrategias que nosotros hemos desarrollado en los Estados Unidos para tratar de implementarla es lo que llamamos escuelas o facultades de desarrollo profesional. Allí se establece una relación muy estrecha con las universidades y con los programas de educación. Los profesores de la universidad y de los colegios trabajan en conjunto y crean las experiencias para los estudiantes en sus clases. Es un proceso interesante pero difícil sobre el cual debemos trabajar si queremos pensar en una buena preparación de los profesores porque exige que la facultad de la universidad y los profesores se unan como pares, sin colocar la universidad arriba y el colegio abajo. Esta igualdad de condiciones exige que de muchas maneras modifiquemos nuestra percepción de la preparación docente y que ubiquemos al profesor a la cabeza de esta preparación. Ustedes tal vez ya lo hacen aquí; nosotros no. En muchas formas la universidad está adelante, pues es en los colegios donde muchos profesores ensayan lo que ellos averiguan. Este no

es el papel ni el lugar verdadero de un profesor de colegio porque esto denota irrespeto e ignorancia acerca de la profundidad, conocimiento y experiencia que se adquiere en clase. Estas habilidades deben ser aprovechadas si queremos modificar la preparación de los profesores. Los profesores deben estar en el centro de todo este proceso, pero quienes lo deben dirigir son las personas que enseñan esta materia en la universidad. Debemos incluir profesores que han aprendido a orientar a otros profesores en su profesión.

Ahora quisiera resaltar un aspecto adicional de la preparación docente que en mi concepto es absolutamente importante aunque algunas personas no puedan estar de acuerdo. Me refiero a la utilización de un material curricular de muy alta calidad. Estoy muy comprometida con la idea de que a final de cuentas los profesores y los niños en la clase son los que crean en conjunto la dirección de algunos de los objetivos y otros aspectos de lo que sucede en el aula. Con base en lo que observé aquí, se tiene el trabajo de profesores expertos que, de la forma que hayan llegado a donde ahora están posicionados, pudieron unir todas las piezas del rompecabezas y desarrollar las experiencias que resultan maravillosas para los estudiantes. Yo sé que los Estados Unidos no tenemos un profesor muy experto en todos los salones de clase. Por el contrario, las estrellas, las personas innovadoras y creativas que pueden juntar todas las piezas del rompecabezas son escasas.

La enseñanza encuentra muchos obstáculos no sólo por la falta de preparación de docentes. Yo creo que como profesores que estamos iniciando en el campo debemos contar con el apoyo de material curricular diseñado para brindar una estructura e involucrar a los estudiantes en esta experiencia de aprendizaje de la ciencia basado en la curiosidad. Así los nuevos profesores comenzarán a avanzar en este camino con paso firme, con herramientas útiles para trabajar con los niños, observar sus reacciones, involucrarse y comunicarse con ellos y fortalecer su comprensión estructura y formación.

Si yo hubiese trabajado y usado mi propio material desde un comienzo con otro profesor, y si ingresara a su clase tres o cuatro años después, no reconocería lo que habría allí, pues sus experiencias con sus

estudiantes, la comunidad y los profesores lo habrían tornado en un maestro muy diferente. Esta situación sería un inicio básico y yo creo que esto es lo debemos hacer con todos nuestros profesores cuando comienzan a aprender las estructuras básicas, para que luego avancen y se liberen de toda esta estructura y se conviertan en expertos.

Para culminar, este proceso continuo del desarrollo requiere tiempo. Aprender a enseñar bien requiere toda una vida, pues nunca cesamos de aprender.

Dependiendo de dónde estemos, aquí, en los Estados Unidos o en otros países, en el proceso de preparación para ser un profesor, obtener una licencia de pedagogo y continuar el desarrollo profesional hay una fase en la que se adquieren las bases del conocimiento de la ciencia, se aprende a enseñar y se maneja el currículo. Para ello, tener un trabajo clínico inicial es algo clave.

Hay otra fase cuando los profesores ya entran a enseñar a los salones de clase a los primeros dos o tres años de enseñanza. Son años críticos en los que, no obstante, se crean buenas experiencias, y se aprende a confiar en su preparación y en sus propios recuerdos de infancia. Esos años iniciales requieren de la orientación y la ayuda de profesores expertos. A las escuelas y a los científicos no se les puede dejar a la deriva.

Al contrario de lo que en algunos casos ocurre en mi país, espero que aquí no exista la idea equivocada

de que prepararse para ser profesores simplemente significa saltar al ruedo y correr una arriesgada faena. Debe haber un periodo prolongado de preparación y desarrollo profesional relacionado con el papel de los expertos. Así siempre nos encontramos motivados para avanzar. Por lo que he escuchado en algunas de las sesiones de ayer, creo que muchos de ustedes ya están familiarizados con este proceso y que existe la necesidad de que algunos profesores cuenten con el tiempo y los recursos para reunirse y trabajar en equipos con el fin de desarrollar y alcanzar los objetivos de enseñanza.

Pueden invitar a otros expertos, pero el punto central de todo esto se aparta del hecho de que personal externo ingrese a estas reuniones. En Estados Unidos tenemos muy poco tiempo para esto y debemos modificar esta situación porque es un componente crítico. No sé cómo hacerlo pero debemos hacerlo. Esto, en última instancia, es desarrollo profesional. Así como hemos hablado de cambiar fundamentalmente la educación en ciencias para los niños, debemos modificar fundamentalmente la naturaleza de la preparación de los profesores. Debemos continuar apoyándolos y cambiar la actitud para ir más allá de las experiencias de aquellas estrellas de la enseñanza. Así permitiremos que la gran mayoría de profesores participe, aprenda y vea que su propio aprendizaje y el aprendizaje de sus niños es exitoso al ser realizado de otra manera.

Muchas gracias.

Ciencia y Empresa

Competitividad, Calidad y Sostenibilidad

Juan Puertas Agudo

Dirección de tecnología y medio ambiente

Grupo Gas Natural

Introducción

El Diccionario de la Real Academia Española define ciencia como: *"el conocimiento cierto de las cosas por sus principios y causas"* y empresa como *"Unidad de Organización dedicada a actividades industriales, mercantiles o de prestación de servicios con fines lucrativos"*.

Si bien la definición de ciencia ha permanecido inalterable, el entorno empresarial de los últimos años ha hecho que las empresas sean algo más que organizaciones con fines lucrativos. Vamos a intentar, conocer los *principios y causas* del entorno empresarial de nuestro tiempo, para intentar inducir un modelo de conducta que conduzca al éxito.

Esta claro que la competitividad y el desarrollo social de un país está directamente relacionado con el progreso y la competitividad de su tejido empresarial.

"Una economía no puede ser competitiva, a menos que las empresas que operan en ella, también lo sean. La influencia de las empresas en la economía de un país puede llegar hasta el 80% de la variación de su PIB"

Michael Porter

Por tanto, resulta fundamental conocer las claves de nuestro tiempo y aplicar soluciones que permitan a las empresas ser cada vez más eficaces.

En este sentido la formación y capacitación de los individuos de un país es el vehículo idóneo para alcanzar los objetivos descritos. Con independencia de los conocimientos específicos que cada especialidad requiere, el entorno económico actual requiere la asimilación de una serie de valores que,

preferentemente, se deben inculcar durante el periodo de formación de los individuos y que deben permanecer, independientemente de su misión posterior, inalterables durante su vida profesional.

Estos valores, como intentaremos demostrar durante la exposición, son cuanto menos los siguientes: competitividad, calidad y sostenibilidad.

La competitividad en el mundo empresarial

En la evolución industrial de los últimos 30 años han destacado, entre otros, los siguientes procesos fundamentales.

El incremento de productividad de los años 80, en los que **el modelo japonés**, basado en **la mejora de los procesos y la reducción de los costes de producción**, como consecuencia de la implantación de los círculos de calidad y de un nivel de autodisciplina considerable, revolucionó los sistemas productivos.

La respuesta occidental a estos modelos consistió en la introducción de cambios organizativos importantes. La empresa tradicional, estructurada jerárquicamente según patrones militares, daba paso a modelos organizativos matriciales y a procesos de *flattening* o de aplanamiento de estructuras, con el fin de combatir las mejoras productivas obtenidas en Japón.

Estas medidas, no obstante, resultaron insuficientes y condujeron a los modelos de Porter¹, de estructura empresarial descentralizada o en red.

Los modelos de estructura descentralizada reducen la empresa a un núcleo central o *hub* que toma las decisiones estratégicas de la misma mientras que los procesos productivos pueden ser realizados por

¹ Profesor de la cátedra de Administración de Negocios en Harvard University y una destacada autoridad en estrategia competitiva y en competencia internacional.

colaboradores ajenos a la misma.

Con estos modelos se acaba con el complejo industrial tradicional. Los centros de decisión están en el *headquarter* de la compañía (tan sólo las empresas capaces de aportar valor añadido sobreviven) mientras que los centros de producción pueden estar tanto en el propio país, en zonas mejor comunicadas o favorecidas fiscalmente, como en el extranjero, donde exista un capital humano formado y capaz de producir a costes menores.

El modelo consiste en aprovechar al máximo las economías de escala. Un fabricante de componentes de automoción, por ejemplo, puede producir y vender su producto a todos los productores. De esta manera, al especializarse, puede dotarse de mejores instalaciones y producir a costes inferiores de lo que se beneficia el conjunto del sector.

Con esta filosofía, un coche puede diferenciarse de

otro por aspectos tan poco técnicos como su diseño exterior o sus condiciones de financiación y sin embargo compartir mecánica o suspensión con otro modelo de la competencia.

Este esquema, permite a las Empresas productoras de los países desarrollados competir en coste con las economías emergentes, generalmente de Oriente, y ha dado origen al concepto de **economía global**.

La competitividad se ha convertido en un imperativo del mundo empresarial desde la aparición de estos modelos tan agresivos, unidos a los criterios de libre competencia surgidos estos años del pensamiento de la escuela de Chicago, encabezada por Martin Friedman, que pusieron en práctica inicialmente los gobiernos de Ronald Reagan en EE.UU y de Margaret Thatcher en el Reino Unido, y que posteriormente se ha extendido a prácticamente todos los países desarrollados.

Influencia de la globalización en la economía mundial

Las teorías apuntadas han hecho que las economías mundiales se puedan agrupar en tres grupos diferenciados:

- **Países desarrollados:** *El tejido empresarial de los cuales está derivando hacia centros de decisión y empresas de servicios. Se caracterizan por poseer una mano de obra cara y unos recursos (materias primas) escasos.*

- **Países en vías de desarrollo o en tránsito:** *El abanico de estos países es amplio y cubre desde las economías con un buen nivel formativo y social hasta países que acaban de integrarse en este grupo y por tanto, se hallan aún socialmente desestructurados.*

Los países de este Grupo donde la formación ha alcanzado niveles importantes y por tanto existe un capital humano capacitado y preparado, unido a unos buenos medios de comunicación y un entorno socio-político estable, son los escenarios óptimos para ubicar los centros mundiales de producción.

A medida que estos países van incrementando su producción crece su renta per capita, se hacen menos competitivos, se convierten en centros de decisión y ceden su lugar a nuevos países emergentes.

- **Países subdesarrollados:** *Sin estructura de estado ni acceso a la formación ni a la energía.*

Las más recientes teorías económicas sostienen que la globalización es la mejor manera de promover este flujo, lento pero constante, de países subdesarrollados a desarrollados y de redistribuir la riqueza y los recursos entre la población mundial.

Hasta ese momento existían, de forma más o menos perceptible, barreras nacionales (empresas públicas, medidas arancelarias) que protegían el mercado interno de ciertos productos o sectores y, especialmente, el sector servicios.

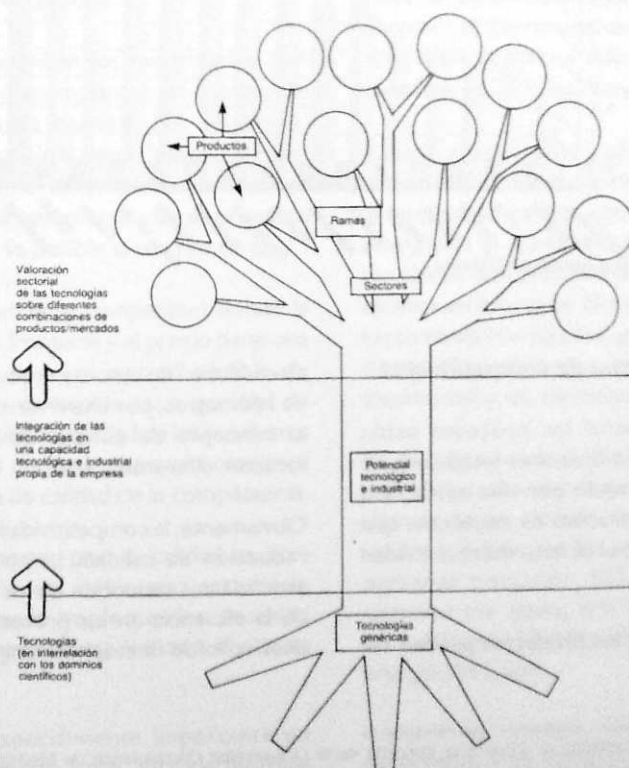
La aplicación generalizada de las **medidas liberalizadoras** ha hecho que cualquiera pueda competir en cualquier sector y que se erradiquen prácticas monopolísticas. Así, sectores históricamente unidos a la inversión pública como: el transporte ferroviario o aéreo, la generación y distribución eléctrica o la distribución de hidrocarburos, no sólo no se hallan ya en manos de operadores privados sino que existen limitaciones para que el propietario de las infraestructuras pueda ser a la vez quien preste el servicio al cliente.

En el sector eléctrico, por ejemplo, donde antes existía una única figura ahora, con el nuevo modelo aparecen como mínimo tres: el productor de la energía, el propietario de las infraestructuras de transporte y distribución y el agente vendedor (que compra la energía al productor y la vende al cliente

utilizando las infraestructuras del transportista). En el modelo tradicional la empresa eléctrica tenía asegurado el negocio ya que actuaba en exclusividad en un área geográfica o concesión. Ahora pueden existir decenas de operadores ofertando sus productos a los clientes, algunos de ellos con capacidad para operar a nivel mundial.

Las empresas actuales compiten con el resto de empresas mundiales que actúan en su campo de influencia por lo que, para sobrevivir deben ser excelentes y/o aportar un factor diferencial que haga que su producto sea atractivo. Este elemento diferencial puede ser cualitativo (una imagen de marca) o cuantitativo, ofrecer una calidad óptima a unos precios mejores que el resto del mercado.

Los profesionales que se incorporen a las empresas del siglo XXI deben hacerlo con este plus de competitividad adquirido. A su vez, las empresas deberán tener unas buenas raíces tecnológicas y una gama de productos o servicios que las convierta en únicas en el mercado.



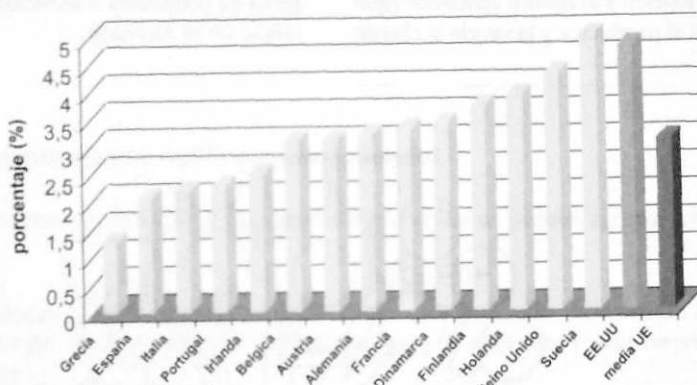
Para Michael Porter una empresa competitiva es: "la que tiene empleados muy preparados, utiliza mejor la información, saca partido de las infraestructuras a su disposición, tiene mejores proveedores e invierte en investigación y desarrollo I+D"

Está claro que el paso de país productor a país desarrollado sólo puede conseguirse con una importante inversión en investigación y desarrollo y unos centros universitarios de primer orden. Pero esto sólo no basta, es una labor conjunta de los Estados y de su entramado empresarial. El estado debe favorecer inversiones en infraestructuras de la información, debe fomentar la liberalización, promover servicios financieros y medidas fiscales adecuadas, y garantizar el desarrollo sostenible. Sólo con este entorno las principales multinacionales

encontrarán el terreno abonado para apostar por implantar alguno de sus centros de desarrollo.

La ampliación de la Unión Europea está poniendo de manifiesto que los países de la Europa del Este que se incorporarán el próximo año, además de poseer unos sistemas productivos de la máxima calidad, se hallan por encima de la media europea en infraestructuras de información o en inversiones en I+D. Es posible por tanto que inversiones en tecnología punta de desplacen desde el Oeste de Europa a estos países en breve plazo².

Gastos en tecnologías de la información/PIB



Fuente: CEOE y Banco de España

La calidad en un entorno de competitividad

En la empresa tradicional los procesos están estructurados por áreas o divisiones y cada una de ellos puede ser supervisado por una estructura específica mediante un proceso de inspección que permite ejercer un control directo sobre la calidad de los productos finales.

El nuevo modelo donde los productos pueden ser

diseñados en un centro y producidos en otros a miles de kilómetros, por una o varias empresas, hace que el concepto de control de calidad adquiera un carácter diferente.

Obviamente, la competitividad no puede comportar reducción de calidad. La competitividad debe ir asociada a la reducción de los costes por la mejora de la eficiencia en los procesos, bien mediante el desarrollo de nuevas tecnologías o la aplicación de

² Según Carmela Martín, Catedrática de Economía Aplicada de la Universidad Complutense de Madrid y autora del estudio "La ampliación de la Unión Europea, efectos sobre la economía española"

nuevos materiales bien por el beneficio derivado de las economías de escala.

Lo cierto es que este proceso de descentralización de la producción condujo, inicialmente, a una pérdida evidente de calidad. Para corregir este fenómeno irrumpió con fuerza, a principio de los años noventa el concepto de los sistemas de autoaseguramiento de calidad.

Estos sistemas se basan en técnicas utilizadas por la NASA años antes y se plasman en una serie de normas que se han constituido en referentes a nivel mundial (las ISO 9000). El criterio fundamental de estos sistemas se basa en el siguiente principio:

- Los parámetros de calidad se pactan entre el cliente y el proveedor al establecer el contrato.
- El aseguramiento de calidad se debe incluir en todos y cada uno de los procesos de fabricación del producto o de prestación del servicio y debe ser *inherente* a los mismos.
- La calidad de una empresa se debe entender como la satisfacción de las necesidades y expectativas de sus clientes, de su personal y de la sociedad en general.

Las normas ISO determinan los mecanismos que permiten a una empresa implantar un sistema de autoaseguramiento de calidad. No obstante, mantenerlo sólo es posible si desde la alta dirección de la empresa hasta el último colaborador se comprometen permanentemente con el proyecto y esto, a su vez, sólo es posible si se cree en él.

En un entorno fuertemente competitivo donde la competencia no tiene fronteras y el precio tiene una importancia capital, la única opción posible de fidelizar a los clientes existentes es, a igualdad de precio, garantizar la máxima calidad de los productos y la única posibilidad de ganar mercado consistirá en aprovechar la falta de calidad de la competencia.

Esta estrategia de apostar por la calidad es irreversible, cada proceso debe ser estudiado sistemáticamente para implementar posibles mejoras ya que la competencia realizará el mismo ejercicio.

Este apartado es especialmente importante en países en vías de desarrollo, y por tanto fuertemente

productores, ya que la decisión de una multinacional sobre producir o no en un país vendrá determinada por la capacidad de sus empresas de hacerlo en plazo y coste y con unos elevados estándares de calidad (el caso de la India o China, son buenos ejemplos de países capaces de producir con unos niveles de competitividad y calidad que están poniendo en jaque no sólo a la economía japonesa, sino a la sudcoreana que fue a su vez verdugo de la nipona)

Implantar modelos sostenibles

El último aspecto fundamental de la economía de nuestros días es la necesidad de economizar recursos. Los recursos son finitos y para asegurar el crecimiento económico se deben utilizar con mesura.

Podríamos citar muchas áreas de trabajo en este sentido, la alimentaria donde la bioingeniería ha diseñado mecanismos que permiten mejorar la producción de las cosechas, la acuicultura, la gestión del agua, etc. Baste citar que las Naciones Unidas tienen en marcha, de forma simultánea, más de cincuenta programas de desarrollo sostenible y la patronal empresarial, a través de la *International Chamber of Commerce* desempeñó un papel muy activo en la última cumbre de Johannesburg, coordinando un buen número de grupos de trabajo.

Vamos a centrarnos no obstante en el tema energético. El desarrollo industrial tuvo lugar gracias al empleo del carbón como fuente de producción energética y, obviamente, gracias a los avances científicos que permitieron transformar la energía térmica en mecánica. El siglo XX ha sido el siglo de los combustibles líquidos, gracias a ellos se ha podido desarrollar el sector de transportes y, de la electricidad y las comunicaciones.

En la actualidad, la disponibilidad de energía asequible y abundante permite que mucha gente disfrute de un confort, movilidad y productividad sin precedentes. En los países industrializados, las personas consumen 100 veces más energía, en términos per cápita, que los seres humanos antes de que aprendiesen a utilizar el potencial de la energía del fuego.

Aunque la energía impulsa el crecimiento económico, y es por ello una cuestión clave para

todos los países, el acceso a la energía y su utilización varían ampliamente entre ellos, así como entre los ricos y los pobres de cada país. De hecho, dos mil millones de personas – una tercera parte de la población mundial – dependen casi plenamente de fuentes tradicionales de energía, por lo que no

pueden aprovechar las oportunidades que permiten las modernas formas de energía³. Además, casi todas las facetas de generación y uso de la energía van acompañadas de unos impactos ambientales en los ámbitos nivel local, regional y mundial que amenazan el bienestar humano, ahora y en el futuro.

Factores de crecimiento en los últimos años

	1800	2000	Factor
Población mundial (Millardos)	1	6	x 6
Esperanza de vida (Años)	35	75	x 2
Horas de trabajo por año	3.000	1.500	/ 2
Tiempo libre a lo largo de la vida (Horas)	70.000	300.000	x 4
Movilidad (km/día)	0,04	40	x 1.000
PIB Mundial (Billones de \$)	0,5	36	x 70
Demanda mundial de energía (Gtep)	0,3	10	x 35
Contenido en carbono de los recursos energéticos (GtC)	0,3	6	x 22

Fuente: International Institute for Applied Systems Analysis - 2001

Aunque parece que no hay límites físicos al suministro de energía mundial durante al menos los próximos 50 años, el actual sistema energético es insostenible tanto por motivos de equidad como por cuestiones de carácter ambiental, económico y geopolítico que tendrán repercusiones en el futuro.

Los aspectos de la insostenibilidad del actual sistema incluyen:

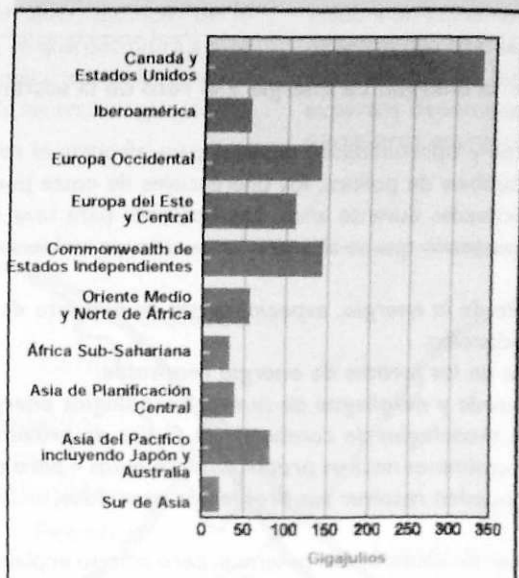
- No existe un acceso universal a los combustibles modernos y a la electricidad, lo cual representa una falta de equidad con dimensiones morales, políticas y prácticas en un mundo cada

vez más interconectado.

- El actual sistema energético no es suficientemente fiable o asequible para apoyar un crecimiento económico generalizado. La productividad de una tercera parte de la población mundial está comprometida por la falta de acceso a energía comercial, y quizás otro tercio sufra dificultades económicas e inseguridad debido a suministros de energía poco fiables. Actos ambientales negativos de carácter local, regional y mundial derivados de la producción y uso de la energía amenazan la salud y el bienestar de las generaciones presentes y futuras.

³ Banco Mundial, 1996; CME-FAO, 1999; PNUD, 1997.

FIGURA 2. CONSUMO PER CÁPITA DE ENERGÍA PRIMARIA (COMERCIAL Y NO COMERCIAL) POR REGIONES, 1995



Fuente: Banco Mundial, 1997; WRI, 1998

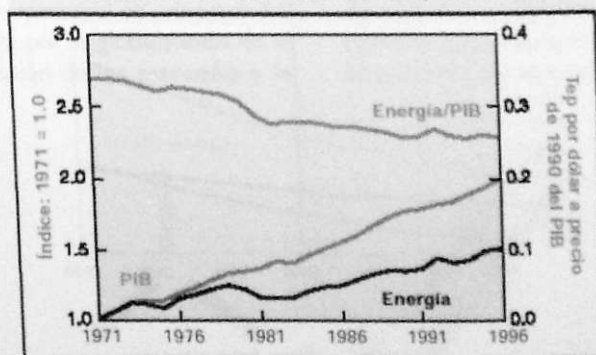
El concepto de energía sostenible se definió en primera instancia como el uso de los recursos energéticos realizado de forma que no condicionara la disponibilidad de para generaciones futuras. Más recientemente, se ha definido la sostenibilidad energética como la energía producida y consumida de forma que sustente el desarrollo humano en todas sus dimensiones, sociales, económicas y medioambientales.

Los países subdesarrollados tan sólo tendrán acceso a

la energía en la medida en que los países desarrollados o en vías de desarrollo hagan un uso más eficiente de la misma.

El parámetro que mide la sostenibilidad de las soluciones energéticas de un país se denomina "intensidad energética" y se define como el ratio entre la energía consumida y su producto interior bruto. La disminución de este ratio indica que las soluciones energéticas para el crecimiento económico inmediato son más eficaces que las adoptadas previamente.

FIGURA 3. PIB Y EL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA EN LOS PAÍSES OCDE, 1971-1996



Fuente: IEA, 1999

De hecho la intensidad energética de los países desarrollados se está reduciendo de forma paulatina. Ello se debe no sólo a la adopción

tecnologías más eficientes sino al efecto de desplazar la producción a países en vías de desarrollo.

Informe Mundial de la Energía: La Energía y el reto de la sostenibilidad

Existen recursos físicos y oportunidades técnicas para afrontar el reto de un desarrollo sostenible. Pero sin cambios de política, los diferenciales de coste pueden favorecer a los combustibles convencionales durante años. Las opciones para usar la energía de forma sostenible, haciendo necesario que se aborden las cuestiones ambientales, incluyen:

- *Uso más eficiente de la energía, especialmente en el punto de utilización final y procesos de producción.*
- *Mayor confianza en las fuentes de energía renovable.*
- *Desarrollo acelerado y despliegue de nuevas tecnologías energéticas, particularmente tecnologías de combustibles fósiles de próxima generación que produzcan unas emisiones nocivas prácticamente nulas – pero también tecnologías nucleares, si se pueden resolver sus problemas asociados.*

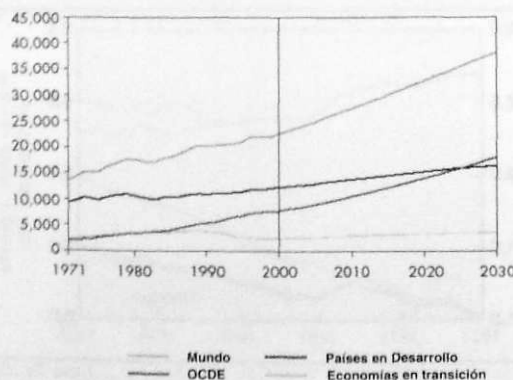
Las tres opciones tienen un considerable potencial, pero para su implantación será necesario que se eliminen los obstáculos para una mayor difusión, se desarrollen señales de mercado que reflejen los costes ambientales y se fomente la innovación tecnológica.

Organización de las Naciones Unidas, 1998

Las medidas resultantes de la aplicación de los acuerdos de Kioto, reflejadas en las políticas de comercio de emisiones, van afortunadamente en la línea de la predicción de las Naciones Unidas y son beneficiosas para aquellos países capaces de diseñar procesos productivos eficientes, es decir poco consumidores de energía, y gravosos para el resto.

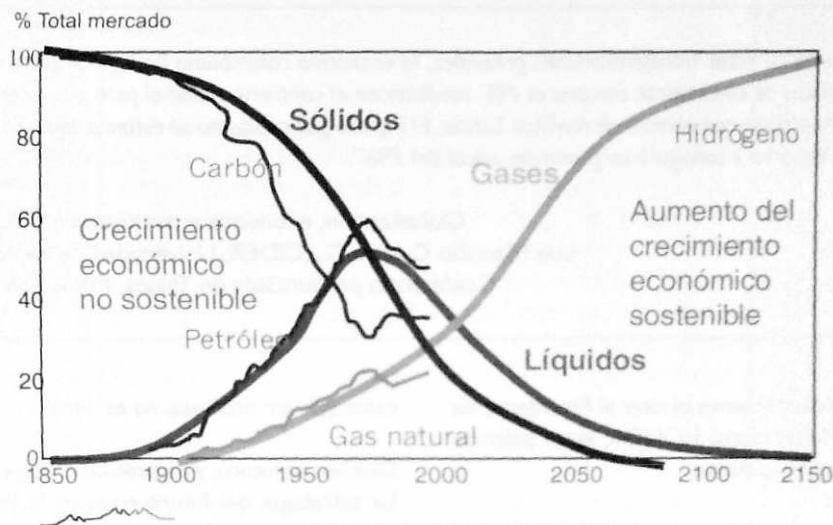
Los países en vías de desarrollo se hallan por tanto en una situación ventajosa en este sentido ya que pueden diseñar sus procesos productivos evitando los errores incurridos por otros países de forma previa y utilizar este hecho como una herramienta competitiva.

Emisiones energéticas de CO₂ (millones de t)



La solución de los problemas de generación eléctrica en Perú mediante plantas de ciclo combinado, aprovechando la construcción del gasoducto Camisea, es un buen ejemplo de lo que estamos comentando, ya que permitirá a este país disponer de energía eléctrica de bajo coste y producida con la mejor de las tecnologías fósiles existentes.

El siglo XXI, será sin duda el de los combustibles gaseosos. La primera mitad del siglo consolidará al gas natural como fuente energética dominante unido a un incremento de las energías renovables, mientras que en la segunda mitad del siglo se pasará a la economía del hidrógeno en un proceso que los expertos denominan la descarbonización de los suministros energéticos.



La posición del mundo empresarial ante esta situación debe ser de compromiso: En la actualidad ya no todo vale. Los sistemas productivos se deben diseñar de forma que utilicen la solución energética más eficiente posible y los procesos productivos deben ser respetuosos con el medio ambiente. Nos encontramos ante el inicio de la **economía del crecimiento sostenible**.

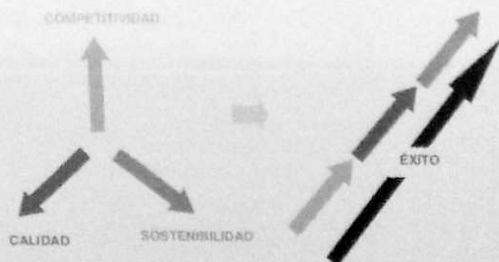
constatación de que los recursos a aplicar para el desarrollo de la economía son limitados.

Ante esta situación el mundo empresarial tan sólo puede responder con una mayor competitividad y calidad de sus productos y el desarrollo de unos procesos productivos eficientes y respetuosos con el medio ambiente.

Conclusiones

El análisis del entorno empresarial de principios del siglo XXI se caracteriza por la globalización de la economía, la liberalización de los mercados y la

Competitividad, Calidad y Sostenibilidad son las claves del éxito. En la medida que el mundo empresarial sepa combinar estos tres vectores de manera que sumen y no se contrarresten entre sí se conseguirá el éxito.



Para que ello sea posible el capital humanos debe poseer un nivel de conocimientos y concienciación tal, que les permita entender el entorno en el que se mueven y diseñar mecanismos que les permitan afrontar los difíciles retos inmediatos.

No me gustaría finalizar mi intervención sin hacer

mención expresa al caso singular de su país, Colombia, que dispone de un capital humano de primer orden, de un sistema educativo privilegiado y de unos recursos energéticos abundantes. Esta concatenación de elementos, en función de lo expuesto, no me cabe duda que le va a permitir constituirse, si no lo es ya, en un referente de desarrollo entre los países Sudamericanos.

"En medio de estas transformaciones generales, la economía colombiana ha logrado sostener un ritmo anual de crecimiento cercano al 4%, modesto en el concierto mundial pero muy aceptable en comparación con el resto de América Latina. El ingreso per cápita no se estancó como en otros países del área y consiguió un promedio anual del 2%".

Globalización, economía y territorio en Colombia
Luis Mauricio Cuervo G. (CIDER, Universidad de los Andes)
Conferencia pronunciada en Toluca, México en 1999

Por ultimo, recientemente oí citar al Presidente de la Empresa Multinacional HONDA, estas palabras que me permito repetirles:

"Una acción sin estrategia, es un arma peligrosa y una

estrategia sin acciones, no es nada".

Diseñen su futuro, y háganlo bien, esta en sus manos. La estrategia del futuro nace en la formación del presente.

BALANCE DE EXPERIENCIAS

Dino de Jesús Segura
Escuela Pedagógica Experimental

Preámbulo

Las veinte localidades de Bogotá poseen gran diversidad. Aunque no podemos decir que éstas constituyen un retrato de lo que es el país, sí son en muchos aspectos, una consecuencia de la vida nacional. La población de Bogotá se ha incrementado no sólo debido al crecimiento poblacional natural, sino por efecto de los conflictos que, por ejemplo, en los últimos 20 años han hecho del desplazamiento forzado un hecho cotidiano. Esta circunstancia ha conducido a distribuciones espaciales de la población, de los estratos sociales, de las industrias y los comercios, etc., que se traducen a nivel geográfico en localidades muy bien definidas y diferenciadas.

En el caso de la educación oficial que cuenta con exigencias mínimas y universales para ingresar y permanecer en el sistema y con oportunidades de mejoramiento generalizadas para los maestros; podríamos pensar que no existe una implicación determinante del entorno específico en el hecho educativo, sin embargo esto no es tan cierto.

El caso es que cuando se estudian las motivaciones de las investigaciones que adelantan estudiantes y maestros en la escuela, por ejemplo a partir de los

trabajos presentados en los foros locales, se encuentran intereses que bien podrían explicarse desde el contexto y nos llevarían a inferir que a pesar de las exigencias externas al sistema, en la vida de las instituciones es ineludible la articulación de la academia o del aprendizaje con la vida. Tal vez es de tal articulación que depende el sentido que encuentren los estudiantes por lo que se hace en la escuela.

Otro elemento que apuntaría a reflexiones interesantes es la correlación que existe entre el número de experiencias presentadas por los colegios privados y la localidad. En el cuerpo de este trabajo se encuentra enunciada la situación; el lector tendrá la oportunidad de analizar los datos y emplearlos en trabajos posteriores que apunten hacia investigaciones que permitan profundizar el tema.

Esta diversidad y estas circunstancias nos han conducido a intentar reflejar la variedad (por ejemplo, de intenciones de los trabajos) por localidad, a identificar las tendencias en cuanto a los planteamientos pedagógicos y didácticos de carácter teórico y a avanzar en la caracterización de una concepción de innovación que está emergiendo de la práctica cotidiana de los maestros.

Primera parte

1. Introducción

Antes de realizar cualquier intento descriptivo que será el objeto de la segunda parte, iniciemos con unas generalidades que consideramos útiles para comprender los acontecimientos que se dieron a propósito de los Foros Locales. Queremos avanzar en tres aspectos; las dificultades que se suelen presentar para que un proyecto de aula o una innovación en ciencias sea posible, los resultados que se obtuvieron en términos generales y su significado y, finalmente, las expectativas y propuestas que se han planteado desde los foros locales como actividades post-foro.

2. Dificultades

Se puede considerar que las dificultades que con frecuencia tienen que superar los proyectos innovativos de los maestros, específicamente las que tuvieron que sortear los presentados a los foros locales, se pueden reducir a tres fuentes: la institución, los maestros y la tradición. Como veremos, éstas se presentaron con mayor o menor incidencia en cada caso.

2.1 La institución

En general, las estructuras institucionales, debido quizás a un exceso de pre-determinación, conducen con frecuencia a que las transformaciones necesarias para garantizar el desarrollo de las propuestas y su proyección a otros espacios de la institución, se hagan muy difíciles. Es así como los cambios relacionados incluso con aspectos muy elementales como las solicitudes de acceso a algunos espacios, el uso de los laboratorios, los cambios de horario o la necesidad de tiempos adicionales para las experiencias, se convierten en dificultades, que pueden ser insuperables.

En este mismo sentido, entre las dificultades que resultan de lo administrativo, anotemos la disyuntiva a la que se encuentran abocados los directivos docentes ante las propuestas de grupos de niños y maestros que desean adelantar un proyecto innovador. En tal caso, es perfectamente claro que la "normalidad académica y de gestión" se entorpece y más cuando, como sucede frecuentemente, no se sabe con precisión cuál será el derrotero del proyecto que se propone. Pero para todos,

(directivos docentes, administradores y maestros) es claro también que las innovaciones son bienvenidas, que deben incentivarse y que por su propia definición no pueden tener todo previsto desde un comienzo. Es comprensible pues, que se presenten las dificultades y que, con frecuencia, éstas sean vistas por los docentes innovadores como consecuencia de la falta de interés de los directivos docentes.

En el sector privado, aunque la mayoría de iniciativas provienen de los docentes, lo que las hace posibles es la determinación de los directivos, quienes, ya sea porque comparten las búsquedas que se proponen, o por la importancia que tienen para el plantel en términos de desarrollo institucional o del prestigio que se deriva de la participación en los eventos en que se comunican estas experiencias, las asumen como propias y las apoyan poniendo a disposición los recursos posibles. En estos casos las dificultades institucionales se reducen a la capacidad de convencimiento de los docentes.

2.2 El maestro

En cuanto a las dificultades que se derivan de los docentes, anotemos en primer lugar la falta de preparación o de formación de los docentes en diferentes dominios. Esta carencia se concreta en la dificultad para constituir grupos de trabajo, en la falta de colaboración para con quienes plantean las innovaciones e incluso en la escasa previsión de lo que será el desarrollo de la propuesta, por parte del maestro innovador.

Otro elemento relacionado con la formación de los maestros es la dificultad que existe para adelantar la sistematización de la experiencia. En este punto vale la pena volver sobre la diferenciación necesaria entre el proyecto del maestro y los proyectos de los alumnos. Una cosa es el proyecto de los alumnos en virtud del cual existen búsquedas y tareas tales como la constitución de equipos de trabajo, el acceso a información, la elaboración de propuestas concretas relacionadas con el problema que se estudia y, en fin, el desarrollo de éstas; y, otra cosa es la mirada del pedagogo que observa, si se quiere de manera distante, lo que está ocurriendo en aspectos tales como la formación, el liderazgo y el protagonismo de los muchachos, las habilidades que se logran para plantear las dificultades y resolverlas, las interacciones grupales y con ello la construcción

de colectivos y auto-organizaciones, la manera como se accede y se utilizan, en el ámbito del problema que se estudia, las informaciones y los aspectos disciplinarios.

Planteado lo anterior podríamos anotar que con mucha frecuencia lo que los maestros cuentan de la experiencia se reduce a una narración del proyecto de los estudiantes, en términos de los resultados del proyecto (fabricación de mermeladas o elementos didácticos con material de desecho, arborización de la ribera de una quebrada o la elaboración de prototipos mecánicos, etc.), y se olvidan del proyecto del maestro o reducen el comentario de éste a valorar el ambiente que generó el trabajo, las relaciones cordiales entre los estudiantes y su entusiasmo, aspectos que siendo importantes no lo dicen todo. Recordemos que mientras el primero (el proyecto del estudiante) prioriza los resultados que se obtienen, en el segundo caso (el proyecto del maestro), la mirada se centra más en los procesos que se siguen, esto es, en las transformaciones que se dan en las imágenes de ciencia, de individuo, de posibilidad de hacer; en los aprendizajes que resultan que muchas veces se concretan en cambios de actitud y disposiciones, en la capacidad para la lectura de contextos; en habilidades para la argumentación o para elaborar dispositivos.

Podría decirse con cierta generalidad que mientras el proyecto de los alumnos es para ellos la finalidad más importante de su actividad, para el docente se traduce en una estrategia u ocasión mediante la cual se logran aprendizajes muy diversos y, por supuesto, formación, en el amplio sentido de la palabra. Lo que sucede entonces, en la mayoría de los proyectos presentados, es que los planteamientos relacionados con los aprendizajes que se dan en los procesos y la formación que se consigue en ellos, son muy precarios o están ausentes del todo.

Es tal vez debido a esta circunstancia que se suele calificar a muchos proyectos como espontaneístas o como fruto de activismo. En nuestra opinión, se trata de la existencia de posibilidades distintas y todas poseen resultados valiosos. De una manera esquemática podríamos considerar que desde esta perspectiva los trabajos presentados a los foros locales pueden clasificarse en tres tipos: los trabajos en los que lo esencial es el 'proyecto del estudiante',

casos en los que lo esencial es el 'proyecto del maestro' y trabajos en los que juegan papeles importantes tanto el 'proyecto del estudiante como el proyecto de maestro'. Y las diferencias pueden verse considerando situaciones extremas.

Cuando, en los primeros, maestro y estudiantes se involucran en una búsqueda vivencial por solucionar un problema que se convierte en la única intencionalidad del maestro, nos encontramos con aprendizajes muy enriquecedores para los estudiantes (y para el maestro) que pueden localizarse en el contexto de vida de ellos y en dominios conceptuales disciplinarios que por la riqueza de las circunstancias no obedecen a exigencias o lógicas disciplinarias ni a secuencias predeterminadas de aprendizaje. En estos proyectos espontáneamente se está pasando de un tema a otro, de un nivel a otro y, en general, de una búsqueda a otra. Para estos maestros su proyecto es el proyecto de los estudiantes y, cuando lo exponen ante otros, su mirada se centra en el problema y las dinámicas que se dieron: cómo lograron que el proyecto impactara a la institución, cómo solucionaron un problema particular, cómo se elaboraron los productos, cómo los comercializaron, etc. Es por ello que en este caso priman las exposiciones anecdóticas.

En los trabajos centrados en "el proyecto de los estudiantes" pueden lograrse, como veremos posteriormente, resultados importantes relacionados con las imágenes de escuela, aprendizaje y conocimiento, impactos institucionales y aprendizajes puntuales relacionados con el problema que se investiga tanto para el maestro como para los estudiantes. Ahora bien, casi siempre estos aprendizajes no están centrados en exigencias externas como el currículo, en particular en el plan de estudios o las evaluaciones.

En el segundo caso nos encontramos con maestros que poseen una mirada pedagógica (o didáctica) buscando la manera de mejorar los aprendizajes y tratando de establecer entornos de aprendizaje convenientes para los estudiantes en general o para grupos especiales de estudiantes. El proyecto obedece ahora a determinaciones teóricas y lo que en él sucede es un dato importante para las concepciones que lo sustentan, con él se enriquece la pedagogía. Lo que los estudiantes hacen como

proyecto se convierte en un caso de observación desde las categorías de análisis que proceden de la teoría que lo genera. Estos proyectos tan nítidamente definidos como los estamos caracterizando, posiblemente no se presentaron en los foros locales pero muchos sí intentaban hacerlo sobre todo cuando las actividades se inspiraban en planteamientos pedagógicos muy bien definidos como la enseñanza para la comprensión o algunas estrategias constructivistas.

En el tercer caso se encuentran presentes las dos intenciones y, por consiguiente las dos prácticas. Por una parte el maestro está involucrado en las angustias y preocupaciones de sus estudiantes en torno al problema que estos están trabajando y, por otra, en el situarse distante del proyecto en particular para adelantar reflexiones pedagógicas. Se trata de un maestro que a la vez, se emociona con lo que están haciendo como proyecto los estudiantes e intencionadamente toma, de las circunstancias, elementos para enriquecer su práctica como maestro.

Anotemos a este respecto que en esta clasificación provisional posiblemente no encajan adecuadamente ninguno de los proyectos. Si se plantea así, es para ver las diferentes posibilidades y para enfatizar en los valores que pueden encerrar todas las prácticas.

2.3 La tradición

La escuela es una institución vieja por la que de alguna manera todos hemos pasado (a veces muchos años) y que por consiguiente posee unas imágenes muy bien definidas a nivel social, que a su vez, son imágenes culturales. Todos sabemos qué es dictar clase o qué es tomar una clase. Todos sabemos de los procesos que se siguen, de las evaluaciones, de "pasar" el año o de "perder" el año. Todos sabemos de las relaciones que se dan entre maestro y estudiantes. También todos sabemos que la escuela es importante y que es importante aprender lo que los maestros enseñan. Estas imágenes, no siempre muy bien reflexionadas, existen en maestros, estudiantes y padres de familia, esto es, en la sociedad.

Son estas imágenes las que entran en conflicto con las prácticas innovadoras. Si un maestro innovador propone, por ejemplo, que en vez de enseñar

(entendido tradicionalmente) su tarea es constituir un entorno de aprendizaje en el que cada quien que se involucre en él aprende de acuerdo con sus historias, deseos, intereses y capacidades, puede ser cuestionado por sus colegas, por sus alumnos o por los padres de familia. Unos pueden señalar que no enseña, otros que los estudiantes no aprenden y, otros que el plan de estudios se refundió. Mientras que los estudiantes esperan, como es usual, que se les transfieran de manera dosificada procedimientos e informaciones, los padres de familia exigirán tareas y exigencias académicas y los colegas rigor y disciplina que se traduce casi siempre en repeticiones textuales y pasividad frente a lo que se aprende. Y es posible que ninguna de estas cosas aparezca en la práctica innovadora.

Hacer comprender y aceptar que existen otras concepciones no es tarea fácil y es algo que más que una dificultad, es un obstáculo. En cuanto el maestro innovador, también educado en esa escuela que lo critica, no posee respuestas a todas las preguntas ni, incluso, a preguntas del mismo tipo planteadas por él mismo.

3. Resultados

Cuando se consideran las dificultades que debe superar una iniciativa para convertirse en proyecto innovador, puede colegirse que es muy poco probable que existan innovaciones o proyectos innovadores. Sin embargo, lo cierto es que no sólo existen sino que han logrado transformaciones importantes frente a las fuentes de dificultad que hemos anotado. Estas pueden verse como cambios institucionales, o en las imágenes de escuela, estudiante y maestro que comparte la comunidad escolar o como elementos de proyección pedagógica de los maestros.

3.1 En las instituciones

Por lo que dicen lacónicamente las ponencias presentadas, ocurrieron cambios en las instituciones, en los maestros, en los padres de familia e incluso en el entorno, como se muestra en algunos casos en los que, como consecuencia del proyecto, la comunidad cercana ha cambiado su manera de ver la escuela. Es el caso típico de proyectos que intentan solucionar (y a veces solucionan) problemas y carencias que afectan no sólo a la comunidad escolar sino al vecindario. En algunos casos como resultado de los proyectos se establecieron grupos

de maestros, que han propuesto mantenerse con las preocupaciones más allá del Foro. En otros, un saldo positivo de los proyectos es la confianza mutua que se ha generado. Y, en casi todos, debemos reconocer que los proyectos contribuyeron a cimentar la identidad institucional, que es un aspecto de importancia especialmente en las recientemente definidas IED. Estos aspectos se verán más puntualmente en los párrafos siguientes.

3.2 En las imágenes escolares

Entre las consecuencias que suelen presentarse en los planteles, como resultado de los proyectos, es que se transforma el ambiente institucional. En general, salvo en algunos casos en que el proyecto no salió del aula, en la institución se sabe que existe un grupo de estudiantes y maestros que hacen algo diferente. Está implícito en tal hecho, que la escuela puede ser distinta y esta manera de ver las posibilidades es de por sí significativa frente a concepciones rígidas, que presumen que sólo existe una manera de ser escuela. Si a ello se añade que en los procesos aparecen transformaciones en el aspecto externo de la escuela (jardines, tratamiento a las basuras, maquetas, etc.), formas nuevas de comunicación (periódicos, boletines, murales o conferencias) o muestras de compromiso de parte del grupo de estudiantes que adelantan el proyecto, que se explican como la conceptualización de nuevos sentidos para la escuela y el trabajo escolar, la idea de que pueden existir formas alternativas de ser escuela se fortalecen y se ven como una posibilidad real que conduce a que tanto niños como maestros sueñen y en algunos casos a que tales sueños se hagan realidad, por ejemplo, en términos de otros proyectos.

Este aspecto puede verse de una manera más contundente cuando se constata que los proyectos de aula, de área o institucionales muestran una manera diferente de considerar lo que es el aprendizaje de los entornos en los que éste surge y de las interacciones que lo propician. Con ello aparecen formas alternativas de enseñar otros significados de lo que son los contenidos temáticos objeto de enseñanza, y vivencias ejemplares de lo que es el conocimiento.

En cuanto a lo primero, que es una de las observaciones críticas que suelen enunciarse, los proyectos suelen mostrar que el aprendizaje se

enriquece cuando son los grupos los que asumen la solución a problemáticas comunes, en comparación con las formas usuales de interacción en el aula, esto es, con las formas frontales de enseñanza que pueden reemplazarse de manera muy productiva por interacciones horizontales entre estudiantes y entre estudiantes y maestro. Igualmente, en los estudiantes sí existe una potencialidad muy importante para conocer, que va mucho más allá de los condicionamientos que introducen las evaluaciones y calificaciones. Esta es una fuente de riquezas para la elaboración de modelos pedagógicos alternativos.

Esta conclusión está acompañada de los cambios en las imágenes de lo que significa ser maestro. Se trata de superar la concepción de transmisión que conduce a construir condiciones adecuadas para que lo que alguien sabe (en este caso, el maestro), sea aprehendido por quienes no saben (los alumnos). En esta imagen no existe nada nuevo en el horizonte de la práctica. El mismo conocimiento que existe antes de los procesos existirá al concluir las prácticas, si son exitosas, sólo que ahora el conocimiento también lo "manejan" los estudiantes. En las prácticas que se están inaugurando, existe la posibilidad de inventar y en este sentido de sumergirse en las posibilidades del error como fuente de aprendizaje. Es por ello que nos encontramos ante eventos en los que no solamente aprenden los niños sino en los que también sale fortalecido el maestro. Entre los aprendizajes más importantes que se dan ahora, que por lo general no existen en las prácticas corrientes, tenemos el logro de seguridades y confianzas que se construyen en los colectivos de trabajo y se refieren tanto a los grupos como a los individuos y de los valores que posee la escuela.

En cuanto a esto último, podríamos decir que con los proyectos se está valorizando no solamente la escuela sino el conocimiento, en cuanto se considera ahora como algo útil, como algo que se traduce en soluciones a problemas y dificultades concretas. Es muy diferente lo que se aprende de una conferencia acerca de la fermentación, a lo que es el uso de la fermentación para elaborar alimentos (por ejemplo lácteos). Y esto podría decirse de las actividades de reciclaje, de las huertas escolares, de la cría de animales, de las soluciones de agua potable para el entorno, etc., que son algunos de los temas-problema que abocaron varios trabajos.

3.3 En la formación de maestros

Consideremos además, que en las dinámicas propias de los proyectos aparecen inquietudes, necesidades teóricas y empíricas e incertidumbres que exigen que el maestro tenga que estar leyendo, conversando y explorando en diversas fuentes. Esto conduce a que si hablamos de formación de maestros, el más beneficiado sea el maestro mismo. Por otra parte, el clima que se proyecta a la institución desde los proyectos y la necesidad de acompañamiento (por ejemplo, debido al carácter interdisciplinario de los problemas que se estudian) que surge frente a inquietudes y circunstancias diversas, evidencia que nos encontramos frente a un valor indiscutible de los proyectos.

Por otra parte, cuando hablamos de los proyectos de los maestros, en el sentido definido antes, se encuentran avances a la pregunta de cómo enseñar, esto es, de cómo construir, en general, entornos de aprendizaje enriquecedores para todos o de situaciones y contextos específicos para comunidades especiales. Tal es el caso de quienes exploran las posibilidades de enseñar la biología, la química o la física de manera significativa o de quienes están inventando opciones de enseñanza para niños que poseen limitaciones o simplemente son especialmente diferentes. Nos encontramos entonces con propuestas frente a las comunidades que han sufrido desplazamiento o frente a la educación especial.

4. Expectativas sobre las posibles actividades post-foro

Los diferentes procesos que se adelantaron en cumplimiento del Foro Local, tales como las actividades preforo (foros institucionales, comunicaciones y convocatorias) y el Foro Local propiamente dicho, estuvieron acompañados por un grupo de maestros muy entusiasmados y optimistas y por acompañantes de los procesos, tales como los gerentes de Cadel y en algunas ocasiones los alcaldes locales. El entusiasmo de los maestros es explicable en parte por la ocasión que tienen de intercambiar opiniones y experiencias con otros maestros tan comprometidos como ellos en las búsquedas y la innovación y, en parte, por la oportunidad de mostrar a otros lo que estaban haciendo, que en mucho tenía que ver con lo que hacían sus estudiantes en desarrollo de los proyectos, es el incursionar en motivos diferentes

para la validación de su quehacer como maestros. Se pasa de las satisfacciones que deja la enseñanza a las satisfacciones que deja el aprendizaje.

Es tal vez por ello que las expectativas y propuestas que se plantearon tienen que ver con estas inquietudes. Es así como se enfatiza en la importancia de conformar redes de maestros que innoven en la clase de ciencias, que se promuevan mecanismos para favorecer la comunicación entre docentes, la constitución de equipos interdisciplinarios y la sugerencia de que las reuniones de área en los colegios no aboquen aspectos exclusivamente administrativos sino que se conviertan en el lugar de discusiones pedagógicas.

Con respecto a lo primero, se llamaba la atención, por una parte, en la posibilidad de aprovechar las redes de maestros que ya existen y, por otra, de establecer una base de datos de los maestros innovadores e investigadores. En esta dirección está la propuesta de alfabetizarnos en el uso de las comunicaciones electrónicas y de aprovechar el portal de la Secretaría de Educación (red@academica) en el que se puedan conocer y comunicar las diferentes experiencias. Se reitera también la conveniencia de contar con publicaciones periódicas que incluyan las experiencias innovadoras nacionales y extranjeras; y la importancia de crear condiciones para la innovación en las instituciones educativas, a lo cual el sistema de contratación de profesores interinos poco ayuda, dado que no pueden comprometerse con experiencias a largo plazo. Igualmente debería propiciarse en las diferentes instituciones el trabajo por proyectos de aula; se encuentra que éstos son muy importantes para la formación de los niños y los jóvenes en el espíritu científico.

Valdría la pena aumentar la oferta de Programas de Formación Permanente de Docentes (PFPD) y de profundizar los vínculos de los grupos de maestros innovadores con otras instituciones de carácter superior o de investigación (universidades, ACAC, DAMA, IDEP, Maloka y otros).

Otras iniciativas puntuales como actividades post-foro son:

- La organización de encuentros de experiencias en ciencias naturales de manera periódica.

- La organización de encuentros y Foros sobre la enseñanza de las ciencias de carácter local todos los años.
- El ofrecimiento de un evento permanente, como el Encuentro con el Futuro, que organiza la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, que ofrece una conferencia semanal dirigida a estudiantes y al público en general. Este sería sobre la pedagogía y la enseñanza y se orientaría fundamentalmente a maestros.
- El apoyo (teórico de acompañamiento y de recursos) a experiencias significativas, por parte de investigadores con experiencia.

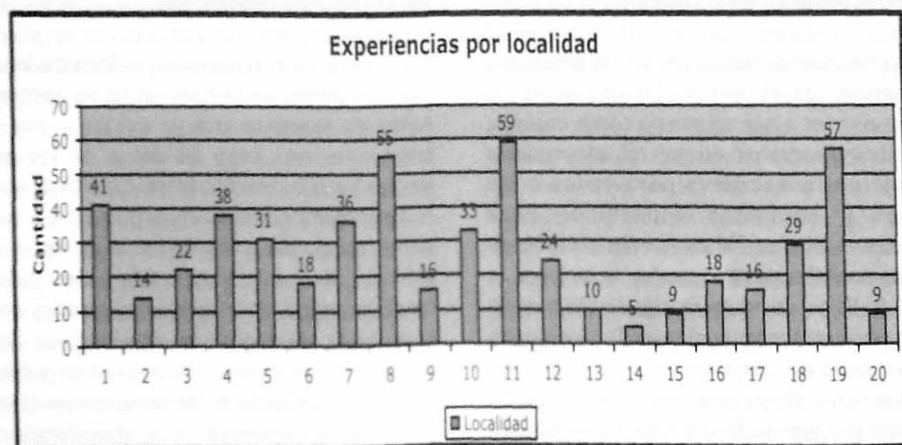
- La publicación de las experiencias.

Segunda parte

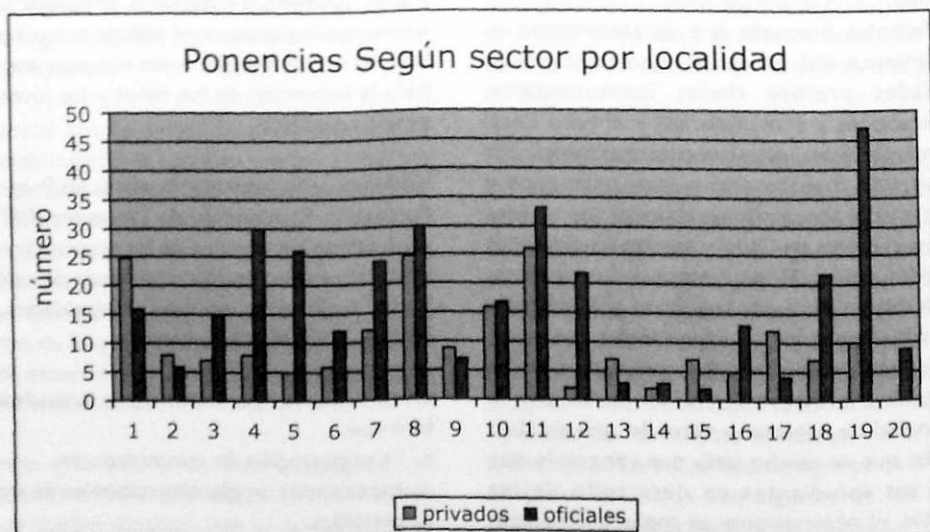
I. Mirada descriptiva de los foros educativos locales

Algunos datos estadísticos de los foros locales pueden ser útiles para la elaboración de un punto de vista sobre el estado en que se encuentra la enseñanza de las ciencias en Bogotá.

El número de ponencias que se presentaron finalmente fue de 540. El diagrama de barras indica el número de ponencias presentadas por localidad.



De acuerdo con el sector oficial o privado La distribución, es como sigue.

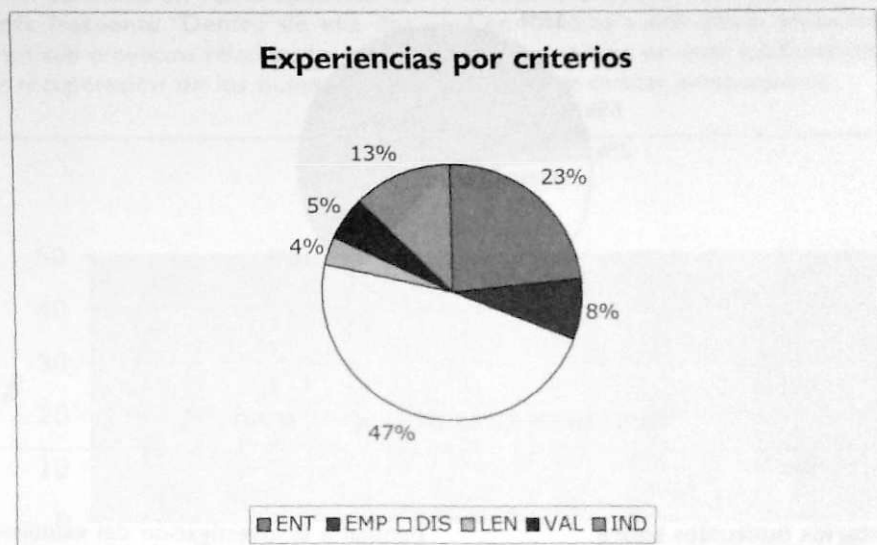


En un principio se pensaron desde la Secretaría de Educación (Comité de foro distrital) unos ejes temáticos para la clasificación de las ponencias. En el momento de analizar ya los trabajos de los maestros una vez realizados todos los foros locales, surgieron otros criterios para su análisis:

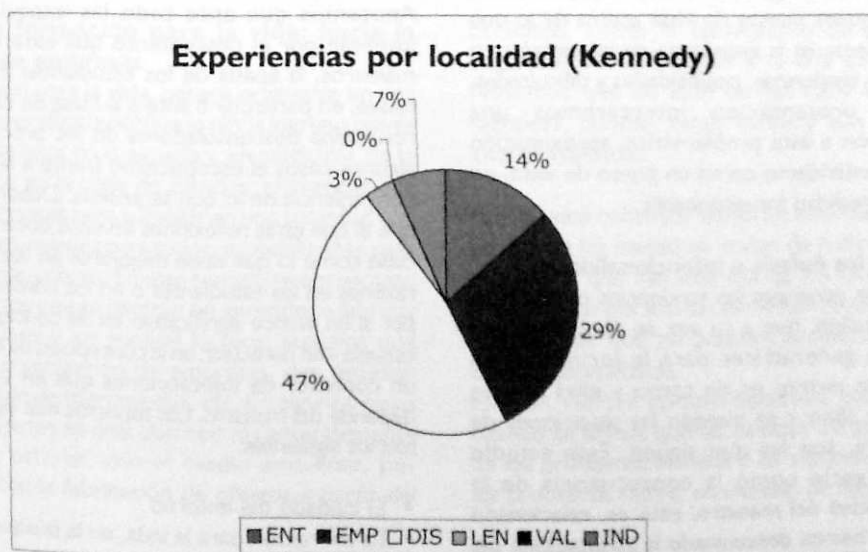
- Los centrados en el entorno (ENT)
- Los orientados a la construcción de empresa (EMP)

- Los centrados en la disciplina (DIS)
- Los interdisciplinarios (IND)
- Los orientados hacia el lenguaje desde la ciencia (LEN)
- Los que se organizan por la construcción de valores (VAL)

De acuerdo con estas categorías la distribución de las ponencias es como sigue:



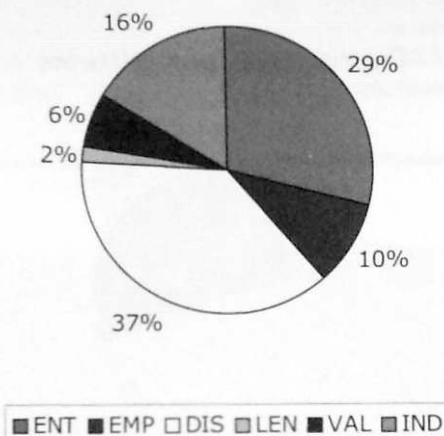
Estos criterios varían en su peso para las diferentes localidades, comparemos por ejemplo las localidades de Kennedy y Ciudad Bolívar.



Nótese que el 29% de los proyectos se orientan a la consolidación de empresa y el 14% está orientado hacia el entorno, mientras que en Ciudad Bolívar, tenemos que el 29% se orienta hacia el entorno y

apenas el 10% a consolidar empresa. En los dos casos el énfasis disciplinario es no sólo el más importante, sino que llega casi al 50%.

Experiencias por criterios (C. Bolívar)



2. Comentarios puntuales sobre los foros locales

Haber tenido la oportunidad de estar cerca de los sistematizadores de los Foros de cada una de las localidades de Bogotá D.C. nos ha permitido elaborar algunos puntos de vista acerca de lo que en el momento es la enseñanza de las ciencias en Bogotá, sus tendencias, posibilidades y dificultades. En esta presentación intentaremos una aproximación a esta problemática, aproximación que debe entenderse como un punto de vista, no como una realidad incuestionable.

2.1 Sobre los énfasis e intencionalidades

En términos generales las tendencias o temáticas que se estudian, que a su vez se constituyen en elementos generatrices para la formación en ciencias, en cuanto es en torno a ellas que se organiza la clase y se planean las situaciones de aprendizaje, son las que siguen. Este estudio debemos verlo como la consecuencia de la intencionalidad del maestro, esto es, relacionado con lo que hemos denominado la investigación del maestro. En otra parte nos referiremos de manera

puntual a la investigación del estudiante y a la investigación reflexionada, esto es al significado de las prácticas en la perspectiva de la consolidación de comunidad académica de educadores.

Anotemos que ante todo las experiencias se justifican por el descontento que exteriorizan los maestros, la apatía de los estudiantes frente a las clases, en particular frente a la clase de ciencias, los resultados desconsoladores de los procesos y, en algunos casos al escepticismo frente a la utilidad o conveniencia de lo que se enseña. Debemos anotar que el que estas reflexiones lleven al docente a ver la clase como lo que debe mejorarse en vez de buscar razones en los estudiantes o en los contextos, es de por sí un avance significativo en las concepciones de escuela y en particular, en la concepción de clase como un contexto de interacciones que en su formato depende del maestro. Los aspectos más significativos son los siguientes:

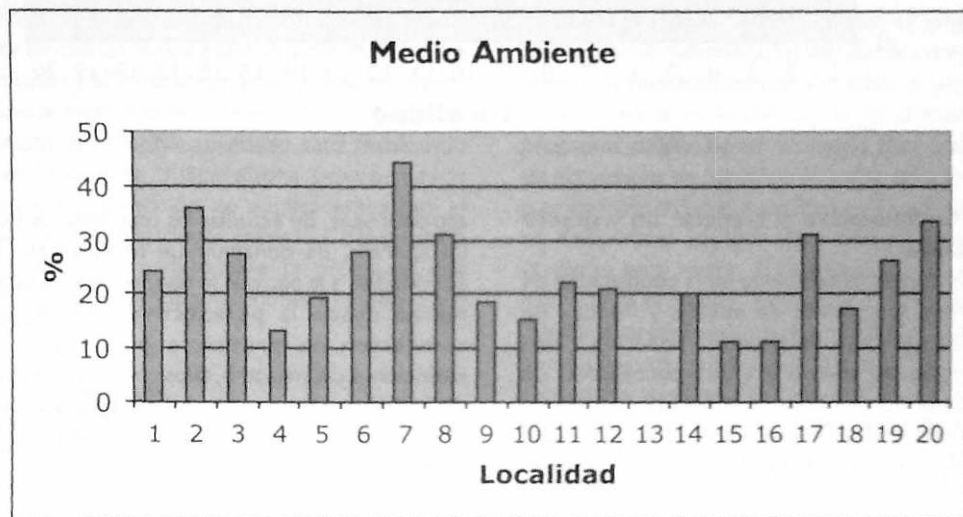
- El cuidado del entorno.
- La formación para la vida, en la búsqueda de futuro. La creación de empresa.

- La cotidianidad, como elemento que da sentido a las disciplinas científicas.
- Las problemáticas disciplinarias.
- De los proyectos de ciencias a otras preocupaciones: el lenguaje.
- La formación en valores.

2.1.1 El cuidado del entorno

El cuidado del medio ambiente, visto como una preocupación central es tal vez la tendencia de cambio más frecuente. Dentro de ella nos encontramos con proyectos relacionados con el cuidado y recuperación de los humedales, el

tratamiento de los residuos (denominados a veces basuras), el reciclaje y el estudio y conservación de bosques y lagunas, etc. Estos proyectos suelen sustentarse a partir de consideraciones universales (por ejemplo, tomando como punto de partida los estudios de J. Lovelock que se conocen por el libro *Gaia*) o a partir de urgencias inmediatas que se argumentan por los costos de recolección de las basuras, por razones estéticas o por el impacto del medio ambiente en la vida, tanto de seres humanos como de otras especies. Con respecto a esto último, anotemos que casi siempre priman en estas justificaciones consideraciones de carácter antropocéntrico.



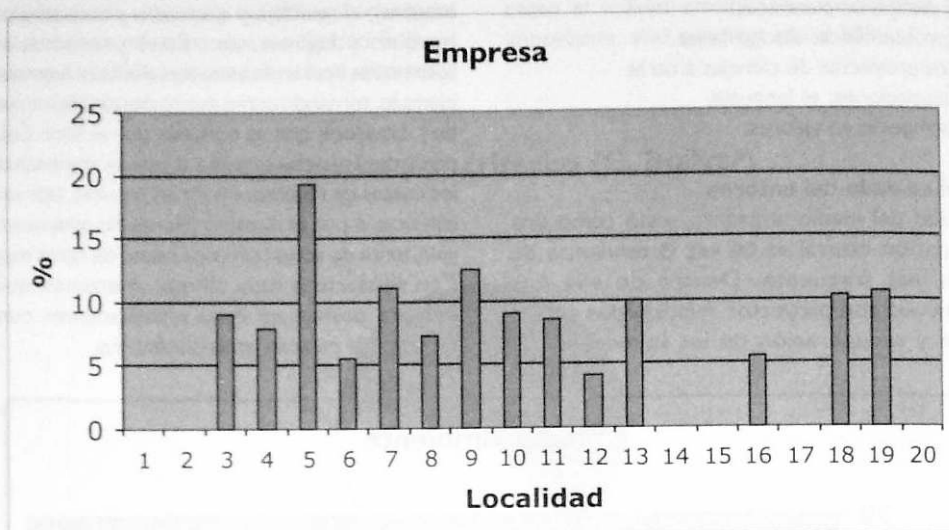
2.1.2 La formación para la vida: hacia la creación de empresas

La formación para la vida, parece originarse en una angustia generalizada porque los niños logren a través de lo que se hace en la escuela y, en particular, de lo que se hace en la clase de ciencias, elementos que sean importantes para subsistir en una sociedad con pocas oportunidades para todos, especialmente para los niños más pobres. En este sentido se encuentran los proyectos que se centran en aprender a fabricar yogurt, queso y en general lácteos, aquellos que buscan la organización de empresas, que estudian la fabricación de mermeladas, etc. En algunos casos estos proyectos se articulan con los anteriormente referidos, esto es, con el medio ambiente, por ejemplo, con la fabricación de objetos a partir del

reciclaje, como la fabricación de papel o la organización de huertas y la cría de animales. Notemos que en este último caso actividades idénticas, pueden tener varias y aún diferentes intencionalidades.

Vale la pena comentar cómo en éste caso las inquietudes de los maestros tratan de hallar solución a problemas que van más allá de los alcances de la escuela y que por ello se convierten en satisfacciones individuales que no pueden proyectarse como opción generalizada.

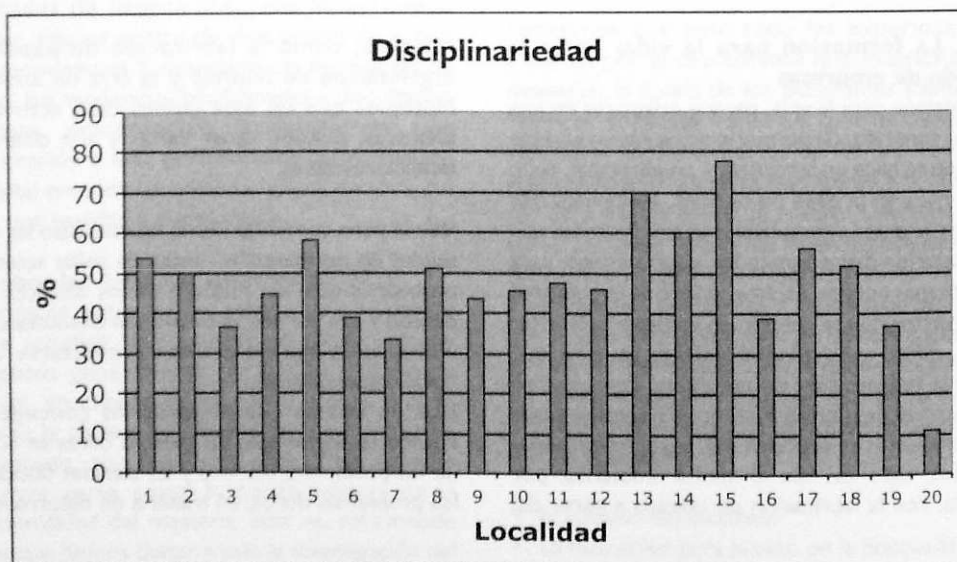
Existen ciertas compensaciones conceptuales cuando se afirma que las ciencias duras se ocupan de los problemas blandos y las ciencias blandas de los problemas duros, en materia de desarrollo.



2.1.3 Cotidianidad y ciencia: un aspecto disciplinario

El tercer tópico, la búsqueda en la cotidianidad de elementos que sirvan de anclaje y llenen de significado la clase de ciencias, nos lleva a una concepción de ciencia y a una concepción de aprendizaje. En este caso, las actividades adquieren sentido a partir de las inquietudes y de la cotidianidad del niño. Tal es el caso de observaciones

astronómicas, de estudiar las mascotas, de fabricar un aparato, de construir un terrario, etc. Estas actividades, a la par que le dan sentido a la actividad misma desde la perspectiva pedagógica, se convierten en pretextos para lograr otras intenciones del maestro, tales como la conveniencia del trabajo en grupo, la habilidad para acceder a la información, la comprensión de los montajes experimentales, etc.



Como consecuencia de estas actividades los estudiantes aprenderán que la ciencia es útil y que es posible aprenderla. Aunque algunas actividades pueden originarse en el cuidado del medio ambiente o en la organización de una granja, como en los casos anteriores, la intencionalidad de las actividades en este caso es definitivamente distinta y con ello, son también distintas las expectativas de maestros y estudiantes. La diferencia estriba entonces en que, por ejemplo, lo que se busca con el trabajo en la huerta, no es la huerta en sí misma, sino los valores y el conocimiento que están implícitos en su cuidado y mantenimiento. Aunque en este caso se mantienen en el centro de la mira las disciplinas y el aprendizaje, la concepción de estos conceptos es claramente distinta en cuanto la disciplina se articula más con los procesos y el aprendizaje con valores de mayor nivel que la memorización, tales como la invención o la creatividad. Podría resumirse esto recalando que en lo que se busca ahora posee mayor importancia la invención de explicaciones que el aprendizaje de explicaciones ya hechas, o la creación de procedimientos para resolver un problema, que la memorización de los procedimientos que traen los textos.

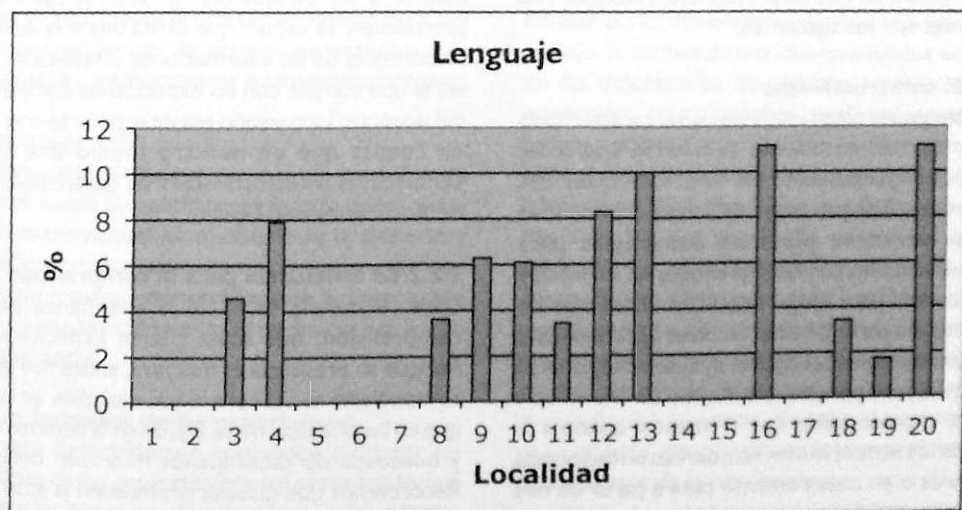
2.1.4 Las disciplinas

Aunque no con la frecuencia que podríamos esperar, nos encontramos con los proyectos articulados con intencionalidades disciplinarias. En este caso, aunque

se trate, por ejemplo, de proyectos articulados con el medio, lo que prima es la búsqueda disciplinaria, esto es, que se aprenda la física o la biología del currículo o incluso aspectos que van más allá del currículo. Con estas intenciones se encuentran proyectos supremamente elaborados de genética y de biotecnología, que se atribuyen logros disciplinariamente importantes. Sintéticamente hablando, los proyectos se utilizan como pretexto para lograr una formación ya sea en las disciplinas o en la actividad científica, por ejemplo en las prácticas de laboratorio o en el ejercicio del "método científico".

2.1.5 De la ciencia a otras áreas: el lenguaje

Una intención novedosa, tal vez por la incursión de ponencias relacionadas con el trabajo en pre-escolar y primaria es la utilización de problemas y preguntas originadas en la ciencia para promover las actividades de los niños en todas las asignaturas (por ejemplo en la lecto-escritura) y aún en dominios no disciplinarios como la formación en valores y la confianza en sí mismo. Esta intencionalidad es muy interesante en cuanto permite a la reflexión en la ciencia (a los problemas relacionados con las ciencias naturales) un valor adicional que ya ha sido reconocido en otras ocasiones, esto es, como punto de partida para captar el interés de los estudiantes y lograr clases de inglés, de artes o de lenguaje significativas para los estudiantes (y para el maestro).



2.1.6 La formación en valores

Desde hace tiempo, se ha identificado la actividad científica como una ocasión para avanzar en la formación en valores, especialmente en valores democráticos. Incluso el hecho de que en la ciencia sea posible dirimir la "verdad científica" mediante procedimientos empíricos y argumentativos, coloca a las ciencias y las matemáticas en una posición de privilegio para la formación en la convivencia, el reconocimiento del otro (en la diversidad) y las posibilidades de jugar seriamente con la honestidad, de disentir y de persuadir.

Por otra parte, cuando la clase se organiza en términos de grupos de trabajo se logran otras circunstancias expeditas para la construcción de colectivos en los que se construyen las normas y la autoridad de manera natural, esto es, con la intencionalidad clara de preservar el colectivo. Si a esto añadimos la importancia de lograr una sensibilización frente a los grandes problemas de los colectivos y de las ciudades, en términos de políticas medio ambientales, por ejemplo, nos encontramos con que desde la reflexión en la clase de ciencias naturales es mucho lo que puede hacerse y eso es lo que hacen algunos maestros a través de sus proyectos.

2.2 Las perspectivas teóricas

Aunque sólo unos pocos trabajos plantean explícitamente sus fundamentos pedagógicos y disciplinarios, por la manera como se desarrollan los proyectos y, en general, por lo que hacen, podríamos anotar que los presupuestos teóricos más frecuentes son los siguientes:

2.2.1 El constructivismo

Entendemos el constructivismo como caracterizado a partir del convencimiento de que hay que tener en cuenta el pensamiento del niño, sus inquietudes e intereses. Encontramos que en las ponencias algunas veces se plantean estrategias para determinar cuáles son las inquietudes de los niños y adolescentes para luego organizar ambientes de aprendizaje a partir de ellas, en otras oportunidades se plantean actividades que en su desarrollo resultan ser interesantes para los estudiantes. En último caso se hace imprescindible que el maestro conozca lo que puede interesarle a los estudiantes en cada etapa de su vida o en cada contexto para a partir de ello proponer proyectos o actividades que se harán interesantes en su desarrollo.

Otro distintivo constructivista es el desplazamiento de la mirada de la enseñanza al aprendizaje. En otras palabras, en esta dinámica ya no es tan importante que se enseñe a que se elaboren ambientes en los que por las interacciones que se dan se suscite el aprendizaje. Esta tendencia puede a su vez verse desde varias perspectivas ya que los procesos pueden depender de las metas del aprendizaje.

Podría pensarse, por ejemplo, que lo que hay que aprender es a explicar, a utilizar o a inventar y entonces las actividades pueden tener mucha apertura e incluso sufrir un descentramiento frente a la información disciplinaria. En este caso anotemos que el papel del maestro se desplaza de su posición de enseñar, a su tarea de acompañar a los individuos que aprenden. Y este desplazamiento requiere de transformaciones en la dinámica de la clase, en las expectativas, en los roles y en que el maestro se hace aún más imprescindible en la clase. En otras palabras, un maestro que limita su tarea a enseñar, podría reemplazarse por buenos programas de computador, por ambientes en donde la interacción está dispuesta y conduce a resultados únicos, mientras que el acompañamiento requiere de actividades impredecibles y de acompañamientos que pueden ser muy diversos.

Pero por otra parte, las actividades pueden estar circunscritas a las informaciones disciplinarias (sean éstas procedimientos, leyes, fórmulas, etc.). Es esta última tendencia la que ya no es constructivista en cuanto a las búsquedas idiosincrásicas que se promueven, se espera que exista una sola salida del laberinto: el de las informaciones establecidas, esto es, el que cumple con las expectativas disciplinarias del docente. La cuestión era de esperarse si se tiene en cuenta que en nuestro medio una de las perspectivas constructivistas más desarrollada es la de Ausubel-Novac-Gowin.

2.2.2 La enseñanza para la comprensión

Otra tendencia es la de la enseñanza para la comprensión, que suele citarse explícitamente. Aunque su presencia es más rara, anotemos que no se manifiesta con la coherencia deseable, en cuanto que en las prácticas no se avanza en la determinación y búsqueda de desempeños muy bien definidos. Recordemos que quienes promueven la enseñanza para la comprensión se reconocen como constructivistas del desempeño, por oposición al

constructivismo comentado antes y que precisamente existen muchos nexos entre la enseñanza para la comprensión y la evaluación por competencias básicas.

Solución de problemas

Finalmente también nos encontramos con quienes se reconocen de la línea de resolución de problemas. Aunque esta tendencia teórica está presente en sólo unos cuantos puede llegar a convertirse en una perspectiva determinante para la clase, sobre todo cuando se tematicen cuáles son los problemas a que se refiere la solución a problemas. ¿Son problemas disciplinarios?, ¿Son problemas de los estudiantes? o, ¿Son problemas del entorno escolar?

Con respecto a los fundamentos teóricos de las experiencias presentadas al Foro, que en fin de cuentas tienen que ver con concepciones pedagógicas y epistemológicas, las sustentaciones son precarias. En general se encuentra un deseo por transformar las metas de la clase y la manera como están dispuestos los entornos de aprendizaje. En esta búsqueda la formación continuada de los maestros y el estudio permanente parecen ser los grandes ausentes. Ahora bien, frente a esto, que parece ser un hecho reconocido por todos, se están dando pasos que inspiran optimismo y que pueden ser estrategias prometedoras a corto plazo. Se trata de la consolidación de grupos de estudio y de redes de maestros que se organizan de manera espontánea o por iniciativa y apoyo de organizaciones académicas y gremiales. Otro elemento interesante puede ser el impacto del IDEP en la consolidación de grupos de estudio y de investigación, institucionales e interinstitucionales.

La teoría ante todo

Por otra parte, pareciera que cuando los enfoques teóricos hacen su aparición en la vida de los maestros, se convierten en el centro de la atención y nos encontramos entonces con ponencias que tratan de mostrar exhaustivamente la perspectiva teórica y olvidan lo que en tales dinámicas han hecho los estudiantes.

2.3 Los formatos de las experiencias

Con esta denominación queremos explorar las relaciones de los proyectos con los entornos en que se dan y las dinámicas de aula que los caracterizan. Es así como nos encontramos con variedades en

cuanto a lo institucional y lo individual, los proyectos de aula y los proyectos extra-aula, por ejemplo.

2.3.1 Lo institucional y lo individual

Una de las quejas frecuentes que se plantean a las innovaciones puntuales de área o de aula, es que en las instituciones escolares suelen mantenerse en el anonimato, de tal suerte que, incluso los compañeros de trabajo del maestro innovador no conocen lo que éste está haciendo. Esta es una de las argumentaciones en favor de las innovaciones institucionales, sobre todo si se consideran los beneficios que se lograrían como elemento formativo para todos los maestros el que las innovaciones y propuestas alternativas fueran discutidas, comentadas, comparadas, etc., en los entornos escolares. Ahora bien, nos preguntamos si las innovaciones institucionales, que se están haciendo tan frecuentes, superan estas quejas.

Lo que encontramos en algunos trabajos es que existen proyectos de la institución a los cuales están vinculados todos los estamentos escolares: tanto niños como maestros y padres de familia o directivos. Las versiones son varias. En unos casos se trata del tratamiento a los residuos; en otros es una huerta o una granja; en otros es una iniciativa empresarial o incluso el cuidado o recuperación de un humedal, y así sucesivamente. ¿Cuál es el impacto formativo de estas iniciativas y en particular, las consecuencias que se desprenden de ser considerado un proyecto institucional?

En este punto deberíamos considerar la génesis del trabajo. Si se trata de una idea que aunque se origina en las inquietudes de algunos miembros de la institución, no es asumida significativamente por todos, podemos caer en que el desarrollo de la experiencia se convierte en el cumplimiento institucional de órdenes que son dadas por personas ajenas a los pequeños colectivos que las cumplen. Por ejemplo, nos encontramos así con grupos de niños pequeños cuya función es regar las matas cada tercer día, pero que no tienen la oportunidad de participar en la planeación, siembra, control de plagas, etc., que se requieren en el desarrollo del proyecto. En este caso se trata de una actividad más, fundamentalmente garantizada sobre la base de la obediencia.

Otra dificultad que pueden presentar los proyectos

institucionales se concreta en la planeación que se hace desde los especialistas. Entonces si se va a estudiar el cielo, podríamos hacer un curso de astronomía o contratar un especialista que nos diga cómo hacer las observaciones y como interpretarlas, y los niños harían lo que se les dice y en tal proceso no tendrían la oportunidad de equivocarse y al no equivocarse, posiblemente no habría aprendizaje genuino. En estas circunstancias es posible que se logren resultados importantes en cuanto a los productos, sin embargo se perdería la oportunidad de aprender muchas cosas.

Tenemos pues que entre los proyectos individuales que emprende significativamente un maestro con su grupo y los proyectos institucionales en los que está comprometida toda la comunidad existen niveles de compromiso y de gestión que vale la pena considerar.

Como anotábamos, en estos foros educativos locales, hemos constatado que las experiencias de trabajo institucional se hacen frecuentes, aunque la mayoría de trabajos son proyectos individuales de los maestros. Y entre estos, los proyectos de aula están también en aumento.

2.3.2 El proyecto del estudiante, el proyecto del maestro

Una buena clase, una clase participativa y que despierte el entusiasmo de los estudiantes, es la meta de muchos educadores. Entre las opciones para lograr esta meta nos encontramos con los proyectos de aula. En ellos, el grupo de estudiantes convertido en un colectivo articulado por una pregunta o un problema, se organiza para la consecución de las metas (propias del problema que se investiga) y en tal dinámica, a la vez que afronta las dificultades propias de la empresa, cuenta con el acompañamiento del maestro. El maestro entonces permite las búsquedas individuales que se proponen, cuestiona resultados, hace ver inconsistencias, orienta las exploraciones bibliográficas, ayuda a los contactos con especialistas, etc., pero no hace el proyecto, esto es, respeta que el proyecto es de sus estudiantes, no de él. En otras palabras, permite las equivocaciones, las búsquedas y los errores.

En estas experiencias el maestro a la vez que es un acompañante en el sentido expresado antes, es un investigador (o, digamos, un observador reflexivo) que toma nota de las dificultades de los procesos, de las dinámicas de los colectivos, de las formas de

auto-organización de los grupos, de aquello que dinamiza u obstaculiza el desarrollo del proyecto. Es, en síntesis, alguien que posee una mirada desde la pedagogía. Tal es el proyecto del maestro.

Entendidos los proyectos de aula desde esta dimensión, nos encontramos con que existen en las diferentes localidades muchas experiencias que apuntan hacia ellos con diferentes niveles de consolidación de los proyectos de los estudiantes y niveles bastante precarios de elaboración de los proyectos de los maestros. En otras palabras, posiblemente dada la intensidad y las exigencias de los proyectos de los estudiantes, los maestros se sumergen en ellos de tal suerte que no tienen tiempo para reflexionar sobre los aspectos pedagógicos. Es por ello que muchas veces mediante las ponencias sabemos mucho de lo que hicieron los estudiantes, sus logros y también las dificultades (incluso como anecdotario), pero muy poco sobre la propuesta pedagógica que está investigando el maestro.

Una variedad del trabajo por proyectos, la constituyen aquellos que dejan intacta la clase y se convierten en opciones alternativas de trabajo, casi siempre voluntario (opcional) que se desarrolla por fuera de los horarios institucionales, incluso trabajando los sábados. Se trata por ejemplo de los clubes de ciencias, aunque existen otras denominaciones. En estos casos el hecho se justifica arguyendo que no se puede descuidar el cumplimiento de los currículos ni la preparación de las pruebas a que serán sometidos los estudiantes.

Es de anotar que este doble trabajo es reconocido por los maestros y los estudiantes como distinto. Se encuentra que mientras en los proyectos se trabaja muy comprometidamente y a gusto, en las actividades de clase impera el aburrimiento. Es así como podríamos sintetizar las opiniones diciendo que mientras los clubes son para aprender, las clases son para preparar exámenes. En algunas oportunidades se manifiesta, en coherencia con lo anterior, que una de las dificultades mayores para trabajar en torno a proyectos, es el apareamiento frecuente de nuevas formas de evaluación y de nuevas exigencias para los estudiantes, que se convierten en exigencias para las clases.

2.4 Lo que no se escribe

La sensación generalizada con la que nos quedamos

quienes hemos tenido la oportunidad de leer muchas de las ponencias y a la vez de asistir a las presentaciones o escuchar sobre ellas, es que los escritos no dan cuenta de las riquezas pedagógicas que encierran las prácticas. Mientras para muchos esto se debe a las dificultades que entraña la escritura, a nuestra manera de ver, el asunto es mucho más revelador. Los maestros no dan cuenta de lo pedagógico debido a sus carencias en la formación. No se ve la importancia del trabajo en grupo, de las dinámicas de auto-organización, de la creación de normas y de consensos en el desarrollo del trabajo, de la elaboración de disposiciones ante el trabajo científico, etc., porque simplemente eso no se ve.

De la misma manera, cuando no se identifica en las propuestas de los niños, por ejemplo, al intentar explicar un fenómeno, la riqueza argumentativa, los parecidos con teorías propuestas en la ciencia hace tiempos, las formas de pensamiento o la creatividad al proponer montajes experimentales; no es porque eso se considere de poca importancia, es simplemente porque tales aspectos no se ven. Cuando las preocupaciones son estrictamente disciplinarias, la creatividad de los estudiantes al proponer alternativas frente a una dificultad, o al enunciar explicaciones muy elaboradas frente a una situación novedosa, o al solucionar recursivamente un problema inesperado; son asuntos que se pasan por alto. Simplemente son asuntos que no se ven.

Y para verlas es necesario valorarlas. En este sentido, el epígrafe del VIII Foro Distrital es muy interesante: "De la curiosidad a la actitud científica" es un epígrafe a la vez afortunado y diciente. Afortunado porque apunta a sacar a la luz este elemento importante (que transita por una vía diferente a las disciplinas), y diciente porque muy pocas ponencias se refieren a que la clase posea tal intencionalidad.

Una situación parecida se presenta cuando no se ve cómo las ejecutorias concretas van mucho más allá de los planteamientos escritos. Tenemos entonces a maestros que sostienen en el escrito que su trabajo se orienta de acuerdo con el método científico mientras que en la exposición nos cuentan cómo la intuición juega un papel importante, cómo las búsquedas no están orientadas por hipótesis muy bien definidas y la valoración del trabajo se logra más desde otros parámetros como el aspecto estético y la escritura que por los preceptos del

método. Tenemos entonces un que hacer pedagógico que supera el método científico.

Cómo lograr una formación que permita ver lo que no se ve, en la dimensión que estamos anotando, es una de las preguntas fundamentales si queremos que los cambios en la escuela se vean en sus justas dimensiones y posibilidades. Sobre este punto volveremos más adelante.

2.5 Lo que dicen los maestros

En algunas localidades fue posible acompañar las exposiciones de las ponencias con discusiones acerca del trabajo en la enseñanza de las ciencias y sobre la realización del Foro.

Anotemos que en general para los maestros el Foro se convierte en un acontecimiento importante para la educación, tal vez el más importante del año. Las razones que lo sustentan tienen que ver con la posibilidad de ver y conocer lo que otros maestros están haciendo y reciprocamente, quienes presentan ponencia tienen, a través del Foro, la posibilidad de lograr ese reconocimiento que es necesario en cualquier comunidad académica.

Con respecto a estas consideraciones se plantea también la conveniencia de no restringir estos encuentros tan significativos a la realización del Foro, sino que se ve conveniente la concreción de redes y colectivos de maestros que entre sus actividades permanentes, incluyan ocasiones para compartir experiencias, dificultades e inquietudes, de manera permanente. Estas propuestas que en algunas localidades ya están tomando forma con la aparición de colectivos escolares y de redes de maestros debería convertirse en un propósito más generalizado.

De igual manera cobra importancia la necesidad de contar con publicaciones que recojan las innovaciones de los maestros, sus investigaciones y sobre todo sus inquietudes convertidas en prácticas escolares.

Tercera parte

1. La enseñanza de las ciencias en el Distrito

Podría pensarse a partir del gran número de ponencias que se presentaron en el Distrito, que hay una tendencia al cambio y la innovación. Sin embargo, esta primera afirmación debe tomarse con cuidado o al menos matizarse. Como ya lo

anotábamos antes, la gran mayoría de las ponencias son trabajos puntuales que se adelantan para participar en el Foro, no son muestras de un trabajo que se realice cotidianamente y que represente lo que los ponentes están haciendo regularmente o lo que proponen como perspectiva para la clase de ciencias de manera general. Es por ello que un maestro puede presentar una innovación en una clase mientras que en las otras que tiene a su cargo, mantiene dinámicas de trabajo inmodificadas. Se presenta también el caso de proyectos que se dan por fuera de las clases, en los clubes o en grupos de trabajo extra-clase, mientras las clases ordinarias se mantienen con sus dinámicas usuales. En estos casos podríamos decir que las ponencias no reflejan cambios en los modelos didácticos o pedagógicos, sino casos aislados. Esta circunstancia nos lleva a dos tipos de reflexión: una con respecto a lo que para los maestros es una innovación (cuál es la innovación - prototipo) y, otra, con respecto a los niveles de elaboración de la perspectiva que se propone en la ponencia.

1.1 La innovación que se piensa como prototipo

En casi todas las innovaciones se dan cambios significativos frente a los modelos tradicionales de la clase. Estos se podrían enunciar fundamentalmente como énfasis, que se encuentran en mayor o menor medida en cada trabajo. Posiblemente ninguno de los trabajos presentados incluyan las seis consideraciones que siguen, sin embargo muchas de ellas se encuentran implícitas en los trabajos en mención.

Uno de los argumentos que como resultado positivo de la innovación se plantean los trabajos, es que en el centro de la atención se encuentra el estudiante, más en cuanto a sus emociones, que en cuanto a los resultados del trabajo realizado. Entonces se dice que mejoraron sus actitudes ante la ciencia, que hacen los trabajos o realizan las actividades con gusto.

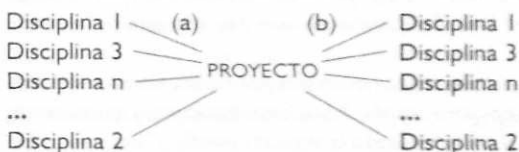
El segundo aspecto interesante es que las formas de trabajo son bastante des-estructuradas, es decir, que dejan mucho de lo que se hace a la decisión sobre la marcha. En otras palabras, aunque existe una planeación y unos propósitos bien definidos, lo que se hace en cada instancia particular depende de las circunstancias propias de la actividad, de los contextos que se construyen y de los interrogantes que surgen. En muchos casos no se hacen explícitas las prácticas de evaluación.

Los proyectos que se emprenden poseen sentido para quienes los realizan (estudiantes y maestros). Esto se logra a partir de temas y problemáticas que surgen del entorno, de intereses e interrogantes de los estudiantes y del contagio que se da en los estudiantes por el entusiasmo de su maestro.

Existe una consideración tácita en lo que respecta a la diversidad en cuanto se acepta que cada quien realice diferentes actividades. Es entonces cuando se descubre que estudiantes invisibles a la hora de la clase usual, son muy protagónicos en el proyecto, poseen habilidades especiales y demuestran niveles importantes de compromiso con la tarea que se realiza.

La concepción de disciplina se transforma. De aquella exigencia a no conversar entre sí, a mantener silencio y dependencia obediente, se pasa a valoraciones por la participación. Lo que se valora es ahora la iniciativa y el liderazgo.

Los intereses disciplinarios surgen en las dinámicas del proyecto y se consideran de importancia. Aunque algunas veces la interdisciplinariedad aparece desde los intereses por las disciplinas, en otros casos se da por los procesos que vive el proyecto. Esquemáticamente podríamos ilustrar así las dos opciones.



Mientras en (a) el proyecto se planea a partir de consideraciones derivadas de las disciplinas, por ejemplo teniendo en cuenta las exigencias curriculares, en (b) los nexos disciplinarios surgen del proyecto, se llega entonces a las disciplinas, no se parte de ellas.

Si se quisiera profundizar en las raíces de esta propuesta que la mayoría de las veces no es explícita, nos encontraríamos con propuestas que definen de otra manera lo disciplinario (como objetivo de la clase), la homogeneización como presupuesto del modelo y los criterios de logro, que en estos casos se centrarían más en los procesos que en los resultados.

Como lo anotábamos antes, los fundamentos pedagógicos y didácticos no se plantean explícitamente en los diferentes trabajos, sin embargo, en la práctica sí parece que se estuviera construyendo un modelo. Este es un punto que bien valdría la pena investigar con rigurosidad.

1.2 Nivel de elaboración de las propuestas

Para abocar esta aproximación nos basaremos en la propuesta de Bachelard, ya convertida en clásica y enunciada en su libro, *La formación del espíritu científico*. En tal texto Bachelard propone varios criterios para la aproximación a los procesos de creación en la ciencia. Entre los elementos realmente interesantes para los fines que perseguimos se encuentra el concepto de "obstáculo epistemológico". Desde esta perspectiva es conveniente distinguir en la empresa de creación humana las dificultades de los obstáculos. Se denominan dificultades a aquello que tenemos que superar para la consecución de los fines que nos proponemos y que tienen su origen en aspectos externos a la actividad que se realiza; o a las dificultades propias de la actividad desde el punto de vista de lo operativo, de lo que tenemos que hacer. Los obstáculos, por el contrario surgen de la actividad misma, de la perspectiva epistemológica que orienta nuestras acciones. Y en las actividades de creación, por ejemplo cuando se trata de concebir una alternativa pedagógica, nos enfrentamos a la vez con dificultades y con obstáculos. En la ciencia, por ejemplo, el pensamiento oscila entre lo racional y lo empírico y lo racional se puede convertir en un obstáculo, así como la referencia excesiva a lo empírico también puede ser un obstáculo. También las fuentes de las analogías pueden ser obstáculos cuando por ejemplo se convierten en imágenes coloridas y atrayentes que no permiten ver más allá en la búsqueda de explicaciones.

Teniendo esto en mente, podemos volver sobre las experiencias presentadas para este Foro educativo. Cuando se indaga por las dificultades para el desarrollo de la innovación, nos encontramos con que los principales factores que se enuncian son elementos externos a la actividad misma, esto es, se trata de verdaderas dificultades en términos de Bachelard. Las dificultades más frecuentes son las siguientes:

- La falta de recursos ya sea para la consecución de materiales o herramientas. En ello se incluye la limitación a las salidas fuera de la institución o las dificultades para el uso de los equipos con que cuenta la institución.
- Las dinámicas administrativas que en el aspecto académico establecen horarios y exigencias puntuales en el tiempo que no permiten el desarrollo libre los procesos.
- Las exigencias en términos de los planes de estudio, que hacen ver a los proyectos como espacios para perder el tiempo. En este mismo sentido se ven las exigencias derivadas de las evaluaciones.
- La falta de colaboración de otros maestros para generalizar las propuestas o para lograr tiempos adicionales en favor del proyecto que se adelanta.

En términos de obstáculos son muy pocas las referencias, sólo en contadas experiencias se anota por ejemplo que los cambios que se generan crean resistencias culturales ya sea frente a los padres de familia o, incluso en la institución, con los compañeros de trabajo.

Lo que es claro es que las propuestas sólo están dando sus primeros pasos ya sea porque son muy recientes o porque no se ha tenido tiempo para reflexionarlas. Porque los modelos que se proponen, en su devenir generan sus propias incertidumbres, que son los obstáculos a que hacíamos referencia antes. Y las propuestas, en términos generales, aun no han generado obstáculos. Desde nuestro punto de vista será sólo cuando se generen al interior del modelo dificultades, esto es, obstáculos, cuando el modelo se dinamizará y se desarrollará recursivamente. Mientras eso no se dé no tendremos realmente desarrollos novedosos.

En este punto valdría la pena pensar en cuáles son las políticas académicas que deben proponerse para permitir el desarrollo de los modelos que se proponen, qué tipo de apoyos requieren las innovaciones para que con la realización de los foros no se queden simplemente en anécdotas y tengamos que esperar nuevamente a la realización de un Foro con énfasis en la enseñanza de las ciencias para volver a comenzar o a retomar el punto en que dejamos la discusión.

TERRAZA TEMÁTICA

La terraza temática fue un espacio brindado en el VIII Foro Educativo Distrital de ciencias naturales "De la curiosidad a la actitud científica" con el fin de brindar una oportunidad para que interactuaran los líderes de la experiencias educativas con los asistentes al evento.

La terraza contó con tres momentos en los que se abordaron de forma simultánea tres núcleos temáticos, organizados cada uno en mesas temáticas. Cada mesa temática contó con la presencia de varias experiencias educativas que a manera de conversatorio interactuaron sobre sus prácticas pedagógicas, formas de evaluación, logros más significativos, dificultades, entre otros. Al finalizar, cada mesa temática entregó las conclusiones de su trabajo. A continuación se presentan algunas de las conclusiones:

- La Terraza didáctica permitió el intercambio y el conocimiento de diversas experiencias, con docentes, rectores e investigadores.
- Se logró establecer contactos interinstitucionales que permitirán la formación de redes.
- El encuentro en la Terraza permitió interactuar de una manera más cercana y productiva.
- La terraza contribuyó a identificar temáticas afines
- Se logró evidenciar las prácticas que se realizan en el aula y las relaciones entre conceptos científicos y preconceptos espontáneos.
- Las propuestas que interactuaron lograron enriquecer las prácticas pedagógicas para proyectar un trabajo al interior del aula.
- Estos espacios deben ser promovidos desde la Secretaría de Educación porque ayudan a fortalecer las prácticas pedagógicas y contribuyen a difundir experiencias de calidad.
- Una tarea fundamental de los maestros es apreciar que la enseñanza en ciencias debe obedecer al contexto del estudiante.
- Rescatar este espacio para intercambiar experiencias
- No se trata solamente de mostrarle a los otros; también tiene que ver la actitud con la que enfrentamos el trabajo en el aula.
- El mostrar la experiencia motiva a trabajar, es importante.
- Es importante que la Secretaría de Educación del Distrito pueda propiciar espacios de conversatorio para alimentar y fortalecer nuestra experiencias.
- Los grupos que se crean deberían ser no solamente para ciencias naturales, sino para todas las áreas.
- Con este tipo de espacios el docente puede tener mas herramientas y discursos para motivar al estudiante porque no se puede quedar en la simple afirmación de que el estudiante no quiere aprender.
- Un padre de familia afirma: Los padres deberían participar para saber en qué manos se encuentran nuestros hijos
- Estos diálogos deberían ser mas frecuentes porque pueden ayudarnos a encontrar más relaciones entre nuestras prácticas pedagógicas y las políticas educativas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Profesor Georges Charpak

Hace seis meses, el Ministerio de Educación de la Unión Europea se reunió y decidió que en el año 2010 deberán haber revolucionado la enseñanza porque ésta es una prioridad. Estoy seguro de que habrá mucho dinero disponible, pero el problema es que habrá mucha falta de ideas. El dinero no es suficiente. Hay muchas personas y grupos en el mundo —en los Estados Unidos, en Suecia, en Francia— que están tratando de desarrollar un método de enseñanza que sea revolucionario y creo que han encontrado un método que puede servir de punto de partida. En Europa estamos tratando de obtener recursos. Hay un grupo de Suecia, Francia y otros dos países para desarrollar el método en muchos pueblos que servirán de ejemplo. Creo que ninguno de esos pueblos tiene la oportunidad de compararse con Bogotá. ¡No estoy bromeando! No quiero ser demagogo aquí. Pueda ser que haya escuelas tan buenas en Bogotá como las que hay en Shanghai, por ejemplo, pero esta escuela que yo conocí allí está en un lugar privilegiado. El sueño de extender la experiencia de esa escuela al resto de China es un poco difícil. Les voy a recomendar a mis colegas chinos que viajen a Bogotá (no se preocupen: los chinos son a penas 1.4 mil millones de personas, no estoy bromeando) pues lo que yo he observado aquí es hecho por gente real que es profesional, ama a los niños y a su país, y ha diseñado muy cuidadosamente un método que toma lo mejor de Francia y de los Estados Unidos. Esto se puede extender a todo el país, pero nosotros no podemos hacer lo mismo ni en Francia ni en los Estados Unidos, pues allí hay obstáculos enormes. Cuando yo veo el apoyo que han obtenido de las autoridades, del pueblo, de los estados, siento un gran optimismo, acerca de lo que va a suceder en el futuro. Entonces dejo Bogotá con un gran optimismo. He conocido personas como Duque y Hernández, quienes saben con exactitud lo que quieren hacer y hacia dónde van. Estoy seguro de que en Bogotá hay personas igualmente buenas y ellas siempre tratarán de hacer lo mejor. Lo que han hecho es fundamental: mostrar el camino. Esto no quiere decir que las cosas no puedan mejorar, pero comenzar con gran entusiasmo es algo excepcional que yo no había visto en ninguna otra parte. Muchas gracias.

Profesor Dino Segura

Muy buenas noches a todos los participantes. Realmente me siento muy satisfecho de ver

materializados todos los logros que se han alcanzado a lo largo de casi un año y medio. Quienes merecen una felicitación son Bogotá, sus maestros y las personas que estuvieron al frente de la organización de este Foro, marcado primordialmente por la creatividad. El compromiso de los maestros con sus tareas cotidianas atrajo a casi unos mil quinientos maestros a participar. Compartimos cerca de seiscientas experiencias, muchas de ellas inscritas por varios autores, colectivos grandes e inclusive instituciones.

Por otra parte quisiera resaltar cuatro aspectos muy importantes con respecto a las ponencias que se presentaron. En primer lugar, aunque todavía no se han convertido en una teoría pedagógica, sí se proyectan como posibilidades reales de construcción teórica, pues están marcando una perspectiva metodológica.

En segundo término, prácticamente todas las ponencias centraron su atención en el interés de los estudiantes y en el sentido que para ellos tiene la experiencia a partir de su comprensión. Esta búsqueda de sentido muchas veces gira en torno a la utilidad de lo que se aprende, lo cual contrasta mucho con lo que se suele hacer en las clases comunes y corrientes.

Tercero, si en muchas ocasiones se pensaba que los proyectos interdisciplinarios venían de las disciplinas mismas, a mi parecer en estos momentos los proyectos se orientan en sentido contrario, pues buscan que las disciplinas sean para la vida y no la vida para las disciplinas.

Por último, a mi parecer muchas conclusiones todavía están por surgir, y ojalá los maestros fueran recogiendo. Como tal, el Foro le quedó “chiquito” a los maestros, y yo creo que muchos de ellos sí deben sentirse insatisfechos porque no tuvieron la posibilidad de exponer y mostrar las cosas como ellos hubieran querido hacerlo. Yo creo que dos días es un tiempo muy corto e insuficiente para la cantidad de experiencias que potencialmente se hubieran podido compartir. Creo que hay que buscar alternativas, tales como establecer tres días o varios foros simultáneos, o alguna forma de organización que permita a los maestros no sólo enriquecer el trabajo de otros por medio de dinámicas comunicativas, sino también sentirse reconocidos. Yo creo que el reconocimiento, y en

eso coincido con un autor con el cual uno no puede estar de acuerdo en todo, Francis Fucuyama, autor de *El fin de la historia o el último hombre*. Francis Fucuyama plantea que el reconocimiento es el motor de la historia. Para proyectarse, las difíciles y novedosas prácticas de los maestros requieren de momentos, lugares, e instancias de reconocimiento que hay que multiplicar, tales como los foros, los encuentros, las revistas y otras publicaciones.

De todas maneras, quiero agradecer a los maestros por todo lo que han aportado y quiero manifestarles que por ello este Foro se ha convertido en un hito de los foros bogotanos. Muchas gracias.

Ingeniero Juan Puertas Agudo

En primer lugar, vuelvo a reiterar el agradecimiento por haber sido invitado a este evento. Yo venía aquí con la idea de hacer una charla. Esperaba encontrar un auditorio que escuchara la charla; un auditorio frío y a tono con lo que se da en la mayoría de países de órbitas más mercantilistas. La verdad es que me voy a mi país enriquecido, tremendamente enriquecido. Me llevaré el sentimiento de un grupo de docentes entregados, con las ideas muy claras, enamorados de su profesión e innovadores, comprometidos en su causa cada día. Todo eso es bueno porque la persona que vive feliz con su trabajo transmite ese sentimiento y genera mucha más percepción y más empatía con sus alumnos. Me voy tremendamente impresionado de la locuacidad de los jóvenes en las salas de exposiciones. Algunos de ellos exponían lo que habían hecho con más dominio que muchos profesionales expertos en *marketing* de empresas reconocidas. Lo digo de corazón porque es verdad. Muchas gracias.

No dejen perder este lugar de encuentro. Me gusta más la palabra griega *ágora* que foro. Este *ágora* distrital donde se pueden intercambiar opiniones, donde se puede discrepar de alguna de ellas y, más aún, donde con seguridad uno se enriquece escuchando a los demás y conociendo la personalidad de los demás.

Profesora Michella Mayer

Muchas gracias por esta oportunidad. Fue verdaderamente un placer conocerlos a todos ustedes y entrar en contacto con todas las experiencias que presentaron. Aquí encontré un entusiasmo de los maestros, un interés de los

estudiantes y algunas experiencias de nivel muy alto en el ámbito internacional, así que agradezco a todos, a la Secretaría de Educación, pero especialmente a ustedes que participaron en este Foro, por la invitación que me hicieron.

Las personas que estuvieron conmigo en el grupo de trabajo saben que a mí me gusta decir algo siempre con la idea de ayudar a mejorar. Así es como yo interpreto mi papel. Así que les quiero dar algunas ideas que me vienen a la mente. Me parece que, como decía antes Dino, a veces el interés y el entusiasmo no van acompañados de una pedagogía centrada en el estudiante y que pueda dar sentido a toda la construcción del conocimiento. Esto sucede no porque así se quiere, sino porque no se sabe. De tal manera, pienso que este Distrito debe hacer un gran esfuerzo para que los maestros tengan más ocasiones de intercambiar sus experiencias de manera más efectiva y con ejemplos concretos. Los maestros deben aprovechar más esa capacidad que ellos tienen para servir como mediadores entre los estudiantes y la naturaleza, entre los niños, los experimentos y sus experiencias, para que sean ellos mismos los que formulen sus preguntas. Esto se debe fortalecer. No es que no exista, pues aquí también he visto cosas maravillosas.

En segundo lugar, me parece que algunas veces falta la conexión con la vida cotidiana. Ustedes tienen una muy buena relación con la comunidad, pero hay muchas cosas que podrían no tener un nivel tan académico. Hoy estaba hablando con algunos estudiantes acerca de las mutaciones y les pregunté, ¿Para qué es que nos sirve este trabajo sobre las mutaciones de la mosca? Parece que nunca lo habían pensado. Es posible que sí lo hubieran hecho y que en el momento estuvieran un poco tímidos —en realidad no lo sé— pero les agradezco la oportunidad de haber podido hablar con ellos, pues a partir de ese diálogo me pareció que se podría fortalecer un poco el aspecto pragmático de la enseñanza.

Por último, me queda una fuerte inquietud sobre la evaluación en los estándares. Ayer discutimos un poco este tema. Me parece que podría haber un cambio total, una evolución, pensada no tanto en estándares de conocimiento de los niños.

Cuando ustedes como maestros piensan qué indicadores de calidad pueden ser significativos para la enseñanza de las ciencias, ¿Cuáles son los

conocimientos y los cimientos que, a partir de las relaciones con otros maestros, ustedes han descubierto como elementos de calidad? Sobre esta pregunta podría construirse efectivamente un trabajo de evaluación y de auto evaluación de todas las escuelas, en pro de su crecimiento. Muy buen trabajo. ¡Que sigan así!

Profesora Karen Worth

Al finalizar estos tres días, salgo con un gran sentido de optimismo al haber compartido con otros profesores. Yo como profesora valoro mucho esta experiencia. He detectado mucha energía de compromiso a la enseñanza de las ciencias. Creo que en esencia lo que vemos aquí es posible cuando la gente trabaja en equipo. Los estudiantes y los profesores me dan la oportunidad de hablar de unas ideas que son importantes. Debo agregar que mucho de lo que yo observé, tal vez por el salón en el que yo estuve ayer y hoy, las experiencias tenían un vínculo muy poderoso y explícito con la comunidad y la ética de la ciencia.

A mí me gusta la palabra estándares. Los estándares ayudan a la gente y le permiten avanzar. Yo creo que los profesores aquí son los de mejor calidad. Estoy segura de que representan a este grupo. Todos los niños deben tener la oportunidad de hacer lo que vimos en estos últimos dos días. Esto sólo sucederá cuando encontremos la forma de pasar al siguiente nivel, para que éste no sea un trabajo de unos pocos, sino el trabajo de todos; para que la responsabilidad de este trabajo sea de todos: de los profesores, de los establecimientos educativos, de la comunidad educativa y así sucesivamente.

Me llevo muchos valores de regreso a casa. También enfrentamos muchos de los problemas que ustedes enfrentan aquí. Si pudiera hacerlo, embotellaría y me llevaría mucha de la energía que sentí aquí. En realidad, hoy nos hace falta eso. Realmente no estoy segura de que podamos hacer en nuestras ciudades de Estados Unidos un foro como éste. Los felicito por esa energía.

Les agradezco muchísimo por haberme brindado su calidez y por ser tan abiertos conmigo a pesar de la barrera del idioma. Espero regresar muy pronto y poder observar que nuevas cosas están sucediendo aquí. Muchas gracias.

Margarita Peña, Secretaria de Educación del

Distrito

Buenas tardes. Infortunadamente no tuve la oportunidad, como sí la tuvieron ustedes, de estar disfrutando este Foro a plenitud. En la Secretaría de Educación estos eventos los sufrimos muchísimo durante toda la preparación y los podemos disfrutar muchísimo durante su desarrollo. Desafortunadamente me tuve que ausentar por atender más responsabilidades en la Secretaría, de manera que hoy me hago vocera de algunas de las impresiones que los colegas de la Secretaría de Educación nos llevamos del VIII Foro Educativo Distrital. También resalto algunas de las conclusiones que el grupo de trabajo de la Secretaría ha identificado. Podríamos sacar más conclusiones después de estudiar con detenimiento los documentos que nos hayan quedado después de un evento como éste.

Yo he visto muchos foros en Bogotá. Sin embargo, éste es el primero en el que me involucro como secretaria de educación. He visto cómo los foros de Bogotá han venido creciendo, mejorando, especializándose. En ellos también cada vez participa más público. Antes traíamos expertos que solamente hablaban todo el tiempo. Ahora estos expertos interactúan con la gente que trabaja en Bogotá. Ellos nos cuentan lo que saben y nosotros les contamos lo que sabemos. Hoy ellos nos dicen que estamos mostrando proyectos de talla internacional, que nosotros perfectamente podríamos contar en otras partes del mundo lo que aquí estamos haciendo. Yo se los agradezco mucho y felicito a toda la comunidad educativa bogotana, en especial a ustedes, por eso.

La participación de los estudiantes ha sido muy impresionante. Ya la profesora Karen Worth se ha referido a esto en su intervención. Yo tuve la oportunidad de visitar algunas de las experiencias en la feria y me impresionó no solamente el entusiasmo, sino también la competencia con la que los estudiantes describen su trabajo, el profesionalismo con el que ya muchos de ellos hablan de lo que están produciendo. Estoy segura de que en esos establecimientos educativos se están desencadenando experiencias y resultados no solamente en el área de ciencias, sino en todas las competencias que queremos desarrollar: en lenguaje, en matemáticas, en convivencia, en trabajo en grupo, en respeto por los otros, en tolerancia.

Aunque ayer lo hice en mi intervención, hoy quiero destacar una vez más la participación de los empresarios, y muy especialmente el apoyo de Gas Natural, no sólo como un acto altruista para apoyar la educación en la ciudad, sino con la convicción de que de verdad transformando el sistema educativo podemos transformar la sociedad. El panel de empresarios que se dio en el Foro, con la participación de Gas Natural, fue muy importante porque a partir de esta participación podemos empezar a invitar más empresarios y a involucrarlos más en programas como éste para mejorar a fondo la calidad de la educación en las distintas áreas del Distrito.

Me dicen aquí que los ponentes de la Secretaría señalaron riesgos que debemos reconocer y corregir para seguir mejorando. Voy a permitirme leer los riesgos que me han mencionado en este corto texto:

Tengamos en cuenta no reducir la ciencia a conceptos muy específicos en detrimento de una visión global de la ciencia.

Tengamos especial cuidado cuando hablemos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en el nivel básico de la educación.

Estemos atentos a fortalecer el desarrollo de una pedagogía para la enseñanza de las ciencias, pues algunas de las ciencias demuestran bastante activismo, unas sobreestimación al espontaneísmo y al naturalismo, dejando de trabajar el conocimiento sistemático propio de las ciencias.

Fortalezcamos la lectura como herramienta potente del aprendizaje de las ciencias, de teorías y conceptos.

Démonos a la tarea de resolver las preguntas que los mismos maestros han planteado a partir de sus propias experiencias. ¿Es pertinente lo que estamos enseñando? ¿La ciencia que estamos enseñando en la escuela ayuda a nuestros estudiantes a comprender mejor la vida cotidiana y a desenvolverse mejor en ella?

Reduzcamos aún más la brecha entre la universidad y la educación básica. La universidad debe involucrarse mucho más en el reconocimiento de lo que ocurre en el aula, en la prestación de asesoría y apoyo a los maestros y en la adaptación de los

currículos de formación de maestros de los temas que se señalaron como críticos.

Estos son, repito, algunas de las conclusiones y recomendaciones que ha destacado el equipo de la Secretaría de Educación. Con seguridad van a surgir muchas más cuando tengamos la oportunidad de analizar detenidamente los documentos que quedan, las preguntas que ustedes nos hicieron y sus reflexiones. Los profesores Dino Segura y Karen Worth anotaron que hemos llegado a un nivel de maduración en Bogotá en el que el selecto grupo de personas que llega a estos eventos centrales proviene de foros locales. Estos foros locales reúnen a muchísimas más personas que no pudieron llegar aquí, al evento central, aunque también lo merecían por la calidad de sus propuestas. Después de que terminan estos eventos, con todo el trabajo que la Secretaría de Educación invierte, queda una cierta nostalgia. Dice uno, "Bueno, esto se terminó, qué vamos a hacer después para que este entusiasmo, esta energía que hemos reunido en estos dos días siga funcionando". Voy a referirme precisamente a una posible respuesta para dejar la inquietud y para comprometer a la Secretaría de Educación más todavía. Los foros no pueden terminar hoy. Tenemos que encontrar la manera de que estos foros continúen. Estamos seguros de que una posible respuesta a estos reclamos es que tengamos comunidades fortalecidas, con un espacio para expresarse en la página web de la Secretaría de Educación. Vamos a ponernos en la tarea de continuar este Foro de esa manera y de propiciar encuentros entre ustedes no solamente virtuales sino también presenciales. Así, aunque haya terminado este Foro, el movimiento que aquí se inició no se verá truncado y, en cambio, seguirá creciendo.

Por último, quiero agradecer de manera muy especial al equipo de la Secretaría de Educación Distrital, no sin antes —ya lo hice ayer— agradecer a todos los expertos que vinieron a acompañarnos, a los expertos del país que nos han ayudado a preparar y desarrollar de este Foro. En los aplausos finales quiero incluir un reconocimiento a la subsecretaría académica de la Secretaría de Educación, que fue el alma de esta actividad durante este año y va a ser el alma del IX Foro Educativo Distrital sobre educación artística. Muchas gracias.

DIRECTORIO DE EXPERIENCIAS

LOC	INSTITUCIÓN	JORNADA	TÉLEFONO	SECTOR	NOMBRE DE LA EXPERIENCIA	RESPONSABLES	RESENA DE LA EXPERIENCIA
1	COLEGIO CLAUDIO HODERNO	UNICA	671076/672853 Fax 6728531	PRIVADO	Proceso de desarrollo de la comunidad	José Ramón Ríos	Experiencia pedagógica en la que el currículo tiene un significado institucional.
1	COLEGIO NUEVO RETIRO	UNICA	2589433 / 6244817	PRIVADO	Cubos de ciencia y tecnología	Pierina Lozano Lozano	Alternativa para el aprendizaje de con sentido y significado para el estudiante. Metodología ATAs.
1	ESCUELA PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL	UNICA	2695458 / 091860894	PRIVADO	El aprendizaje de la ciencia desde una perspectiva contemporánea	Dino Sagura, Rosa Garido	Se propone el trabajo que en el futuro podamos producir conocimientos y tecnología.
1	GRUPO CANPRESTRE	UNICA	6711337 Fax 5261710	PRIVADO	Jóvenes investigadores: un experimento en desarrollo en el Granero Canprestre	Javier Hernández	Parte de los recursos educativos para el aprendizaje de la ecología.
1	IED GENERAL SANTANDER	TARDE	2134041 / 2134087	OFICIAL	Conociendo el entorno y aplicando medidas ecológicas para mejorar la calidad de vida	Consuelo Castro	Implementación de un modelo de gestión de residuos sólidos.
1	IED NUEVO HORIZONTE (SEDE A)	MANAÑA	6690048	OFICIAL	Gestión para el reciclaje de basuras en el colegio Nueva Horizonta	Yenny Sánchez y Elizabeth Gómez	Implementación de estrategias para desarrollar el pensamiento científico.
1	IED TORCA	MANAÑA	6681270 / 6692884	OFICIAL	Viaje a un pasado y presente verde	Leonor Cubides Cubides y Gloria Gamboa Dominguez	Construcción de una visión ambiental "sembrando las ideas".
1	INSTITUTO PEDAGÓGICO NACIONAL	UNICA	6148041_08	OFICIAL	La educación ambiental desde el seminario de medio ambiente	Nidia Edith Cárdenas Prieto	Proyecto institucional que busca trabajar sobre competencias que pertenecen al área de ciencias naturales, mediante el uso de guías de las ideas. Se basan en el modelo de teoría de la Modificabilidad Estructural.
2	COLEGIO DEL ROSARIO DE SANTO DOMINGO	UNICA	2350416 / 2481096 / 2118718 Fax 2117599	PRIVADO	Estrategia de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo, la formación y la evaluación de competencias en el área de ciencias	Ogry Lucia Ariza Cudera	Proyecto que va desde el pre-secundaria hasta la media vocacional donde se tiene en cuenta la edad, intereses y contexto de los estudiantes para construir conocimiento. A partir de ello se crearon 4 campos de formación: exploración, fundamentación, abstracción y proyección, cada uno de ellos con sus finalidades y estrategias metodológicas.
2	COLEGIO NUESTRA SEÑORA DE LA CONSOLACIÓN	UNICA	3490134 / 2130658	PRIVADO	Los campos de formación un espacio para la investigación	Vilma Joneth Clavijo, Nelson Carranza, Amalia Ortiz	Proyecto en 6° y 7° de conformación de grupos naturales. En torno a un problema de su interés, desarrollan actividades desde diversas áreas, con un sentido de auto organización, gestión y proyección.
2	IED CANPRESTRE MONTEVERDE	MANAÑA	2583377 / 6254418	OFICIAL	El medio como recurso didáctico y la investigación como generadora de cambio	Gloria Correa, Mercedes Suárez	Una estrategia educativa para el seguimiento y evaluación del aprendizaje de la química a través de la resolución de problemas con énfasis en el trabajo experimental en los ámbitos 10 y 11.
2	IED SIMÓN RODRIGUEZ	TARDE	3132432 / 2358481	OFICIAL	La evaluación de la química a través del modelo didáctico de resolución de problemas	Hannayela Herrera Narváez	Proyecto en 6° y 7° de conformación de grupos naturales. En torno a un problema de su interés, desarrollan actividades desde diversas áreas, con un sentido de auto organización, gestión y proyección.
2	INSTITUTO COLOMBIANO DE EDUCACIÓN FEMENINA	UNICA	2173491	PRIVADO	Cubos del conocimiento	Manuel Ortega	Proyecto en 10° y 11°. A partir de la selección de una problemática, una conceptualización y posterior planeamiento de soluciones, se construyen conceptos del área. Se emplea la metodología de enseñanza aprendizaje por investigación dirigida.
2	INSTITUTO MILITAR ANTONIO RICAURTE	UNICA	2173491	PRIVADO	Investigación dirigida una estrategia para la gestión de las ciencias naturales	Manuel Ortega	Proyecto para básica primaria, en donde a través del estudio de la problemática ambiental se generan conceptos en ciencias naturales y otras áreas de conocimiento.
2	INSTITUTO MILITAR ANTONIO RICAURTE	UNICA	2173491	PRIVADO	Proyecto verde naturaleza viva	Luz Dary Hernández	Proyecto que crea una grilla integral y con esto propone un espacio para la apropiación del conocimiento y la producción de alimentos para la propia comunidad.
3	COLEGIO BENPOSTA	UNICA	5607505 / 3344827 /	PRIVADO	Ensayos de las ciencias naturales a través de la grilla integral	Carmen Elisa Martínez	Propuesta que refuerza el uso de los proyectos de aula como estrategia para la enseñanza de las ciencias.
3	IED JORGE SOTO DEL CORRAL	TARDE	2338337	OFICIAL	Cómo nos acercamos maestros y niños a la ciencia	Marta del Carmen Murta	Propuesta que refuerza el uso de los proyectos de aula como estrategia para la enseñanza de las ciencias.
3	IED LA GIMALDA	UNICA	3896433	OFICIAL	Hagamos de las basuras algo bello y útil	Yuri Henry Díaz García	Propuesta que refuerza el uso de los proyectos de aula como estrategia para la enseñanza de las ciencias.
3	IED LOS PINOS 3338113	MANAÑA	3896537 / 3337817 /	OFICIAL	Mariposas una maravilla hecha humana	César Rodríguez	Propuesta que refuerza el uso de los proyectos de aula como estrategia para la enseñanza de las ciencias.
3	INSTITUTO SAN BERNARDO DE LA SALLE	UNICA	2461436 / 3893363	PRIVADO	Grupos científicos juveniles Aprendiendo a saber vivir bien	César Orlando Martínez	Propuesta que refuerza el uso de los proyectos de aula como estrategia para la enseñanza de las ciencias.

LOC	INSTITUCIÓN	JORNADA	TELÉFONO	SECTOR	NOMBRE DE LA EXPERIENCIA	RESPONSABLES	RESUMEN DE LA EXPERIENCIA
4	IED ATENAS	MANAÑA	2069970 / 3441224 / 344223	OFICIAL	El ciclo biológico como hilo conductor para el aprendizaje de las concepciones en ciencias naturales	Edgardo Barreto Ruiz	Desarrollar y aplicar una propuesta didáctica para el aprendizaje de la biología, basada en la comprensión del ciclo biológico de la célula animal.
4	IED ALEPHANIA UNIFICADA (SEDE C)	MANAÑA	2072444	OFICIAL	El juego y la experimentación en las Ciencias Naturales	Juan Manuel Hoy Hilarion	Aplicar al conocimiento de las ciencias de la manera lúdica y creativa a partir de los juegos de Dominó y Fichas.
4	IED ATENAS	TARDE	2069970 / 3441224 / 344223	OFICIAL	Un encuentro con los chimpancés	Sandra Lucía Rojas y Rosaura Rojas	Basar la construcción del pensamiento como totalidad.
4	IED EL ROQUEO	TARDE	308049	OFICIAL	El aprendizaje de conceptos básicos biología y química a través del aprovechamiento de algunas plantas medicinales de uso urbano	Liliana Gavidán-Jara Arroyo	Basar la formación del conocimiento tras disciplinario.
4	IED JOSÉ MARÍA CARIBONELL	MANAÑA Y TARDE	3333652 / 249483	OFICIAL	El reciclaje un proyecto de vida en la institución educativa	Luz Angélica Cortez-Ivan Pulido	Generar un proceso de acción participativa que promueva la cultura del reciclaje.
4	IED JUAN EVANGELISTA GÓMEZ	TARDE	3678094 / 2075952	OFICIAL	Producción textual en ciencias naturales	Luz Mirra Castillo y Nobora Magenta Morales	Establecer elementos interdisciplinarios y pedagógicos que lleven a la apropiación de los conocimientos en el área de ciencias y educación ambiental a través de procesos de producción textual.
4	IED MANUELITA SAENZ	MANAÑA	3332837	OFICIAL	Proyectos ambientales de aula para sensibilizar y desarrollar el sentido de pertenencia	Fanny Hernández García, Ana Elvira Jara	Sensibilizar y desarrollar el sentido de pertenencia de los miembros de la comunidad, con el fin de generar cambios de actitud positivos.
4	IED MANUELITA SAENZ	MANAÑA	2461064	OFICIAL	Buscamos una mejor calidad de vida, conociendo y cuidando nuestro campo	Fanny Hernández García	Rediseñar los procesos pedagógicos bajo una postura despareja, con miras a construir un currículo abierto, flexible, con una sola organización de la vida escolar en función de un contexto particular.
4	IED REPÚBLICA DEL ECUADOR (SEDE A)	MANAÑA	2332466 / 2467236	OFICIAL	Adaptación de modelos matemáticos para el desarrollo de investigaciones en biología y genética	Carlos Alberto Viqueza, Yvonne Cortez, Rubén D. Velasco	Basar el aprendizaje en los estudiantes del espíritu investigativo.
5	COLEGIO SAN GREGORIO HERNÁNDEZ	MANAÑA	7611806 / 549996 / 549997	PRIVADO	Naturaleza, campo y empresa	Héctor Nolasco, Miriam Ruiz, Ricardo González	El Colegio San Gregorio Hernández ha adoptado en sus principios el agro, reflejado en su P.E.I. fomentando por alguna manera como ciencias pecuarias, agrícolas y alimentarias, las cuales enmarcan en su estructura las ciencias naturales. Esto se ve enmarcado, además, por el enfoque que asume la institución (flexibilidad para la comprensión, el cual valora las estructuras previas de estudiantes para su aprendizaje y comprensión. La finalidad: Formar empresa.
5	IED ALPABANTE FACILIA	MANAÑA	7672428 / 7666178 / 7666176	OFICIAL	Germinalidad, plasmado y construyendo conocimientos	Roque Miguel Castillo Herrera	La experiencia busca proporcionar a los estudiantes de aprendizaje en las que se pueden realizar actividades o procesos de carácter experimental, a través de una pedagogía constructiva y una didáctica activa, que permita a los estudiantes desarrollar procesos mentales, operaciones mentales y secuencias algorítmicas que propicien por un mejoramiento en el proceso de aprendizaje.
5	IED FRANCISCO ANTONIO ZEÁ	TARDE	7665041	OFICIAL	La ciencia como medio para construir conocimientos, comprender y mejorar la calidad de vida	Yolady Guevara Delgado	Esta experiencia pretende que, en el corto plazo, los estudiantes tengan la capacidad de generar y aplicar su proceso de conocimiento por medio de un trabajo de campo. En el largo plazo, esta experiencia tiene como fin de lograr el empleo de los conocimientos adquiridos en la vida cotidiana.
5	IED MIGUEL DE CERVANTES SAavedra	MANAÑA	7633877 / 7631439 / 2001054 / 2001044 / 2001025	OFICIAL	Proyecto ambiental "Semillas de vida"	Ledy Contreras Peña	El trabajo con una alta componente investigativa e interdisciplinaria para poder abordar los problemas de la vida cotidiana, enmarcando los conocimientos adquiridos en la vida cotidiana.
5	IED NUEVO SAN ANDRÉS DE LOS ALTOS	MANAÑA	2001322 / 7671610 / 7668270 / 7668117 / 7668132	OFICIAL	De la conciencia a la solución de problemas ambientales de manera interdisciplinaria generando actitud científica	Carlos H. Narváez S., Milton Prádo	Desarrollar competencias básicas en los estudiantes, a través de proyectos interdisciplinarios en la enseñanza de las ciencias, fortaleciendo y actualizando la conciencia del estudiante para que en la solución de problemas ambientales, desarrolle el pensamiento científico y la capacidad creativa e investigativa, mejorando la calidad de vida de la comunidad.
5	UCRIG MAX PLANCK	ÚRICA	7633113	PRIVADO	Uno de los eventos más importantes en la enseñanza de la física es la resolución de problemas	Luis Ricardo Barrios Salazar, Claudia Chiquito, Ricardo Naranjo	Desarrollar competencias básicas en los estudiantes, a través de proyectos interdisciplinarios en la enseñanza de las ciencias, fortaleciendo y actualizando la conciencia del estudiante para que en la solución de problemas ambientales, desarrolle el pensamiento científico y la capacidad creativa e investigativa, mejorando la calidad de vida de la comunidad.
6	COLEGIO NUESTRA SEÑORA DE LAS VICTORIAS	ÚRICA	2798338 / 2460395	PRIVADO	El mundo llega al aula con su materia	Irene Nolasco, Yvonne Cortez, Rubén D. Velasco	A partir de la visita a diferentes instituciones se realizan procesos de investigación, mediante la elección de una muestra.
6	IED TRIPITANGATO PEREZ	TARDE	2058733 / 2795555 / 2795964 / 2795988 / 2795996	OFICIAL	Química y medio ambiente	Nancy Lemos Pérez, Hilda Herrera	La metodología y el enfoque de la química en una sociedad de consumo, ha generado una conciencia por parte de los estudiantes, se propuso una conciencia de la importancia de la química en la vida cotidiana, en la comunidad, en el entorno y en la vida de la comunidad.

LOC	INSTITUCION	JORNADA	TELÉFONO	SECTOR	NOMBRE DE LA EXPERIENCIA	RESPONSABLES	RESUMEN DE LA EXPERIENCIA
6	IED TÉCNICO INDUSTRIAL PILOTO (SEDE D)	MAÑANA	2381770 / 2708579 / 2703817	OFICIAL	De la curiosidad a la fascinación: una posibilidad de explicación de la vida	María Victoria Quijano Ayala, María Liliana Benítez	Se generan ambientes de aprendizaje que integran las áreas para el desarrollo de actividades que trascienden concepciones existentes
7	COLEGIO CLARETIANO	TARDE	7750241 / 7750412 / 7751308	PRIVADO	Mañana, un espacio de interacción, creatividad y ciencia	Claudia Lorena Garzón, Martha Velanda	Es un trabajo liderado por los estudiantes al interior de la institución donde desde hace dos años iniciaron un diagnóstico de la problemática ambiental en torno al humedal Tibanica y han venido realizando actividades de reconocimiento de la problemática ambiental, visitas periódicas, campañas de limpieza, reforestación y en la actualidad se trabajan aves de humedal y relaciones, ecosistemas desde grado sexto hasta problemáticas de bioquímica en once y se han logrado trabajos conjuntos con la mesa ambiental y Mañana en la formación de estudiantes dinamizadores y la consultoría del PMAE
7	COLEGIO COOPERATIVO DE BOGA	UNICA		PRIVADO	Interpretando el mundo a través de la química	Nohora Mabel Martínez	A partir de preguntas, despiertan la curiosidad científica en los estudiantes, que los lleva a realizar prácticas de laboratorio. En el caso de la leche, abordan las preguntas: ¿cómo se caracteriza y enmarcar? como es? ¿qué contiene? ¿cómo se hace? ¿qué le pasa al...? ¿qué efectos tiene en...? ¿por qué? y ¿qué se puede elaborar con ella...? les permitió reconocer sus componentes y elaborar productos como: humus, yogurt, queso y coagulada
7	IED LUIS LOPEZ DE MESA	MAÑANA	7750440	OFICIAL	Aprender caminando y observando. Una experiencia significativa	Ernesto Martínez, Edgar Prieto	El punto de partida es la indagación teniendo como mira la creación de microempresas cruzada en base al contexto educativo, grupos de trabajo y reconocimiento interdisciplinario de parte de los docentes acompañantes y muestra una alternativa para mejorar la calidad de vida de las familias
7	COLEGIO INMACULADO CORAZÓN DE MARÍA	UNICA	7750279 / 7751116	PRIVADO	Las ciencias naturales y la educación ambiental desde la perspectiva de la integralidad: una experiencia de construcción de conocimiento	Sandra Patricia Tamayo Huertas	El proyecto del Área de Ciencias Naturales, se encuentra estructurado en cinco referentes fundamentales que son: procesos de pensamiento y acción, biológicos, químicos, físicos y procesos del mundo y de la vida. Además, paralelamente al trabajo de aula, se desarrollan cinco sub-proyectos, en los cuales se dinamizan cada uno de estos referentes, que constituyen espacios de creación y producción desde la Ciencia.
7	IED EL PORVENIR	TARDE	7845335	OFICIAL	Diseño e implementación de una estrategia para la construcción conjunta del proyecto ambiental en la comunidad educativa		A partir de la creación de equipos de trabajo interdisciplinario con la comunidad educativa, realizaron un diagnóstico ambiental, diseñaron estrategias, construyeron el currículo integral alrededor del PMAE, para que los integrantes de la comunidad reconozcan las relaciones de interdependencia con su entorno y participen conjuntamente en la solución de las problemáticas.
7	IED FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	MAÑANA	7750473	OFICIAL	Preguntando, aprendiendo y gestionando	Bianca Lina Muñoz	Para adquirir una actitud científica con los estudiantes de quinto grado de primaria que les permite avanzar en la construcción de proyectos colectivos de indagación, realizan fundamentadamente cuatro actividades: reconocimiento de la pregunta, análisis de la realidad, elaboración de experiencias y la conformación de una microempresa.
7	IED GRAN COLOMBIANO	MAÑANA	7196411	OFICIAL	Preservación y conservación de la escuela y su entorno	Isela Forero, Manuel Ruiz, María Isabel Raveiro	El problema que motivó la experiencia fue el deterioro del medio ambiente escolar. A lo largo de dos años se ha logrado reducir la producción de residuos sólidos en la escuela y en los hogares. Pretende generar un sentido de pertenencia que promueva el ambiente, se trabaje en el reciclaje y se comercialice material, a la vez que se elaboran cuadros y diversas expresiones creativas por parte de los estudiantes, trascendiendo en la localidad.
7	IED LLANO ORIENTAL	TARDE	7196444 / 7891113 / 7898458	OFICIAL	El humedal Tibanica como aula abierta de ciencias naturales	Wilson Alberto Páezano Holguín	Siendo el humedal un ecosistema cercano a la institución escolar, esta se ha convertido desde hace 2 años en un espacio experimental para los estudiantes de sexto a noveno y en torno a él se han desarrollado trabajos de ecología, taxonomía y micro biología. A la vez reconocen y participan en la solución de problemáticas ambientales locales
7 8 9 10	IED SAN PABLO BOGA - IED SABEL II (LOC. B) UNIDAD BÁSICA LAS AMÉRICAS INSTITUTO TÉCNICO DISTRITAL LAUREANO GÓMEZ	MAÑANA TARDE	7751161 / 7765376	OFICIAL	La biodiversidad: una propuesta didáctica para la enseñanza	Fanny Elizabeth Villar, Ana Mary Melo	Es una propuesta que integra 4 instituciones de 3 localidades del distrito de Bogotá donde los docentes de Biología trabajan en los grados sexto a noveno a través de tres articulaciones: ambientes naturales, artificiales y en el propio organismo los estudiantes logran la aproximación a un pensamiento holístico y desarrollan proyectos que les permiten la construcción de su propio conocimiento y la indagación con otros ámbitos a lo que se llama acercamiento a una mirada desde la biodiversidad.

LOC	INSTITUCIÓN	JORNADA	TELÉFONO	SECTOR	NOMBRE DE LA EXPERIENCIA	RESPONSABLES	RESUMEN DE LA EXPERIENCIA
8	CENTRO EDUCATIVO SAN LUIS GONZAGA FE Y ALEGRIA	UNICA	2927071	PRIVADO	Biotecnología: mutación del trigo 100 cultivo de papitas verdes (S. VED)	Yolira Betrán Chait, Edna R. Espinoza, Rocio Galindo, Sonia Parra	A través de cultivos in vitro, los estudiantes y laborantes de alimentos, fomentan competencias y aprendizaje autónomo con el apoyo de la Universidad Nacional.
8	COLEGIO SANTO DOMINGO	UNICA	4302104	PRIVADO	Trabajo pedagógico experimental en el área de ciencias naturales para el mejoramiento de la calidad de vida	Fabio Burbano Ruales, Blanca María Torres de Burbano, Amanda Solano, Sofia Castillo, Mariol Galindo, Cecilia Meradiego	Buscan la transformación del conocimiento común en conocimiento científico, utilizando el "método científico contextualizado" para desarrollar programas productivos. Se forman equipos de estudiantes de diferentes cursos, quienes definen el tema del club según su interés, para desarrollarlo durante el año, en compañía de un tutor (maestro).
8	IED HERNANDO DURAN RUJAN FUNDACIÓN EDUCACIONAL NUEVO RETIRO	MANANA	5714188	OFICIAL	Los cultivos de ciencia y tecnología, un nuevo camino metodológico de aprendizaje de las ciencias y de formación de futuros científicos	Equipo Directivo, Equipo Docente	Organización y utilización de una estación meteorológica, donde los estudiantes toman datos, los analizan y presentan informes del clima de la localidad.
8	IED INDI FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	MANANA	2444508	OFICIAL	La estación meteorológica, una estrategia didáctica para la formación de actitudes y valores a través del reconocimiento y medición de fenómenos naturales	Adriela Garrido de P	Organización y utilización del aula ambiental con crisis de conciencia, con el fin de transformar, crisis de actitudes y generación de actitudes para reforestación, aplicando los datos obtenidos por la estación meteorológica.
8	IED INDI FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	MANANA	2444508	OFICIAL	Propuesta para el manejo y disposición de los residuos sólidos orgánicos en el plantel	Juan Carlos Sanchez	Propone una metodología alternativa en biotecnología, centrando la actividad y problematización en la conservación y recuperación de especies vegetales, a partir de su reproducción en condiciones de laboratorio.
8	IED LA ANHSTAD	TAIIDE	2443167/2444625	OFICIAL	Diseno, desarrollo y aplicación de tecnologías in vitro, sobre la base de subproductos en el colegio	Fernando Garcia, Alba Nubia Muñoz	Propone una metodología alternativa en biotecnología, centrando la actividad y problematización en la conservación y recuperación de especies vegetales, a partir de su reproducción en condiciones de laboratorio.
8	IED MARSELLA	TAIIDE	4302141	OFICIAL	Ahorro de agua, construyamos futuro	Alumnos de 2o a 7o Alejandro Betrán (PADRE DE FAMILIA) Alba L. Zulaga Ramirez (DOCENTE)	El desarrollo del proyecto permite la formación de valores como la integración familiar, el compromiso participativo, la fraternidad, la trascendencia y el espíritu investigativo y ecológico, mediante actividades como la utilización y reforestación del agua lluvia.
8	IED RODRIGO DE TRIANA	TAIIDE	2913193	OFICIAL	La reforestación como medio para la construcción de valores	María N Araya V, Jorge Prentin, Heriberto Zamudio, Patricia Duarte, Ramón Jara, Solange Quintero O, Nelsa Mendieta H.	El proyecto se desarrolla desde diferentes instancias: compromiso con el entorno, cambio de actitud en el manejo de desechos, reflexión hacia el ecosistema y la transformación a sí mismos. Como acciones concretas, el grupo ha logrado la recuperación del canal calle 38 para hacer más efectivo el compromiso.
8	LICEO MAESTRA SEÑORA DE LAS NIEVES	UNICA	4516270	PRIVADO	Humedad El Burro fuente de sabiduría para las Ciencias Naturales	Gloria Suarez, Yolanda Vallejo, Yenny Rojas, Esperanza Garcia, Consuelo Guazanta	Visitan el Humedal El Burro para relacionar lo aprendido en el aula con lo observado.
8	TALLER CREATIVO PELDANOS	UNICA	2440214	PRIVADO	Proyecto (Café con los mentes)	María Alejandra Flores, María del Pilar Guerra	Esta experiencia se convierte en un proyecto de aula, donde los intereses y necesidades del grupo son los del trabajo, creando un espacio de comunicación permanente, donde se puede elegir, concertar y tomar decisiones.
9	IED INTEGRADO BEN-NEDE BI	MANANA	4150794	OFICIAL	Fertilidad un libro abierto en el aula de ciencias	Luz Nelly Pujillo	Trabaja las ciencias naturales de manera significativa, activa y vivencial, que despierte la curiosidad y el interés por la investigación a partir de los alimentos de la localidad de Fundación.
9	COLEGIO SANTA ANA DE FONTIBON	UNICA	2470543 / 2472871	PRIVADO	Reciclar, semilla de vida	Dora Elizabeth Rosencano	Este proyecto pretende dar a conocer cuáles son los problemas que afectan nuestro medio y como podemos contribuir a su solución.
10	COLEGIO CAMAN	MANANA Y TAIIDE	6356444 ext. 209	PRIVADO	Incorporación de la biotecnología en la educación básica y media	Alfredo Flores	El grupo de biotecnología se convierte en un espacio de crecimiento académico y científico, aportando experiencias valiosas que han permitido generar investigaciones. Generar estrategias metodológicas que permitan al estudiante aplicar los conocimientos adquiridos en física, química y biología.
10	COLEGIO COMPARTE BOCHICA	MANANA Y TAIIDE	4439371 / 4439372	OFICIAL	Ciencia activa, calendario científico	Luis Fernando Quiriga	Se trabaja desde la problemática para la comprensión y busca desarrollar los procesos de pensamiento de los estudiantes, por medio de la participación directa en su aprendizaje con la elaboración del calendario científico.
10	COLEGIO FE Y ALEGRIA GARCÉS NAVAS	UNICA	Gr. 1054 No. 734-13	PRIVADO	Propuesta curricular de ciencias naturales. Desempeños 1e y 2e	Sonia Consuelo Ray	La propuesta muestra el trabajo realizado por los docentes aprendiendo en contextos de enseñanza propia en la construcción del currículo como son: el sentido de área, los referentes teóricos, epistemológicos, sociológicos, tecnológicos, didácticos, metodológicos y evaluativos. Aporta una visión global y específica de contenidos, dando una mirada integradora y no repetitiva, presentando un plan de estudio integrado por sus articulaciones, subtemas y contenidos con una secuencia lógica de temáticas a presentar.
10	COLEGIO ORIGEN DE LA VITA	UNICA	4358745	PRIVADO	Ciencia, empresa y arte	Martha Yajeth Diaz Gonzalez	Fomentar el desarrollo empresarial a través del trabajo científico y la expresión artística, creando conciencia ambiental, proyectando valores y cultivando el espíritu investigativo para promover el desarrollo de competencias básicas partiendo de las experiencias adquiridas.

LOC	INSTITUCIÓN	JORNADA	TELÉFONO	SECTOR	NOMBRE DE LA EXPERIENCIA	RESPONSABLES	RESEÑA DE LA EXPERIENCIA
10	IED REPÚBLICA DE BOLIVIA	MANAÑA	2400595	OFICIAL	Una mirada a la vida desde la tierra	Gloria de Guío	En el año 1989 se decidió iniciar el taller de horticultura para permitir otro tipo de experiencias a los estudiantes que tenían poco rendimiento académico. Los cursos de primera realizan visitas de observación al campo donde se cultivan durante el año: ajenjo, lechuga, repollo, cilantro, maíz, papa cruda, rabano, coliflor, brócoli. Se hace integración de las materias en torno al trabajo de la práctica agrícola.
10	IED ROBERT KENNEDY	MANAÑA	2519559	OFICIAL	La jardinería escolar una manera de enseñar ciencias en sexto grado	Nury Quintero Quiruga	Reflexionar a cerca de la práctica pedagógica. En este sentido, reconocer los aciertos, las dificultades y buscar posibles estrategias de solución a los problemas planteados con anterioridad. Favorecer una manera diferente de percibir la ciencia al conocimiento, la institución, la clase los estudiantes y las relaciones que se dan en ese contexto.
11 Y 10	COLECTIVO DE IED CIUDAD JARDIN NORTE, EL SALITRE LA GAITANA, MIGUEL ANTONIO CARO, UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL	MANAÑA Y TARDE	6904265	OFICIAL Y PRIVADO	Desarrollo de actitud y pensamiento científico a partir del aprendizaje significativo de conceptos en Ciencias Naturales, a través del aprendizaje por investigación	Judit Arista	Favorecer grupos académicos de maestros innovadores comprometidos con la cualificación a de la enseñanza de las ciencias. Diseñar, aplicar y evaluar una propuesta de innovación pedagógica, que desarrolle en los estudiantes pensamiento y actitudes científicas, desde el aprendizaje de conceptos, construir sentido en torno a una propuesta para articular el desarrollo de la curiosidad, la actitud y el pensamiento científico, así como promover competencias científicas que generen una cultura científica.
11	COLEGIO CELESTINI FREINET	UNICA	6904600 / 6934829	PRIVADO	Formando hombres y mujeres de ciencia al servicio de la Humanidad. Nuestra huella	Rafael Silva Martínez	Propuesta que se fundamenta en el constructivismo de Ausubel, Novack. Los proyectos en el aula, las estrategias para enseñar - aprender con el propósito de transformar el aula, en un espacio de aprendizaje significativo de modo que el estudiante sea autor de su propio aprendizaje.
11	COLEGIO DIVINO SALVADOR	UNICA	6815360 / 6815635	OFICIAL	Bautista ecológico "ecodidax"	Daniel Tovar Mora	Proyecto que narra la experiencia de siete años en la publicación de un texto científico - ecológico que recopila las experiencias de aula en ciencias y educación ambiental. Experiencia institucional.
11	COLEGIO PEDAGOGICO DULCE MARIA	UNICA	6896317	PRIVADO	Conceptualización en ciencias naturales a través de los procesos de producción y la vida de un producto	Jacqueline Sarmento Robayo, Ruth Nelly Herrera	La experiencia se centra en realizar una conceptualización del currículo del área de ciencias naturales, apoyada en la pedagogía conceptual. Experiencia institucional.
11	IED ALBERTO LLERAS CARRASCO	TARDE	6876303 / 6888492	OFICIAL	Tecnología, ciencias y humanidades, en términos de investigación hacia un propósito de vida	Luis Eduardo Parrita	La experiencia se propone crear y renovar la cultura de la investigación en la institución, mediante la organización de grupos de trabajo de acuerdo a sus intereses. El proyecto se basa en los contenidos disciplinares de la informática, la física y las humanidades. Experiencia institucional.
11	IED ALVARO GÓMEZ MURTAO	MANAÑA Y TARDE	6845715 / 6845716 / 6853339	OFICIAL	Respetemos nuestro ambiente. Descontaminación, recuperación y mantenimiento del frasco del humado Juan Anarillo	Sirley Betancourt Moreno	La descontaminación del frasco del humado Juan Anarillo (Scha) orienta la actividad de la institución bajo un enfoque interdisciplinario que tiene la educación ambiental como eje transversal del PEI. Experiencia institucional.
11	IED CHORRILLOS	MANAÑA	6829911	OFICIAL	Liberando procesos pedagógicos y comunitarios hacia la solución del problema. "Ciencia de agua potable en la zona Chorrillos"	Rafael Bautista, Myrian Herrera, Rosalia Valdivia, Patricia Espitia	Experiencia de educación ambiental que tiene la integración curricular por tópicos generativo (pedagogía de la comprensión), se aborda el cómo obtener agua para el consumo del hombre? Experiencia institucional.
11	IED GERARDO PAREDES (SEDE A), IED VILLA MARIA (SEDE B)	MANAÑA	6813272 / 693717 / 6820157	OFICIAL	Desarrollo de la actitud científica, una experiencia de trabajo a partir de colectivos sociales	Luis Marcela Bustos Páez, Herrer, Páez, María Eugenia Rodríguez, Adriana Londoño López	Experiencia que asume la postura tecnocientífica en la enseñanza de las ciencias y que se compromete en el desarrollo de una actitud científica, considerando la construcción de colectivos a partir del reconocimiento del individuo como sujeto social.
11	IED LA GAITANA	MANAÑA	6904265	OFICIAL	Hacia una comprensión sistemática del humado Juan Anarillo	María Isabel Palacios Guerrero	Proyecto de gestión ambiental, que asume el modelo de la I.A.P., con la intención de impulsar espacios de participación, vivenciando la construcción del conocimiento y la formación de los valores.
11	IED NUEVA COLOMBIA	MANAÑA	6869841	OFICIAL	Una clase en el laboratorio	Patricia Alvarado	La intención del trabajo es incentivar la actitud de investigación del docente basándose en su actuar diario, permitiendo realizar una mirada crítica permanente y positiva a través de la capacidad de indagación de los estudiantes, comprometiéndose a su vez a la escuela, la familia y la sociedad.
11	IED NUEVA COLOMBIA	MANAÑA	6869841	OFICIAL	¿Cómo comprender el universo en que vivimos y transformarlo en busca de la felicidad?	Grupo de Docentes	La intención del trabajo es incentivar la actitud de investigación del docente basándose en su actuar diario, permitiendo realizar una mirada crítica permanente y positiva a través de la capacidad de indagación de los estudiantes, comprometiéndose a su vez a la escuela, la familia y la sociedad.
11	IED PABLO VERMAREGO S	TARDE	2749976	OFICIAL	Creando - creando - desarrollando pensamiento	Phyllis Bulívar y Humberto Páez	Proyecto que narra la experiencia de siete años en la publicación de un texto científico - ecológico que recopila las experiencias de aula en ciencias y educación ambiental. Experiencia institucional.
11	IED RAYON DE ZUBIRA	MANAÑA Y TARDE	6811882 / 6871454	OFICIAL	Las ciencias naturales y la educación ambiental. Estrategias pedagógicas para animar la calidad de vida	María Cecilia Gosselin, María Consuelo Correa, Olga Patricia Valdiviana	Fomentar el desarrollo empresarial a través del trabajo científico y la exploración artística, creando conciencia ambiental, proyectando valores y cultivando el espíritu investigador para promover el desarrollo de competencias basadas en la experiencia adecuada.

LOC	INSTITUCIÓN	JORNADA	TÉLEFONO	SECTOR	NOMBRE DE LA EXPERIENCIA	RESPONSABLES	RESENA DE LA EXPERIENCIA
11	RED BAHÓN DE ZUBIRIA	MAÑANA Y TARDE	4811682 / 4857454	OFICIAL	La biotecnología como un espacio para la enseñanza de las ciencias naturales	Vilma Cayro, Sandra Rayo, Fernando Díaz, Pedro Castillo, Miguel Moreno	Experiencia orientada desde la visión constructivista, centrada en el aprendizaje por investigación, buscando desarrollar actitudes investigativas en los estudiantes a través de prácticas agrícolas y de la producción de alimentos.
11	RED VILLA LISA	MAÑANA	4823355 / 5382178	OFICIAL	Uso racional del agua potable	Celina Ocampo y Emma Cecilia Melán	El aprendizaje significativo, Van Hiele, teoría del desarrollo del pensamiento geométrico, la teoría de la medibilidad euclídea y Gardner sirven de referencia al proyecto sobre la enseñanza de la geometría con sentido. Experiencia institucional.
11	INSTITUTO ANZOATEGUI	UNICA	6845749 / 6099223	PRIVADO	Validación del relato como modalidad de integración curricular en la enseñanza de las ciencias naturales	Nelson Guerrero	El propósito es conocer los beneficios que presenta la interdisciplinariedad, a través del diseño de unidades integradas, usando el relato como herramienta, dado su poder contextualizador, estructurador y sintetizador. Experiencia institucional.
11	JARDÍN INFANTE EL PRADITO	UNICA	2382370	PRIVADO	Implementación del proyecto ambiental del Jardín Infantil El Pradito	Margarita Zaldúa Tello	Proyecto de educación ambiental basado en la I.A.P. cuyo propósito es elaborar una carta de pre-educación ambiental.
12	RED HELADINA MEJÍA	TARDE	2113328	OFICIAL	Presando con dinosaurios a través del tiempo para facilitar los procesos de lecto-escritura	Sandra Aragón	Se desarrolla en la básica primaria. Se expone como elemento fundamental la construcción de procesos de lecto-escritura a través de la invención de dos personajes con los cuales los niños y niñas hacen un recorrido de la vida de estas especies y su relación con el ser humano.
12	RED INSTITUTO NACIONAL TERRENO LOMENCITA VILLEGAS DE SANTOS SEDE B	MAÑANA	2400106	OFICIAL	La huerta como espacio pedagógico	Carmen Rocio Mateos	Busca generar un espacio de experimentación en donde la comunidad educativa tiene la posibilidad de reconocer, valorar y aprovechar las vivencias en la huerta alrededor del cultivo del maíz.
12	RED JORGE ELÉCER GAITÁN	MAÑANA	3119495	OFICIAL	Divertirse y aprender a leer ciencia	Martha Luz Celis Vázquez	Intenta remediar problemas de interpretación, comprensión y actitudes en procesos lecto-escritura en el campo de la física con bases en temas científicos de actualidad que fortalezcan la actividad interdisciplinaria con el área de humanidades.
12	RED JORGE ELÉCER GAITÁN SECCIÓN B	TARDE	2503503 / 6607935	OFICIAL	Construyendo semáforos	José Ernesto Espinosa Leal	Implica a toda la comunidad en la básica primaria. Se pretende crear condiciones para la formación en ciencias a través del aprendizaje significativo. Busca mejorar la convivencia y la responsabilidad con la naturaleza.
12	RED JUAN FRANCISCO BERRIO	MAÑANA	2401890	OFICIAL	Una mirada de las ciencias a través de la cotidianidad	Luz Para R.	Se desarrolla con estudiantes de transición y tercero de primaria. Intenta despertar la curiosidad de niños y niñas con estrategias y metodologías alrededor de las ciencias. Partir de hechos cotidianos como el fenómeno del agua y el estudio de los cambios en los alimentos.
13	COLEGIO CHAMPAGNAT	UNICA	3401440	PRIVADO	Desarrollo de competencias a través de proyectos de investigación en un club de ciencias ciudad	Carlos Humberto Barreto	Implementación de proyectos de investigación de interés particular para algunos estudiantes con los cuales se desarrollan competencias básicas y se acercan a los procesos de investigación científica.
13	COLEGIO CHAMPAGNAT	UNICA	3401440	PRIVADO	El materializar una estrategia en el campo hacia la comprensión de las ciencias naturales	Antonio Ros y Jethro Oviedo	Con el diseño y desarrollo de talleres sobre algún tema especial escogido por alumnos y maestros que se inicia con búsqueda de información y luego en grupos hacen propuestas experimentales que los lleven a la comprobación de sus predicciones.
13	COLEGIO MAESTRA SEÑORA DEL PILAR	UNICA	2493046	PRIVADO	GAMA. Una visión hacia el futuro	Hernán Sánchez y Ricardo Chila	Con las actividades de GAMA se logra un cambio en las estructuras mentales y comportamientos de los estudiantes y los maestros.
13	GRUPO BOYACA	UNICA	2411903	PRIVADO	Las ciencias en Eco-Ciencias, un instrumento para desarrollar pensamiento científico	Carlos Julio Escobar Caro	Mediante los centros de investigación fortalecen en los estudiantes las operaciones lógicas de pensamiento.
13	RED PALERMO	TARDE	2856618 / 2857194	OFICIAL	Gestión en servicios, atención al niño de 0 a 8 años y el adulto mayor	Alina Montenegro Ochoa	Estudiantes en el currículo una área integrada con módulos básicos, específicos y de profundización y con apoyo de SPDA y COMFESPA.
13	RED PRIVADO PREECUBAL CORTEJO COLEGIO SALESIANO	UNICA	3490753	PRIVADO	Planeta animal	Flore de Aguirre, Raquel Melina	Quedan a los niños se pueden en ambientes reales.
14	RED TÉCNICO PENGRAH	TARDE	2465512 / 2460931 / 2461340	OFICIAL	ADN, una propuesta de conciencia planetaria	Mary Sonia, Douglas, Mico Borbón, Yon Mora, Lorena Ros, Lilian Rodríguez, Alexander Rodríguez, Lydie Foyola, Maribel López y Eugenia Nieto	Mediante vistas de observación de ambientes reales (biológicos, geográficos), realizar aprendizajes lúdicos y se acceden al conocimiento el cual se reforzará luego con actividades de participación directa de los niños.
15	ESCUELA NORMAL SUPERIOR MAESTRA SEÑORA DE LA PAZ	UNICA	2037059	PRIVADO	La metodología por proyectos una alternativa para enseñar ciencias naturales	Huarcón Ramírez, Leonardo Fabio Naveas, Andina Heredia, Alan Rojas, María Chela Castillo y Mario Sacchi.	Experiencia institucional que trasciende al aula y la escuela misma a través de la conformación de un grupo ecológico, buscando crear una conciencia ambiental en los participantes.
15	INSTITUTO TÉCNICO COMERCIAL NESTREPO	UNICA	2370014 / 2445485	PRIVADO	Introducción creatividad y ciencia	Nidia Fierro Placero, Carol Andry Bustamante, Juan Manuel Mesa, Guillermo Laverde, Nidia Nilda Carranza y Juan Sebastián Cordero	Experiencia de aula en educación básica primaria, en la cual se muestran los diferentes momentos que se implementan para desarrollar la clase de ciencias naturales con la metodología por proyectos basados en los intereses de los estudiantes.

LOC	INSTITUCIÓN	JORNADA	TELÉFONO	SECTOR	NOMBRE DE LA EXPERIENCIA	RESPONSABLES	RESENA DE LA EXPERIENCIA
15	COLEGIO DEL SANTÍSIMO SACRAMENTO	UNICA	4201747	PRIVADO	El reciclaje una herramienta de integración	Luz Marina Reyes, Edilma Niles, Luz Marina Beltrán, María Emilia Vargas	Implementando la regla de las 3 R (recoger, reducir y reutilizar) la comunidad utiliza los conocimientos científicos y tecnológicos aplicados en todas las áreas del conocimiento en aras de mejorar el ambiente ecológico y fortalecer las competencias escolares.
16	IED BENJAMÍN HERRERA	MANAÑA	2380179 / 7411939	OFICIAL	Tiempo para observar, explorar y aprender	Nelsora Beltrán de Molano	A través del imaginario subyacente en cuentos, mitos, leyendas, rimas y canciones se introduce a niños en la temática del cuidado del medio escolar, el del propio cuerpo y la biología de una sabiduría mental digna que permita un bienestar integral.
16	IED LA PERCEO	MANAÑA	688381 Fax 2486056	OFICIAL	La vida en grande, un encuentro con descomunes	María Eugenia Gal Urrego	Promover la investigación, crear conocimiento en las aulas de 2º, como factor autónomo en la creación de libros especializados, documentos, revistas, internet, películas publicitando al saber hacer la curiosidad y el deseo por conocer, los dinámicos, satisfacer la curiosidad y el deseo por conocer, los dinámicos.
16	IED LUIS CARLOS GALÁN SARRIENTO	MANAÑA Y TARDE	720700 / 727060	OFICIAL	Reciclado llegamos a la az	Baarriz Robles e Hilda Angarita	La experiencia establece nuevas estrategias ecológicas humanas en donde prima la reflexión que sensibiliza desde el interior del individuo cambiando actitudes por valores que permitan la aproximación a la convivencia armónica.
17	CENTRO EDUCATIVO LIBERTAD CEL	UNICA	2802713	PRIVADO	Proyecto: artífices y artíficos.	Sandra Rocío Ramírez	Proyecto de aula que busca crear un ambiente generador de inquietudes y preguntas que despertan la curiosidad o el interés de los niños, parte de cuerpo y la conciencia.
17	IED LA CANCELARIA - SEDE B	TARDE	3506459	OFICIAL	Las ciencias naturales en los procesos y técnicas artísticas	Margaret Reco Zapata Obando	Esta experiencia busca como a partir del desarrollo de diferentes prácticas artísticas se interpretan fenómenos físicos, químicos, biológicos y ambientales.
17	INSTITUTO BOGOTÁ-CENTRO	UNICA	2464378	PRIVADO	La promoción de la vida en el entorno escolar	Francy Helvet Ruiz Castro	Propuesta que hace énfasis en cómo a partir del entorno se transforma el currículo en ciencias centrado en torno a la salud, incluye toda la comunidad.
18	IED BRAVO PAEZ	TARDE	2798056 / 2057376	OFICIAL	Química en interdisciplinarios en la formación de gestiones empresariales	Adriana Ruiz Trujillo y Viviana Avila R.	A partir de microproyectos empresariales planteados por los estudiantes se vincula las actividades de otros proyectos de la institución y las diversas disciplinas. El trabajo se adelanta con el fundamento de la enseñanza de las ciencias por investigación.
18	IED EL LIBERTADOR	MANAÑA Y TARDE	202333 / 2020726	OFICIAL	Generación de ambientes tecnológicos para desarrollar	Heriberto Parra	El maestro plantea situaciones problema acerca de fenómenos físicos y sigue una metodología específica basada en la resolución de problemas. Se lleva a cabo etapas como identificación del problema, representación mental del problema, planeación de procedimientos y evaluación de soluciones. Genera ambientes tecnológicos, analógicos y virtuales. Desarrolla software para realizar experimentos virtuales.
18	IED LUIS LOPEZ DE MESA	MANAÑA	3446018 / 3479131 / 3726662 / 2092146 / 3427935	OFICIAL	Aprender caminando y observando, una experiencia significativa	María Gilma Acosta Rodríguez	A raíz del desarrollo del estudiante con la biodiversidad y los ecosistemas se realizan salidas pedagógicas donde el estudiante construye conocimiento del medio y a su vez genera sentido de pertenencia por el medio. Adicionalmente, se trabajan elementos de la investigación como son las historias de vida de los estudiantes.
18	IED MANUEL DEL SOCORRO RODRIGUEZ	TARDE	2798736	OFICIAL	La ciencia, es otro cuento	Luz Dary Rubio y Jaram Guerrero	Partiendo del interés que suscitan los cuentos infantiles y su temática, las maestras desarrollan actividades que conducen al niño a despertar la curiosidad por la ciencia. Se tienen en cuenta los intereses del niño.
18	INSTITUTO NUESTRA SEÑORA DE LA SABIDURIA	UNICA	2393742	OFICIAL	Creatividad en la integración del conocimiento científico	Sandra Beltrán, Andrea Corrobbi, Luz Stella Silva	Estrategia curricular que permite a la estudiante abordar la integralidad a partir de un todo. La construcción y desarrollo del pensamiento científico se enmarca en tres procesos: formación científica, de formación para la vida y formación ética.
19	IED CECILIO COLARDO BOLIVAR, TRINQUE LAGUNA, PERICOPPO ALTO SANTA ROSA DE LAS VEGAS, SED SAN FRANCISCO LA CASOHA, INSTITUTO JESUALIN-ED LA MARIA	TARDE	7180304 / 6971883	OFICIAL	El medio ambiente como fuente del progreso y la productividad	Hayerly Pabón, Angella Olmos	Formar al estudiante dentro de una visión empresarial con fundamentos académicos que le permitan el adecuado aprovechamiento de los recursos naturales, atendiendo al valor nutricional de los alimentos y al cuidado de la salud. Estrategia metodológica, tecnológica de alimentos, técnicas de manejo, operación, construcción y transformación de recetas propias, alimenticias. Día alimenticio.
19	CBF SAN FRANCISCO LA CASOHA, SAN FRANCISCO UNIÓN EUROPEA MARIA CANO, COMUNITAS LUCERO ALTO EL PEQUEÑO MANAÑO MIRADOR	MANAÑA Y TARDE		OFICIAL	La investigación como estrategia para el cambio pedagógico y social	Dora Rico, María Luisa Niles, Olga Castellano	Nuestra premisa es "El docente como investigador". Es importante que la sociedad y, en particular, las comunidades educativas entiendan la necesidad de hacer cambios significativos en el trabajo de aula. El docente es quien hará posibles estos cambios, haciendo de su ejercicio cotidiano un ejercicio con "actitud científica". Pretendemos de preparar al importante papel del maestro en los campos epistemológicos, pedagógicos y didácticos, como instrumentos para encontrar estrategias, que logren una verdadera construcción de conocimiento por parte de los estudiantes.

LOC	INSTITUCIÓN	JORNADA	TÉLEFONO	SECTOR	NOMBRE DE LA EXPERIENCIA	RESPONSABLES	RESENA DE LA EXPERIENCIA
							Cartografía social II. Sensibilización, talleres, charlas, etc. con la comunidad. Formación de líderes ambientales III. Experiencia piloto de recolección, clasificación de residuos con la comunidad educativa.
20	IED BRASPO VALENCIA		Vda. Las Vegas	OFICIAL	Hacia una mejor vida educativa	Luis Alfonso Rivera	Cultivando otras especies se busca investigar e implementar nuevos alimentos en la región.
20	IED LA UNIÓN		Vda. La Unión	OFICIAL	Experiencia pedagógica San Pab	Luis Alfonso Rivera	En el cuidado de promesas, enfermedades y hábitos de la comunidad.
20	IED LAS AURAS		Vda. Las Auras	OFICIAL	Liderazgo y alternativa de vida	Gerson Hernández	y períodos muertos, se construye la concepción de vida.
20	IED NAZARETH		Vda. Nazareth	OFICIAL	La granja, un recurso didáctico en el aprendizaje de las ciencias	Marcela Benítez	En la interdisciplinariedad, se forma una idea de conocimiento que interactúa entre lo general y lo particular, entre la experiencia como tradición y la coeducación.
20	IED TURAL BAO		Vda. Tural Bao	OFICIAL	Museo científico cordino, una manera de reconocer y valorar nuestro entorno inmediato	Luis Fernando Suárez	En la interdisciplinariedad, se forma una idea de conocimiento que interactúa entre lo general y lo particular, entre la experiencia como tradición y la coeducación.
							La región de Sanazap concebida como una totalidad para explorar y reconocer.